

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

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

*Материалы XII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции
(28–29 апреля 2021 г.)*

Часть I

Издательство



КамчатГТУ

Петропавловск-Камчатский
2021

УДК 504
ББК 20.1
П77

Ответственный за выпуск

Т.А. Клочкова,
доктор биологических наук

Редакционная коллегия

*Н.А. Седова, д.б.н.; А.А. Бонк, к.б.н.; М.В. Ефимова, к.б.н.; Н.А. Ступникова, к.б.н.;
А.В. Климова, к.б.н.; Л.В. Миловская, к.б.н.; С.Н. Царенко, к.т.н.;
О.В. Олхина; А.А. Седельникова; Р.Г. Болотова*

П77 Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : материалы XII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции (28–29 апреля 2021 г.) : в 2 ч. / отв. за вып. Т.А. Клочкова. – Ч. I. – Петропавловск-Камчатский : КамчатГТУ, 2021. – 187 с.

ISBN 978-5-328-00414-5

ISBN 978-5-328-00415-2 (ч. I)

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

Сборник материалов опубликован в авторской редакции.

**УДК 504
ББК 20.1**

**ISBN 978-5-328-00415-2 (ч. I)
ISBN 978-5-328-00414-5**

© КамчатГТУ, 2021
© Авторы, 2021

СОДЕРЖАНИЕ

Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

| | |
|--|----|
| Айтукаев К.И. Оценка биологического состояния нерки <i>Oncorhynchus nerka</i> (Walbaum) реки Большой, за период с 2007 по 2020 год..... | 6 |
| Афейчук Л.С. Оценка состояния промысловых скоплений анадары Броутона (<i>Anadara broughtonii</i>) в заливе Петра Великого (Японское море) по результатам мониторинга 2010–2020 годов..... | 11 |
| Блохин И.А., Морозов Т.Б. Таксономический состав амфипод шельфовой зоны Камчатского залива..... | 16 |
| Бычков А.Т., Белонович О.А. Повторные встречи косаток (<i>Orcinus orca</i>) на промысле черного палтуса (<i>Reinhardtius hippoglossoides</i>) в Охотском море | 23 |
| Греков А.А. Современное состояние запасов рыб донных видов и их отечественного промысла в Баренцевом море и сопредельных водах | 27 |
| Грушинец В.А., Смирнов А.А. Биологические показатели трески Тауйской губы Охотского моря в 2019–2020 годах..... | 32 |
| Долотов С.И., Самохвалов И.В. Состояние запасов атлантического лосося <i>Salmo salar</i> L. малых и средних рек северо-запада Мурманской области (бассейн Баренцева моря)..... | 35 |
| Калинина М.В., Табельская А.С. Влияние солености и разных типов корма на рост и выживаемость личинок тихоокеанской устрицы <i>Crassostrea gigas</i> (<i>Magallana gigas</i>), Thunberg, 1793 при заводском выращивании в южном Приморье..... | 40 |
| Курбанов Ю.К., Михалютин Е.А. Данные о черном макруресе <i>Coryphaenoides acrolepis</i> (Macrouridae) из района подводных поднятий Императорского хребта (северная часть Тихого океана)..... | 44 |
| Матророва И.В., Ильющенко В.В., Калинина Г.Г. Некоторые биологические характеристики горбуши реки Ныгай (Лангр) (Хабаровский край) в 2020 году..... | 49 |
| Медведева Е.В., Македонская И.Ю., Студёнов И.И. Таксономический состав и структура летнего фитопланктона озер Нядомского района Архангельской области..... | 52 |
| Овчеренко Р.Т. Новые данные о хоботной камбале <i>Myzopsetta proboscidea</i> (Pleuronectidae) в тихоокеанских водах Камчатки | 56 |
| Отченаш Н.Г., Македонская И.Ю., Медведева Е.В., Левицкий А.Л., Студёнов И.И. Современное состояние планктонных сообществ озера Лача..... | 61 |
| Репина Е.М., Дробязин Е.Н., Корнейчук И.А. Современное состояние поселений промысловых видов брюхоногих моллюсков сем. Vuccinidae (трубачи) в северо-западной части Берингова моря..... | 66 |
| Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Пространственное распределение мидии Грея и модиолуса курильского в районе архипелага Императрицы Евгении (залив Петра Великого, Японское море) | 71 |
| Токранов А.М., Орлов А.М. Биологическая характеристика арктического шлемоносца <i>Gymnocanthus tricuspis</i> (Cottidae) Карского моря..... | 76 |
| Шубкин С.В., Шевляков Е.А. Оценка численности производителей кеты реки Анадырь в 2020 году..... | 81 |

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

| | |
|---|-----|
| Балыкин П.А. Современное состояние промысла крабов на Дальнем Востоке России | 86 |
| Балыкин П.А., Карпенко В.И. Динамика российских уловов минтая в дальневосточных морях в XXI веке | 91 |
| Долотов С.И. Динамика восстановления популяции атлантического лосося <i>Salmo salar</i> L. реки Белоусиха (бассейн Баренцева моря) после длительной депрессии численности | 95 |
| Зеленников О.В., Плискунов И.В., Вараксин И.А. Особенности выращивания молоди кеты <i>Oncorhynchus keta</i> на тепловодном заводе прудового типа | 100 |
| Ким А.Ч., Ложкин Д.М. Промысел и биологическое состояние тихоокеанской устрицы <i>Crassostrea gigas</i> (Thunberg, 1793) в заливе Анива (остров Сахалин)..... | 105 |
| Лисиенко С.В., Грибова К.А. Анализ освоения долей квот добычи гидробионтов пользователями в многовидовой промысловой системе в период 2015–2019 годов (на примере освоения макруруса)..... | 110 |
| Лисиенко С.В., Конинская О.Е. Анализ промыслового флота по освоению сырьевой базы рыболовства в Южно-Курильской промысловой зоне в 2018–2019 годах..... | 114 |
| Пилипчук Д.А. История применения орудий рыболовства на озерах и реках в западных и арктических частях России | 118 |
| Коржев В.А., Почтарь М.В. Статус ключеворылого окуня (<i>S. mentella</i> и <i>S. fasciatus</i>) в районе ЗМ (банка Флемиш-Кап СЗА) и стратегия управления запасом в современных условиях при низкой численности величины пополнения с учетом предосторожного подхода | 121 |
| Романенков И.А., Малолетко И.В., Трибунская Р.М. Методика оценки локальной скорости процессов электрохимической коррозии | 126 |
| Семенов Ю.К., Смирнов А.А. Особенности промысла донных рыб (палтусов, трески, макрурусов, скатов, длинноперого шипоцека) в северной части Охотского моря в 2020 году | 130 |
| Соколенко Д.А., Колпаков Е.В. Двустворчатые моллюски <i>Panopea japonica</i> (Hiatellidae) и <i>Zirfaea pilsbryi</i> (Pholadidae) – новые объекты промысла для вод России | 134 |
| Строганов А.Н., Смирнов А.А., Семенова А.В., Жукова К.А., Пономарева Е.В., Бурлак Ф.А. О популяционно-генетических исследованиях минтая Охотского моря..... | 139 |
| Царенко С.Н., Костенко А.В., Безлобенко Б.Н. Повышение эксплуатационных характеристик гребных винтов | 142 |

Секция 3. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

| | |
|--|-----|
| Горбачева Е.А. Экотоксикологические исследования донных отложений прибрежных районов Баренцева моря..... | 145 |
| Гринькова А.С., Герасимов Ю.Н., Духова Э.Р. Зимующие птицы реки Быстрой, центральная Камчатка..... | 150 |
| Доронина Г.С. Лесовосстановление на территории Камчатского края интродуцированными и местными древесными породами | 153 |

| | |
|---|-----|
| Задорожный А.И., Симахина М.А. Актуальные экологические вопросы Камчатки: переработка мусора | 156 |
| Ильина В.Н. Особенности растительного покрова Красноярского лесхоза (Самарская область) и вопросы его сохранения | 158 |
| Конева М.Н., Ступникова Н.А., Голованева А.Е. Оценка самоочищающей способности водотоков урбанизированной территории | 161 |
| Кочнева М.Б., Чебурина А.А. Многолетние и однолетние бобово-злаковые кормовые культуры в повышении плодородия почв Камчатки | 165 |
| Малавенда С.В., Малавенда С.С., Човган О.В. Межвидовые взаимоотношения фукусовых водорослей и <i>Palmaria palmata</i> | 168 |
| Мохова О.Н., Парухина Л.В., Мельник Р.А. Неорганические соединения азота и фосфора в водах Яндовой губы Белого моря | 173 |
| Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А. О совершенствовании контроля режима подземных вод в пределах II пояса зоны санитарной охраны водозабора «Авачинский» | 177 |
| Перервенко О.В., Кашутин А.Н., Меджидова Х.М. Состояние изученности иммунных свойств экстрактов <i>Fucus distichus</i> subsp. <i>Evanescens</i> , собранного в северо-восточной части Авачинской губы (юго-восточная Камчатка) | 181 |
| Список организаций – участников конференции и их адреса | 185 |

Секция 1. СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

УДК 597.552.511(282.257.4)"2007-2020"

К.И. Айтукаев^{1,2}

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

² Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО),
Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: aitukaev.k.i@kamniro.ru

ОЦЕНКА БИОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ НЕРКИ *ONCORHYNCHUS NERKA* (WALBAUM) РЕКИ БОЛЬШОЙ ЗА ПЕРИОД С 2007 ПО 2020 ГОД

В работе представлены результаты исследований нерестовой части популяции нерки стада реки Большой в 2007–2020 гг. Дана характеристика возрастного, размерно-массового, полового состава, плодовитости. Показано, что происходит изменение структуры стада: уменьшение средних размеров, плодовитости, омоложение ранней формы нерки и некоторое увеличение длительности пресноводного периода у поздней формы.

Ключевые слова: биологические показатели, возрастной состав, линейно-массовый состав, нерка, плодовитость, производители, река Большая.

К.И. Aytukaev^{1,2}

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

² Kamchatka branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000
e-mail: aitukaev.k.i@kamniro.ru

BIOLOGICAL ASSESSMENT OF SOCKEYE SALMON *ONCORHYNCHUS NERKA* (WALBAUM) SPAWNERS OF THE BOLSHAYA RIVER FOR 2007–2020

Results of the assessment of sockeye salmon spawning stock of the Bolshaya river population for 2007–2020 are demonstrated in this article. Characteristics of the age and size-weight composition, sex ration and fecundity are provided. Stock composition changes are revealed. They area decrease in the average size, fecundity, rejuvenation of the early form of sockeye salmon and a slight increase in the duration of the freshwater period for the late form.

Key words: biological indices, age composition, size-weight composition, sockeye salmon, fecundity, spawners, Bolshaya river.

Река Большая – вторая по протяженности (после р. Камчатки) река Камчатского полуострова, где наряду с другими видами тихоокеанских лососей воспроизводится и нерка. Координаты устья р. Большой – 52°40' N и 156°10' E. Стадо нерки р. Большой относится к второстепенным в связи с отсутствием в бассейне реки достаточно крупных и глубоких озер, наиболее пригодных для воспроизводства нерки [1, 2].

Впервые общая картина воспроизводства нерки в бассейне р. Большой была дана в работе Е.М. Крохина и Ф.В. Крогиус [3]. В дальнейшем изучение производителей нерки этой реки было продолжено Р.С. Семко [4]. В 1970–1980-х гг. динамику численности и биологических показателей нерки р. Большой изучала Т.В. Егорова. Из более поздних публикаций нужно отметить монографии по азиатской нерке [1, 2], а также работы О.М. Запорожца и Г.В. Запорожец, продолжающиеся по настоящее время [5].

В последние годы интерес к изучению биологии и динамики численности нерки р. Большой заметно возрос, что совпало со значительным увеличением интенсивности использования запасов всех видов лососей на Камчатке. Запасы данного стада нерки в настоящее время находятся в относительно депрессивном состоянии.

Цель работы – оценить биологическое состояние и рассмотреть изменения в нерестовой части нерки стада р. Большой.

В данной работе используются материалы КамчатНИРО по ранней (весенней) и поздней (летней) формам нерки в 2007–2020 гг.

Орудия лова: плавные сети с шагом ячеи 60 и 65 мм. Весь материал собран и обработан по общепринятой методике [6]. Определена длина, масса, пол рыб, масса гонад, соотношение полов, плодовитость. Для определения возраста чешуя взята по методике Клаттера и Уайтсела [7]. Количество материала, использованного в работе, представлено ниже (табл. 1).

Таблица 1

Объем использованного материала по нерке р. Большой, экз.

| Год | Ранняя (весенняя) форма | Поздняя (летняя) форма |
|-------|-------------------------|------------------------|
| 2007 | – | 300 |
| 2008 | – | 423 |
| 2009 | – | 359 |
| 2010 | – | 726 |
| 2011 | 13 | 230 |
| 2012 | 131 | 364 |
| 2013 | 154 | 312 |
| 2014 | 69 | 606 |
| 2015 | – | 278 |
| 2016 | 62 | 322 |
| 2017 | 15 | 257 |
| 2018 | 74 | 244 |
| 2019 | 128 | 198 |
| 2020 | 89 | 589 |
| ИТОГО | 735 | 5 208 |

Возрастной состав. В 2011–2020 гг. у нерки ранней формы р. Большой отмечено 11 возрастных классов: 0.2, 0.3, 0.4, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 2.2, 2.3, 2.4, 3.3. В указанный период существенно увеличилась доля рыб возраста 1.2. Отметим, что с 1986 по 1999 г. доля нерки данного класса находилась на уровне ниже 10%, однако в 2000 г. она превысила субдоминантную группу 2.3: 1.2 – 21,7%; 2.3 – 18,9% [2]. Данные о возрастной структуре нерки ранней формы с 2001 до 2010 г. отсутствуют, поэтому затруднительно сказать, имело ли место появление у ранней нерки новой возрастной субдоминанты 1.2 в тот период, или это было единичное увеличение встречаемости данных особей. Однако материалы 2011–2020 гг. показывают значительную долю рыб 1.2 (вплоть до 44,4% в 2020 г.). В 2020 г. отмечена самая низкая встречаемость возрастной группы 1.3 – 28,9%.

Для поздней формы нерки р. Большой в 2007–2020 гг. отмечено 16 возрастных классов: 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 1.1, 1.2, 1.3, 1.4, 1.5, 2.1, 2.2, 2.3, 2.4, 3.2, 3.3. В указанный период у поздней формы нерки встречаемость возрастных групп 1.3, 2.3 ниже по сравнению с периодом 1986–1999 гг., но выше по сравнению с 2000 по 2006 г. У возрастной группы 0.3 ситуация обратная вышеописанной: встречаемость рыб в возрасте 1.2 увеличилась по сравнению с прошлыми периодами исследований [2]. В 2007–2020 гг. наблюдается снижение встречаемости рыб в возрасте 1.3 и увеличение доли второстепенных возрастных групп нерки. Самая низкая встречаемость основной возрастной группы 1.3 отмечена в 2014 г. Повышенная встречаемость рыб в возрасте 2.3 наблюдалась в 2013, 2016 и 2019–2020 гг. (рис. 1).

Доля рыб в подходах, скатывающихся в море в возрасте 0+, 1+, 2+, 3+. Как ранняя, так и поздняя форма нерки р. Большой преимущественно скатывается в море после первого года нагула в пресной воде. Ранняя нерка характеризуется большей долей рыб, скатывающихся в возрасте 2+ относительно поздней формы [1, 2], и их максимум за рассматриваемый период отме-

чен в подходах 2012 и 2019 г. У поздней нерки р. Большой в 2007–2020 гг. наблюдается положительный тренд на увеличение доли рыб, скатывающихся в возрасте 2+ (рис. 2).

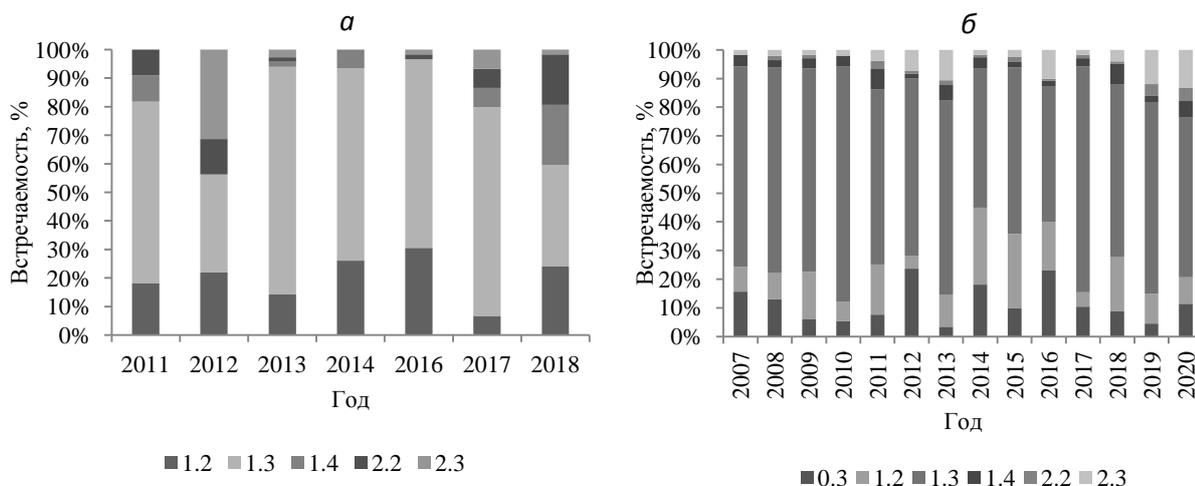


Рис. 1. Изменение доли основных возрастных классов ранней (а) и поздней (б) форм нерки р. Большой в нерестовых подходах в 2007–2020 гг.

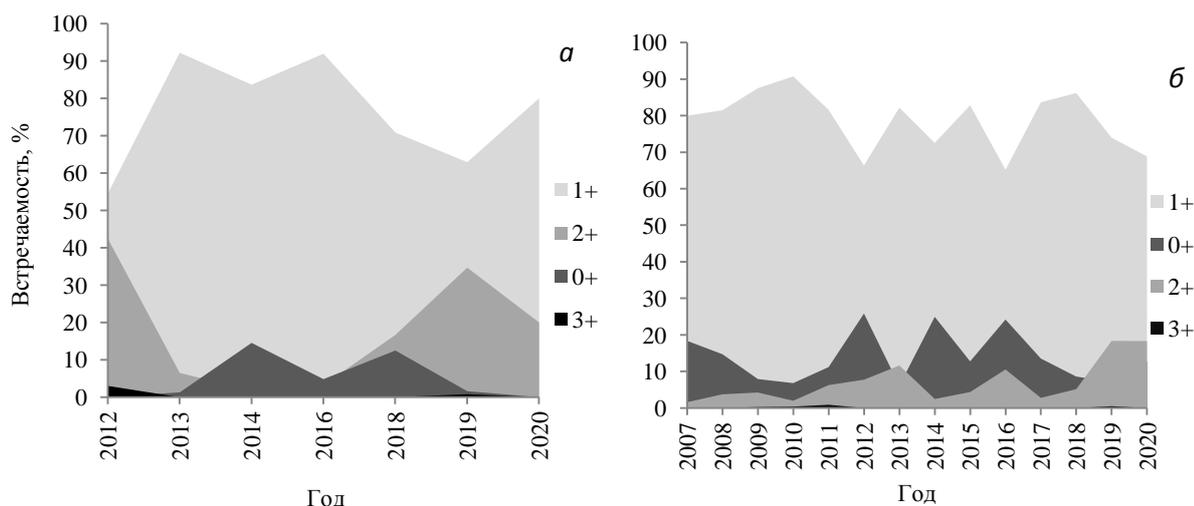


Рис. 2. Изменение доли ранней (а) и поздней (б) форм нерки р. Большой в нерестовых подходах в 2007–2020 гг., скатывающихся в море в возрасте 0+, 1+, 2+, 3+

Линейно-массовый состав. В рассмотренный период произошло общее снижение линейно-массовых показателей производителей обеих форм нерки (рис. 3). Данный негативный тренд был отмечен ранее с 1986 по 2006 г. [2].

Минимальные значения длины и массы самцов ранней нерки отмечены в 2012 г. – 44,7 см и 1,20 кг, у самок минимальная длина в 2016 г. (51,8 см), масса в 2013 г. (1,71 кг). Максимальные линейно-массовые показатели наблюдались в 2011 г.: самцы – 56,4 см и 2,40 кг, самки – 55,4 см и 2,18 кг. Минимальные значения длины самцов поздней нерки р. Большой отмечены в 2020 г. (56,7 см), а массы – в 2018 г. (2,47 кг); у самок – в 2018 г. (55,8 см и 2,25 кг). Максимальные показатели у самцов наблюдались в 2008 г. – 61,7 см и 3,23 кг; у самок: длина в 2008 г. – 58,9 см, масса в 2007 г. – 2,84 кг.

По данным 2007–2020 гг. (для ранней формы нерки – 2011–2020 гг.) средняя длина тела самцов ранней нерки составляла 48,9 см, самок – 53,1 см. У поздней нерки самцы – 59,1 см, самки – 57,4 см. Масса тела самцов ранней нерки в среднем равна 1,56 кг, самок – 1,88 кг. Масса тела самцов поздней нерки – 2,89 кг; самок – 2,60 кг. В целом за рассматриваемый период

у ранней формы нерки самки были несколько крупнее самцов, у поздней наоборот – самки мельче самцов. Нерка ранней формы в среднем была мельче поздней формы.

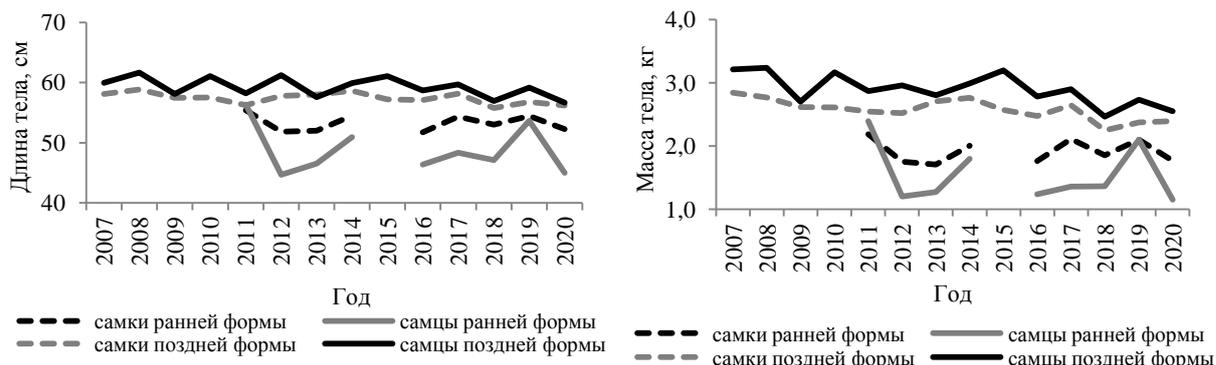


Рис. 3. Динамика линейно-массового состава нерки р. Большой в нерстовых подходах в 2007–2020 гг.

Половой состав. Для ранней нерки подходов 2010, 2011, 2017 гг. из-за малого количества данных не представляется возможным адекватно оценить половое соотношение. В остальные рассматриваемые годы у ранней формы в основном преобладают самцы, за исключением 2013 и 2019 гг. К тому же наблюдается некоторое чередование преобладания самцов и самок у ранней формы, но данный тренд более четко выражен при рассмотрении стада нерки р. Большой в поколениях, что не является предметом обсуждения в данной работе. Для поздней нерки характерно преобладание самок, что отмечалось в прошлых исследованиях по устьевым уловам [5], лишь в 2014 г. доля самок и самцов находилась почти на одном уровне (рис. 4).

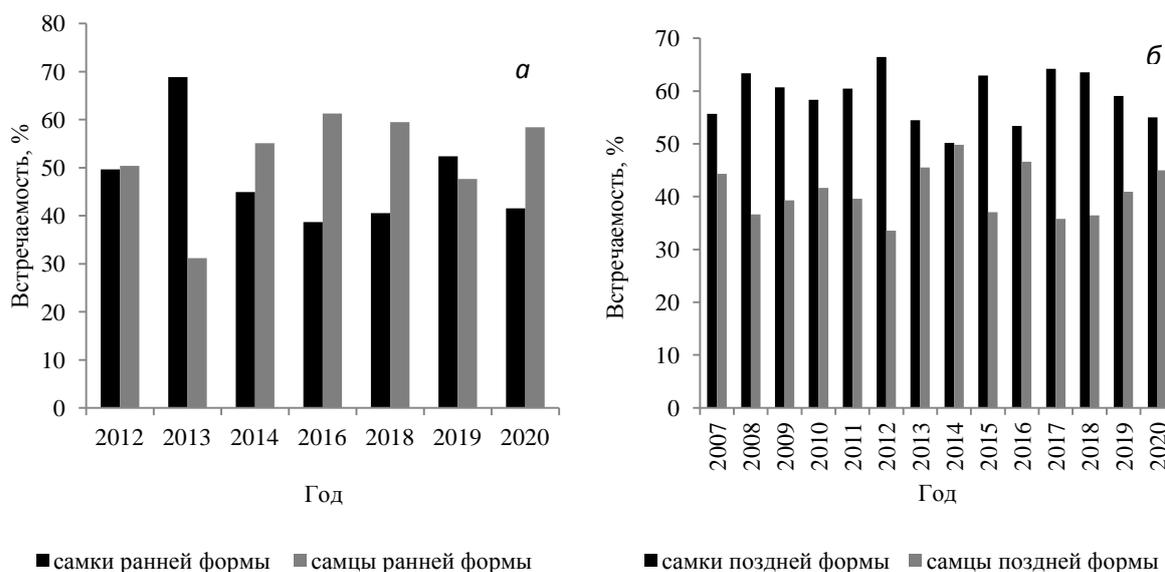


Рис. 4. Динамика соотношения полов ранней (а) и поздней (б) форм нерки р. Большой в нерстовых подходах в 2007–2020 гг.

Плодовитость. Индивидуальная абсолютная плодовитость (ИАП) нерки р. Большой в 2007–2020 гг. колебалась от 900 до 4 932 икринок у ранней нерки и от 894 до 7 559 икринок – у поздней. Среднемноголетнее значение абсолютной плодовитости за период исследования составило 3 071 шт. икринок для ранней нерки и 4 031 шт. икринок – для поздней. Минимальная плодовитость у ранней нерки была в 2016 г. (2 167 шт.), у поздней – в 2009 г. (3 551 шт.). Максимальная плодовитость у ранней нерки отмечена в 2018 г. (3 467 шт.), у поздней – в 2012 г. (4 469 шт.). Наблюдается снижение плодовитости обеих форм нерки (рис. 5).

В 2007–2020 гг. прослеживаются дальнейшие снижения линейно-массовых показателей и плодовитости производителей ранней и поздней форм нерки р. Большой, отмеченные в предыдущие периоды.

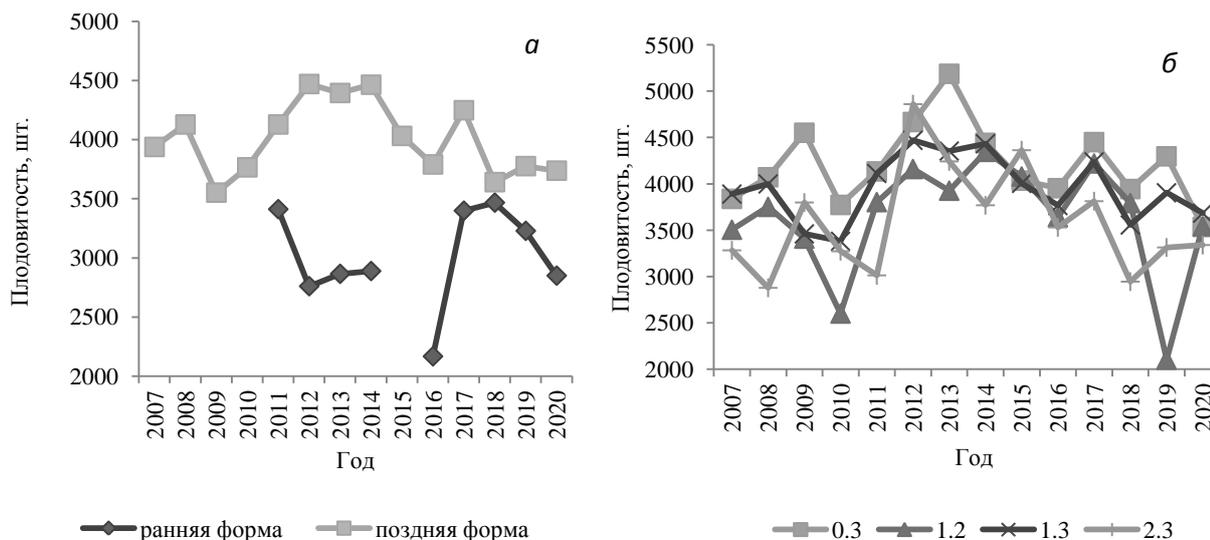


Рис. 5. Динамика ИАП ранней и поздней (а) форм нерки р. Большой и отдельно поздней формы по возрастным группам (б) в нерестовых подходах в 2007–2020 гг.

В нерестовых подходах ранней формы нерки последних лет произошли значительные изменения в возрастном составе – увеличилась доля рыб 1.2 и 2.2, при этом снизилась доля рыб возраста 2.3. В возрастном составе поздней нерки наблюдается общий тренд увеличения доли рыб, скатывающихся после второго года пресноводного нагула, а также снижение встречаемости основной возрастной группы 1.3.

Соотношение полов у поздней нерки характеризуется некоторым преобладанием самок, у ранней формы нерки наблюдается чередование доминирования самок и самцов.

Литература

1. Бугаев В.Ф. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). – М.: Колос, 1995. – 464 с.
2. Бугаев В.Ф. Азиатская нерка-2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад в конце XX – начале XXI вв.). – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2011. – 380 с.
3. Крохин Е.М., Крогиус Ф.В. Очерк бассейна р. Большой и нерестилищ лососевых, расположенных в нем // Изв. ТИНРО. – 1937. – Т. 9. – 80 с.
4. Семко Р.С. Запасы тихоокеанских лососей и их промысловое использование // Изв. ТИНРО. – 1954. – Т. 41. – С. 3–109.
5. Запорожец О.М., Запорожец Г.В., Зорбиди Ж.Х. Динамика численности и биологические характеристики тихоокеанских лососей реки Большой (Западная Камчатка) // Изв. ТИНРО. – 2013. – Т. 174. – С. 38–68.
6. Правдин И. Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). 4-е издание, перераб. и доп. / Под ред. проф. П.А. Дрягина и канд. биол. наук В.В. Покровского. – М.: Пищевая пром-ть, 1966. – 366 с.
7. Clutter R. I., Whitesel L. E. Collection and interpretation of sockeye salmon scales: Int. Pacif. Salmon Fish. Com. – V. 9. – 1956. – 159 p.

УДК [639.27:594.133](265.54)"2010-2020"

Л.С. Афейчук

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

**ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ СКОПЛЕНИЙ АНАДАРЫ БРОУТОНА
(ANADARA BROUGHTONII) В ЗАЛИВЕ ПЕТРА ВЕЛИКОГО (ЯПОНСКОЕ МОРЕ)
ПО РЕЗУЛЬТАТАМ МОНИТОРИНГА 2010–2020 ГОДОВ**

В результате мониторинга в период 2010–2020 гг. состояние промысловых скоплений анадара залива Петра Великого оценено как относительно стабильное. На усредненной суммарной площади, составляющей около 157 км², занимаемой промысловыми скоплениями анадара Амурского и Уссурийского заливов, сосредоточено в среднем более 71 млн экз. анадара с общим запасом, оцененным в 13,7 тыс. т, промысловым – 9,8 тыс. т. Мониторинг на акватории Амурского залива значительно затруднен, площадь исследованных в 2020 г. вынужденно сокращена в 1,7 раза в связи с организованными рыбопромысловыми (РПУ) и рыболовными (РБУ) участками, расположенными в пределах самого крупного промыслового скопления анадара в Приморье, находящегося на краю ареала.

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

L.S. Afeychuk

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

**ASSESSMENT OF STATE FOR COMMERCIAL AGGREGATIONS OF ANADARA
(ANADARA BROUGHTONII) IN PETER THE GREAT BAY (JAPAN SEA)
ON RESULTS OF MONITORING SURVEYS IN 2010–2020**

On the data of monitoring surveys conducted in 2010–2020, commercial aggregations of anadara bivalve in Peter the Great Bay are assessed as relatively stable. Average total area of the aggregations within the Amur and the Ussuri Bays is evaluated as 157 km², where $>71 \cdot 10^6$ mollusks were accounted with the total stock of 13,700 t and commercial stock of 9,800 t. Some problems for the surveys in the Amur Bay have appeared recently because of some water areas renting by private companies for fishery or aquaculture. As the result, the area of survey in 2020 was decreased in 1.7 times.

Key words: anadara, commercial aggregation, the Amur Bay, the Ussuri Bay, distribution, size composition, stock, exploited stock.

Северная граница ареала двустворчатого зарывающегося моллюска анадара Броутона (*Anadara broughtonii* Schrenck, 1867) (рис. 1) проходит в Приморье по заливу Петра Великого. В странах Юго-Восточной Азии этот моллюск употребляют в пищу преимущественно в сыром виде. Анадара обладает богатым химическим составом, в связи с чем как пищевой продукт, положительно влияющий на состояние здоровья человека, моллюск является одним из ценных промысловых видов. В Приморье промысел анадара ведут дражным способом, начиная с 2000-х годов в скоплениях Амурского и Уссурийского заливов, имеющих промысловое значение. Ежегодный вылов составляет менее 300 т.

По описанию современного состояния промысловых скоплений моллюска в Приморье было опубликовано несколько работ [1–3].



Рис. 1. Анадара Броутона

Целью данной работы является оценка состояния промысловых скоплений анадары в заливе Петра Великого по результатам мониторинга 2010–2020 гг.

Материалы по мониторингу скоплений анадары были собраны в летне-осенние периоды 2010–2020 гг. дражным способом в кутовых частях Амурского и Уссурийского заливов на глубинах от 2 до 13 м. На борту судна для каждого учетного драгирования фиксировали количество анадары в штучном, весовом выражении. Ежегодно выполняли от 160 до 380 драгирований и промеряли от 5 200 до 8 200 особей анадары.

Плотность и удельную биомассу рассчитывали традиционными методами. Общий промысловый запас оценивали методом полигонов Тиссена (ячейки Дирхле – Вороного) с помощью пакета программ MapInfo Professional. Для обра-

ботки данных использовали программы Statistica, Microsoft Office Excel. При расчете ресурсных параметров скоплений применяли коэффициент уловистости (КУ) равный 0,2.

Характеристики промысловых скоплений анадары. Распределение моллюсков по акватории района неравномерно (рис. 2). Средняя плотность и биомасса в скоплении Амурского залива выше, чем в скоплении Уссурийского залива (табл. 1).

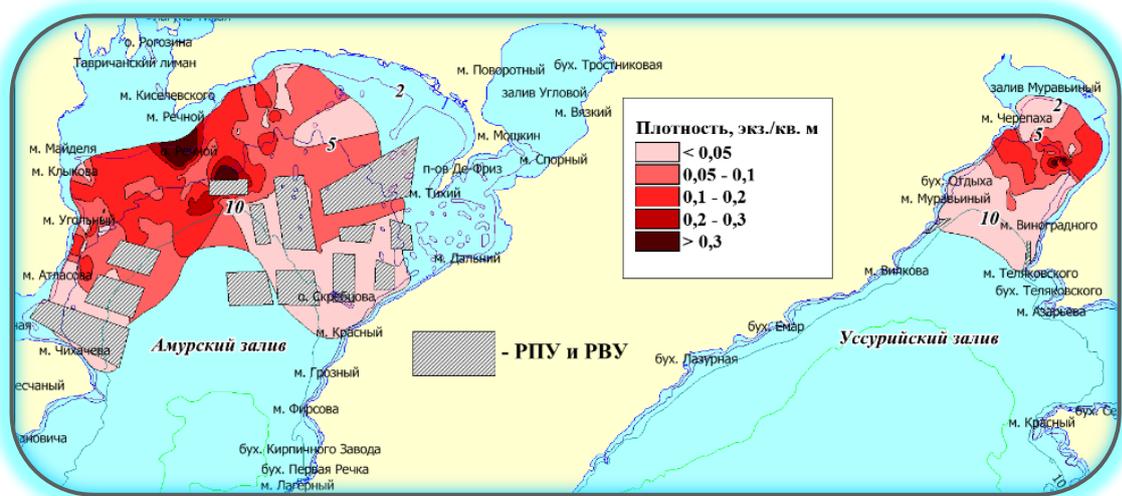


Рис. 2. Плотность распределения анадары в промысловых скоплениях залива Петра Великого (при КУ = 1) в летне-осенний период 2020 г., где РПУ – рыбопромысловые, РВУ – рыбоводные участки

Таблица 1

Показатели промысловых скоплений залива Петра Великого (2020 г.)

| Площадь, км ² | Средняя плотность, экз/м ² | Удельная биомасса, г/м ² |
|--------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Амурский залив | | |
| Исследованная – 78 | 0,5 | 90 |
| Экстраполированная – 135 | 0,4 | 72 |
| Уссурийский залив | | |
| 32 | 0,3 | 56 |

В 2020 г. съемки в Амурском заливе были значительно затруднены в связи с вновь образованными РПУ (РВУ), которые расположены на акватории, занятой скоплением анадары, являющимся наиболее обильным по численности и биомассе моллюска в Приморье. Исследованная

площадь в пределах скопления была вынужденно сокращена в 1,7 раза и составила около 78 км². Для адекватного сравнения запасов анадары в данном скоплении с результатами предыдущих лет была проведена экстраполяция результатов исследований на площадь, сопоставимую с площадью предыдущих исследований, составляющую около 135 км², на части из которой находятся РПУ и РВУ.

Следует отметить, что в квадрате от п-ова Де-Фриз до м. Красный происходит недоучет ресурсных показателей скопления, обусловленный не только наличием РПУ (РВУ), а также их охранными зонами, по площади практически равными площади самих участков с отсутствием между ними какого бы то ни было свободного пространства для проведения исследований. Данное обстоятельство отразилось на оценке показателей скопления, которые оказались ниже таковых 2019 г. С учетом КУ = 0,2 средняя плотность анадары в скоплении Амурского залива в 2019 г. была 0,6 экз/м², удельная биомасса – 120 г/м².

Размерный состав. На протяжении ряда лет размерный состав скопления анадары Амурского залива, являющегося основным местом промысла с 2005 г., изменялся незначительно. Средняя длина раковины в период 2010–2020 гг. варьировала в узком диапазоне величин (от 88 до 94 мм) и в среднем составила 90 мм (табл. 2). Средняя длина раковины в скоплении Уссурийского залива изменялась незначительно (от 81 до 87 мм) и в среднем оказалась меньше, чем в скоплении Амурского залива, и составила 83 мм.

Таблица 2

Статистические характеристики длины раковины анадары

| Годы | Объем выборки, экз. | Среднее значение длины раковины, мм | Минимум, мм | Максимум, мм | Медиана, мм | Мода, мм | Стандартное отклонение, мм |
|-------------------|---------------------|-------------------------------------|-------------|--------------|-------------|----------|----------------------------|
| Амурский залив | | | | | | | |
| 2010 | 3668 | 95 | 29 | 135 | 96 | 102 | 15,66 |
| 2011 | 4322 | 91 | 26 | 134 | 92 | 98 | 16,78 |
| 2012 | 3 323 | 88 | 30 | 132 | 87 | 78 | 16,97 |
| 2013 | 4 690 | 90 | 35 | 138 | 89 | 80 | 15,79 |
| 2014 | 5 447 | 89 | 35 | 132 | 86 | 78 | 14,98 |
| 2015 | 5 468 | 88 | 33 | 137 | 87 | 82 | 13,08 |
| 2016 | 3 507 | 88 | 42 | 132 | 86 | 83 | 13,41 |
| 2017 | 3 699 | 89 | 38 | 138 | 88 | 88 | 13,58 |
| 2018 | 3 717 | 89 | 11 | 140 | 88 | 88 | 13,56 |
| 2019 | 3 119 | 91 | 12 | 135 | 90 | 88 | 13,84 |
| 2020 | 4 357 | 88 | 32 | 134 | 88 | 87 | 12,31 |
| Уссурийский залив | | | | | | | |
| 2010 | 1535 | 84 | 50 | 121 | 83 | 82 | 11,26 |
| 2011 | 2638 | 81 | 50 | 121 | 80 | 78 | 11,31 |
| 2012 | 1 930 | 85 | 51 | 118 | 84 | 88 | 10,88 |
| 2013 | 2 542 | 84 | 53 | 128 | 83 | 82 | 11,07 |
| 2014 | 2 820 | 84 | 53 | 124 | 82 | 78 | 12,09 |
| 2015 | 1 281 | 83 | 28 | 126 | 83 | 78 | 12,31 |
| 2016 | 2 685 | 82 | 52 | 120 | 82 | 78 | 10,59 |
| 2017 | 1 562 | 84 | 38 | 129 | 83 | 78 | 11,14 |
| 2018 | 1 919 | 80 | 48 | 115 | 79 | 78 | 8,95 |
| 2019 | 913 | 83 | 49 | 116 | 82 | 78 | 10,44 |
| 2020 | 1 473 | 87 | 11 | 117 | 88 | 93 | 12,98 |

Запасы. Ресурсные параметры промысловых скопления анадары залива Петра Великого представлены в табл. 3.

Обобщая ресурсные параметры промысловых скоплений анадары в период 2010–2020 гг., следует отметить, что на усредненной суммарной площади, составляющей около 157 км², сосредоточено в среднем более 71 млн экз. анадары с общим запасом, оцененным в 13,7 тыс. т, промысловым – 9,8 тыс. т, при этом эксплуатируемая часть составляет 5,8 тыс. т. Основной вклад в ресурсный потенциал вида в заливе Петра Великого вносит промысловое скопление Амурского

залива, площадь которого в четыре раза больше площади, занятой скоплением анадары Уссурийского залива. Численность моллюсков в скоплении Амурского залива в среднем превышает более чем в три раза численность скопления Уссурийского залива, общий запас Амурского залива в 3,8 раза выше такового Уссурийского залива, промысловый запас – в 4,6 раза, эксплуатируемая часть – в 4,5 раза.

Таблица 3

Ресурсные параметры промысловых скоплений анадары залива Петра Великого

| Год исследований | Площадь, км ² | Численность, тыс. экз. | Общий запас, т | Промысловый запас*, т | Эксплуатируемая часть**, т |
|-------------------|--------------------------|------------------------|----------------|-----------------------|----------------------------|
| Амурский залив | | | | | |
| 2010 | 156,18 | 59 506 | 11 990 | 9 952 | 4 197 |
| 2011 | 103,96 | 58 679 | 11 909 | 8 694 | 3 573 |
| 2012 | 118,10 | 48 415 | 10 618 | 6 796 | 3 292 |
| 2013 | 107,22 | 61 458 | 11 798 | 8 421 | 4 259 |
| 2014 | 128,64 | 62 122 | 10 569 | 7 293 | 4 016 |
| 2015 | 128,64 | 61 267 | 11 320 | 8 150 | 4 754 |
| 2016 | 135,70 | 59 240 | 10 678 | 7 795 | 5 232 |
| 2017 | 134,24 | 55 843 | 10 324 | 7 983 | 5 312 |
| 2018 | 136,94 | 61 747 | 11 649 | 9 086 | 6 174 |
| 2019 | 134,52 | 53 005 | 10 689 | 8 658 | 5 451 |
| 2020 | 134,83 | 49 163 | 9 676 | 7 470 | 5 441 |
| Уссурийский залив | | | | | |
| 2010 | 39,78 | 23 127 | 3 469 | 2 359 | 1 804 |
| 2011 | 30,68 | 19 782 | 2 859 | 1 497 | 1 180 |
| 2012 | 33,01 | 12 836 | 2 120 | 1 399 | 1 124 |
| 2013 | 28,87 | 14 951 | 2 438 | 1 529 | 1 188 |
| 2014 | 29,44 | 16 703 | 2 795 | 1 565 | 1 006 |
| 2015 | 32,42 | 16 893 | 2 616 | 1 360 | 889 |
| 2016 | 27,73 | 14 794 | 2 704 | 1 406 | 1055 |
| 2017 | 27,73 | 11 655 | 2 039 | 1 233 | 904 |
| 2018 | 27,73 | 9 344 | 1 750 | 824 | 718 |
| 2019 | 32,32 | 9 213 | 1 793 | 1 076 | 860 |
| 2020 | 32,44 | 9 216 | 1 818 | 1 289 | 833 |

* Промысловый запас – биомасса моллюсков с длиной раковины сверх промыслового размера (80 мм).

** Эксплуатируемая (вылавливаемая) часть скопления – биомасса моллюсков длиной раковины от 80 до 96 мм, наиболее востребованные на международном рынке.

Доля промысловой части скопления Амурского залива, начиная с 2012 г. постепенно возрастала с 64% и к 2018–2019 гг. достигла порядка 80%. В 2020 г. этот показатель был на уровне 2017–2019 гг. и составлял 77% от общего числа особей в скоплении. Доля промысловых особей в Амурском заливе варьировала от 64 до 83% и в среднем была около 74%, в Уссурийском – изменялась от 47 до 71%, в среднем составляла 59%.

Доля эксплуатируемой части скопления анадары Амурского залива изменялась в диапазоне величин от 30 до 56%, в среднем была равна 43%, в скоплении Уссурийского залива этот параметр изменялся от 34 до 53%, в среднем составлял 44%.

Освоение ресурсов. Основная промысловая нагрузка приходится на скопление Амурского залива, в котором сосредоточено более 85% ресурсов промысловых скоплений моллюсков залива Петра Великого. С 2010 г. общий допустимый улов (ОДУ) поддерживается на уровне 0,3 тыс. т, а его освоение до 2019 г. варьировало в пределах 80–100% (рис. 3).

В 2020 г. освоение моллюска было минимальным, выловлено около 227 т анадары, что соответствует порядка 77% от выделенной квоты, это значение меньше на 17% показателей 2018 г. (94%) и на 7% меньше показателей 2019 г. (84%). Эксплуатация ресурсов анадары в объеме 0,300 тыс. т, что составляет порядка 3% от промыслового запаса моллюсков Амурского и Уссурийского заливов, проходит без ущерба для вида и не оказывает существенного влияния на состояние промысловых скоплений моллюсков залива Петра Великого.

В результате мониторинга, проведенного в период с 2010 по 2020 гг., выявлено, что состояние промысловых скоплений анадары залива Петра Великого относительно стабильно.

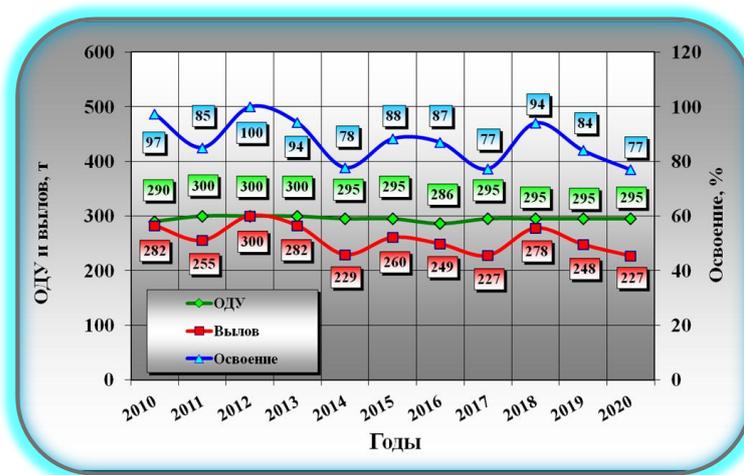


Рис. 3. Динамика освоения ресурсов анадары

На усредненной суммарной площади, составляющей около 157 км², занимаемой промышленными скоплениями анадары Амурского и Уссурийского заливов, сосредоточено в среднем более 71 млн экз. анадары с общим запасом, оцененным в 13,7 тыс. т, промышленным – 9,8 тыс. т, при этом эксплуатируемая часть скоплений находится на уровне 5,8 тыс. т.

В заливе Петра Великого рекомендовано к изъятию 0,3 тыс. т. анадары, что составляет порядка 3% от промышленного запаса двух скоплений.

Для сохранения ресурсного потенциала вида с длительным периодом жизни, чувствительного к воздействию промысла, с учетом условий формирования поселений в Амурском, Уссурийском заливах и специфики лова моллюска, существует необходимость тщательного регулирования промысловой нагрузки. В связи с этим целесообразно снизить пресс промысла на скопление Уссурийского залива как наименее обширное по площади, численности и биомассе и сместить промысловую нагрузку на скопление анадары Амурского залива.

В целях сохранения целостности и стабильности состояния скопления анадары Амурского залива необходимо ввести ограничение на функционирование РПУ и РВУ, которые оказались расположенными на акватории, занятой самым крупным промысловым скоплением данного вида в Приморье. Наряду с этим следует осуществлять ежегодный мониторинг состояния промысловых скоплений анадары залива Петра Великого, существующих на краю ареала под воздействием антропогенного влияния.

Литература

1. Афейчук Л.С. Результаты мониторинга промыслового скопления анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) по материалам 2019 г. // X Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (19–21 марта 2019 г.) «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский: КГТУ, 2019. – С. 6–10.
2. Афейчук Л.С. Результаты мониторинга промыслового скопления анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) Уссурийского залива (Японское море залив Петра Великого) по материалам 2018 г. // Материалы II Нац. науч.-практ. конф. (15–17 мая 2019 г.) «Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования». – Керчь: КГМТУ, 2019. – С. 267–271.
3. Афейчук Л.С. Состояние промысловых скоплений анадары Броутона (*Anadara broughtonii*) в заливе Петра Великого (Японское море) по материалам 2019 г. // XI Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. (24–25 марта 2020 г.) «Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование». – Петропавловск-Камчатский: КГТУ, 2020. – С. 6–10.

УДК 565.371(265.5)

И.А. Блохин, Т.Б. Морозов

*Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО),
Петропавловск-Камчатский, 683000;
Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: ivblokhin@gmail.com*

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ АМФИПОД ШЕЛЬФОВОЙ ЗОНЫ КАМЧАТСКОГО ЗАЛИВА

По результатам проведенных исследований выявлено 114 видов амфипод, принадлежащих к 2 подотрядам и 23 семействам. Чаще других встречались детритофаги: *Grandifoxus longirostris*, *Paraphoxus simplex*; подвижные сестонофаги и фильтраторы: *Ampelisca macrocephala*, *Ampelisca furcigera*, *Ampelisca eschrichti*, а также виды, которые можно отнести к хищникам и некрофагам: *Melita sp.*, *Hippomedon pacificus*. В шельфовой зоне Камчатского залива преобладают холодноводные виды бореально-арктического комплекса.

Ключевые слова: макрозообентос, амфиподы, гаммариды, видовое разнообразие.

I.A. Blokhin, T.B. Morozov

*Kamchatka branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;
Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003
e-mail: ivblokhin@gmail.com*

TAXONOMIC COMPOSITION OF AMPHIPODES IN THE SHELF ZONE OF THE KAMCHATSKY BAY

As a result of the research, 114 amphipod species belonging to 2 suborders and 23 families were identified. There was abundance of detritivores: *Grandifoxus longirostris*, *Paraphoxus simplex*; mobile seston-feeders and filter feeders: *Ampelisca macrocephala*, *Ampelisca furcigera*, *Ampelisca eschrichti*, and also predators and necrophages: *Melita sp.*, *Hippomedon pacificus*. The cold-water species of the boreal-arctic complex prevail in the shelf zone of the Kamchatka Bay.

Key words: macrozoobenthos, amphipods, gammarids, species diversity.

Камчатский залив является местом нагула многих видов донных рыб и промысловых беспозвоночных [1, 2].

Наиболее важными для изучения донной фауны прибрежной зоны Камчатки явились экспедиции ИОАН (Института океанологии АН СССР) на э/с «Витязь» в 1949–1955 гг. За эти годы была подробно исследована вся прибрежная зона восточной Камчатки и северных Курильских островов до глубин 200 м. При этом наиболее важными в работах «Витязя» были количественные исследования донной фауны. В общей сложности в этом районе «Витязем» было сделано 246 бентосных станций, на которых было получено 230 дночерпательных и 88 траловых проб.

Материалы, собранные во время экспедиций «Витязя», позволили составить карты количественного распределения донной фауны (общей и кормовой биомассы бентоса и мест скопления массовых форм бентоса) в районе восточной Камчатки, вошедшие в «Атлас океанографических данных промысловых районов Берингова и Охотского морей» (1955) [3].

По материалам этих экспедиций было написано несколько работ по количественному распределению донной фауны. Самой полной из них по праву считается монография А.П. Кузнецова (1963) [4], в которой автор собрал воедино и подробно описал количественные характеристики и характерные биоценозы фауны донных беспозвоночных прикамчатских вод Тихого океана и северных Курильских островов.

Отдельные группы организмов играют различную роль в создании биомассы бентоса в Камчатском заливе, но наибольшее значение имеют моллюски, иглокожие и полихеты. На долю моллюсков в заливе приходится более 37% всей биомассы донной фауны, иглокожие занимали 35% от общей биомассы, и 14% приходилось на полихет. На долю ракообразных приходилось всего 4,2% от суммарной биомассы, хотя эта группа лидировала по численности [4] (табл. 1).

Таблица 1

Соотношение отдельных групп донных животных в бентосе Камчатского залива [4]

| Группы | Средняя численность, экз/м ² | Средняя биомасса, г/м ² | % от общей биомассы |
|---------------|---|------------------------------------|---------------------|
| Spongia | – | 0,6 | 0,3 |
| Coelenterata | 11 | 11,5 | 0,6 |
| Nemertini | 2 | 0,6 | 0,3 |
| Polychaeta | 214 | 24,4 | 14,0 |
| Sipunculoidea | 2 | 0,3 | 0,2 |
| Crustacea | 626 | 7,1 | 4,2 |
| Mollusca | 95 | 64,1 | 36,6 |
| Bryozoa | – | 2,7 | 1,6 |
| Echinodermata | 119 | 61,5 | 35,4 |
| Varia | – | 1,2 | 0,8 |
| ВСЕГО | 1069 | 174,0 | 100,0 |

Е.П. Дулепова в своей работе, посвященной кормовым ресурсам и степени их использования бентофагами, показала, что при анализе пищевых спектров 15 видов донных рыб, важных с промысловой точки зрения, их трофические связи в районах камчатского шельфа замыкаются на иглокожих, моллюсках и полихетах. Кроме того, важную роль в питании донных рыб играют также амфиподы и декаподы.

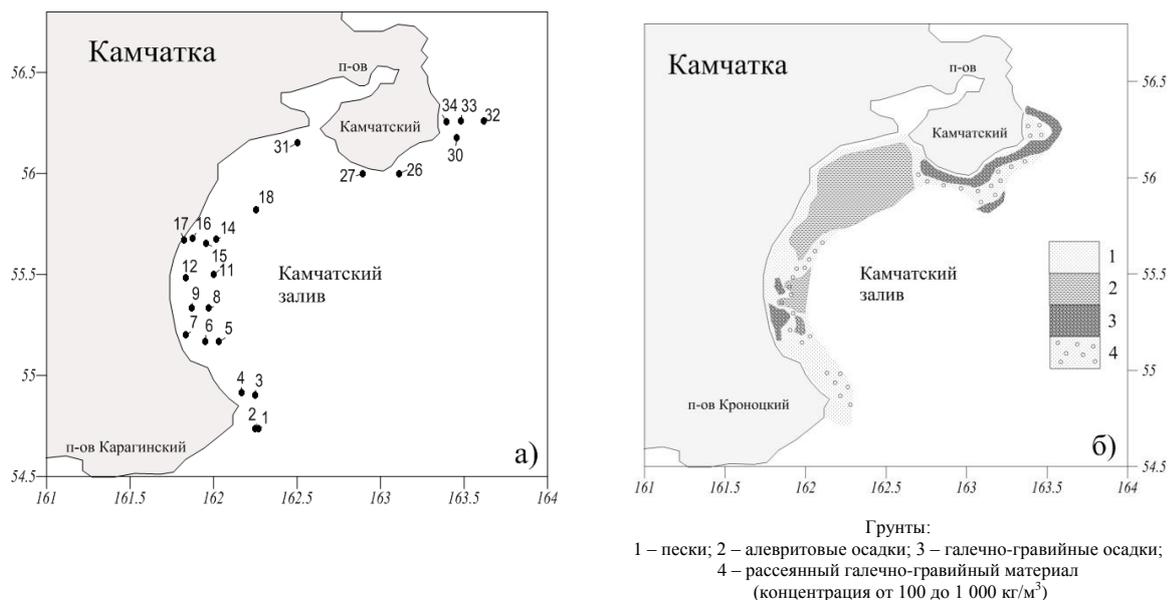
Несмотря на обилие в бентосе иглокожих, эта группа на шельфе является предпочитаемой только для камчатского краба и в незначительной мере для палтусовидной камбалы. Излюбленным кормом почти для всех массовых рыб в этом районе можно считать амфипод. Индекс избирания этой группы у сахалинской и желтоперой камбал, а также бычков близок к единице. То есть, несмотря на то, что доля амфипод в биомассе бентоса невелика, они явно выбираются этими бентофагами. Степень выедания бентоса массовыми видами донных рыб в Камчатском заливе выше, чем в других районах камчатского шельфа, что объясняется, судя по всему, низкой величиной продукции бентосных групп. При этом наибольший пресс приходится на амфипод, которых выедается в среднем около 30% от их расчетной биомассы, а в некоторых районах и до 37%. Эту группу используют в пищу восемь из одиннадцати видов наиболее массовых бентофагов [5].

В связи с вышеперечисленным становится интересным выяснение современного состояния бентофауны Камчатского залива и, в частности, группы, подвергающейся наибольшему пищевому прессу – амфипод.

Целью данной работы было определение таксономического состава амфипод шельфа Камчатского залива.

Материалы и методы. Камчатский залив – это широко открытый и слабо вдающийся в сушу залив тихоокеанского побережья восточной Камчатки. Он характеризуется слабой изрезанностью берегов и узкой отмелью. Донный грунт в основном представлен песком. Мелкие алевритовые осадки и смешанные песчано-галечные грунты встречаются в северной части залива, куда впадает река Камчатка (рис., б).

Материалом для работы послужили пробы макрозообентоса, собранные в июне 2013 г. во время рейса на НИС «МРТК-316» в Камчатском заливе. Пробы грунта собирали дночерпателем «Океан-50» с площадью раскрытия 0,25 м² по стандартным методикам [6, 7]. Для анализа были определены 24 станции с диапазоном глубин от 9 до 250 м, находящиеся в шельфовой части Камчатского залива. Сетка станций и характер грунтов представлены на рисунке.



Карта-схема Камчатского залива с указанием сетки станций (а) и грунтов (б)
 Примечание. Карта-схема грунтов Камчатского залива составлена с использованием Атласа карт океанографических данных промысловых районов Берингова и Охотского морей [3]

На каждой станции, как правило, брали две полноценные дночерпательные пробы, грунт промывали через систему сит с ячейей нижнего 1 мм. Найденные организмы сортировали по группам и далее фиксировали и хранили в 70%-ном растворе этилового спирта. Определение видового состава и количественную оценку бентосных организмов проводили в лабораторных условиях.

В пробах было определено 114 видов разноногих ракообразных (амфипод), принадлежащим к 2 подотрядам и 23 семействам (табл. 2).

Таблица 2

Список видов амфипод (Amphipoda; Gammaridea, Caprellioida) в шельфовой зоне Камчатского залива в 2013 г.

| № | Таксон | Частота встречаемости, % | Зоогеографический комплекс | № | Таксон | Частота встречаемости, % | Зоогеографический комплекс |
|--|---|--------------------------|----------------------------|----|--|--------------------------|----------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| П/отр. Gammaridea Latreille, 1802 | | | | | | | |
| Сем. Lysianassoidea Dana, 1849 | | | | | | | |
| 1 | <i>Wecomedon kurilicus</i> Gurjanova, 1962 | 8,33 | ТПШБ | 14 | <i>Anonyx nugax</i> Phipps, 1774 | 12,5 | Б-А |
| 2 | <i>Wecomedon wirketis</i> Gurjanova, 1962 | 12,5 | ТПШБ | 15 | <i>Anonyx makarovi</i> Gurjanova, 1962 | 8,33 | Б-А |
| 3 | <i>Wecomedon minusculus</i> Gurjanova, 1938 | 4,17 | – | 16 | <i>Anonyx anivae</i> Gurjanova, 1962 | 4,17 | – |
| 4 | <i>Hippomedon pacificus</i> Gurjanova, 1962 | 25 | ТПШБ | 17 | <i>Anonyx compactus</i> Gurjanova, 1962 | 4,17 | Б-А |
| 5 | <i>Hippomedon propinquus eous</i> Gurjanova, 1962 | 4,17 | – | 18 | <i>Anonyx sp.</i> | 4,17 | – |
| 6 | <i>Hippomedon punctatus</i> Gurjanova, 1962 | 16,67 | ТПВБ | 19 | <i>Kerguelenia borealis ochotica</i> Gurjanova, 1962 | 4,17 | ТПШБ |
| 7 | <i>Hippomedon sp.</i> | 8,33 | – | 20 | <i>Kerguelenia eoa</i> Gurjanova, 1962 | 4,17 | ТПВБ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|--|-------|------|----|--|-------|------|
| 8 | <i>Orchomenella minuta</i> Krøyer, 1846 | 8,33 | Б-АЦ | 21 | <i>Lepidepcreum comatum</i> Gurjanova, 1962 | 4,17 | ТПШБ |
| 9 | <i>Orchomenella pacifica</i> Gurjanova, 1938 | 4,17 | Б-АЦ | 22 | <i>Lepidepcreum sp.</i> | 8,33 | – |
| 10 | <i>Orchomenella sp.</i> | 4,17 | – | 23 | <i>Paratryphosites abyssi</i> Goës, 1866 | 4,17 | АБ |
| 11 | <i>Onisimus normani</i> G.O. Sars, 1891 | 4,17 | АБ | 24 | <i>Socarnes bidenticulatus</i> Spence Bate, 1858 | 4,17 | ТПШБ |
| 12 | <i>Onisimus simus</i> Gurjanova, 1962 | 4,17 | Б-А | 25 | <i>Lysianassidae gen. sp.</i> | 8,33 | – |
| 13 | <i>Anonyx nugax pacificus</i> Gurjanova, 1962 | 4,17 | Б-А | | | | |
| Сем. Ischyroceridae Stebbing, 1899 | | | | | | | |
| 26 | <i>Ischyrocerus commensalis</i> Chevreux, 1900 | 8,33 | Б-А | 32 | <i>Ischyrocerus megacheir</i> Boeck, 1871 | 8,33 | Б-А |
| 27 | <i>Ischyrocerus dezhevi</i> Gurjanova, 1951 | 8,33 | ТПББ | 33 | <i>Ischyrocerus sp.</i> | 41,67 | – |
| 28 | <i>Ischyrocerus anguipes</i> Krøyer, 1838 | 4,17 | АБ | 34 | <i>Erichthonius tolli</i> Bruggen, 1909 | 12,5 | Б-А |
| 29 | <i>Ischyrocerus krascheninnikovi</i> Gurjanova, 1951 | 8,33 | ТПШБ | 35 | <i>Erichthonius megalops</i> Sars G.O., 1879 | 4,17 | Б-А |
| 30 | <i>Ischyrocerus elongatus</i> Gurjanova, 1938 | 8,33 | АБ | 36 | <i>Erichthonius grebnitzkii</i> Gurjanova, 1951 | 8,33 | Б-А |
| 31 | <i>Ischyrocerus tuberculatus</i> Hoek, 1882 | 4,17 | Б-А | | | | |
| Сем. Pontogeneiidae Stebbing, 1906 | | | | | | | |
| 37 | <i>Pontogeneia andrijashevi</i> Gurjanova, 1951 | 4,17 | ТПШБ | | | | |
| Сем. Haustoriidae Stebbing, 1906 | | | | | | | |
| 38 | <i>Eohaustorius eous</i> Gurjanova, 1951 | 25 | ТПШБ | 39 | <i>Haustoriidae gen.sp.</i> | 8,33 | – |
| Сем. Ampeliscidae Krøyer, 1842 | | | | | | | |
| 40 | <i>Ampelisca macrocephala</i> Liljeborg, 1852 | 33,33 | Б-АЦ | 45 | <i>Ampelisca sp.</i> | 29,17 | – |
| 41 | <i>Ampelisca furcigera</i> Bulyčeva, 1936 | 29,17 | ТШБ | 46 | <i>Byblis erythropros</i> Sars, 1883 | 16,67 | АБ |
| 42 | <i>Ampelisca birulai</i> Bruggen, 1909 | 12,5 | Б-А | 47 | <i>Byblis longicornis</i> G.O. Sars, 1891 | 4,17 | Б-А |
| 43 | <i>Ampelisca eschrichtii</i> Krøyer, 1842 | 29,17 | Б-АЦ | 48 | <i>Byblis gaimardii</i> Krøyer, 1846 | 4,17 | Б-А |
| 44 | <i>Ampelisca eoa</i> Gurjanova, 1951 | 12,5 | ТББ | 49 | <i>Byblis sp.</i> | 4,17 | – |
| Сем. Oedicerotidae Lilljeborg, 1865 | | | | | | | |
| 50 | <i>Aceroides latipes latipes</i> Sars, 1883 | 4,17 | Б-А | 57 | <i>Westwoodilla abyssalis</i> Gurjanova, 1951 | 4,17 | Б-А |
| 51 | <i>Bathymedon longimanus</i> Boeck, 1871 | 8,33 | Б-А | 58 | <i>Westwoodilla sp.</i> | 4,17 | – |
| 52 | <i>Bathymedon obtusifrons</i> Hansen, 1883 | 4,17 | Б-А | 59 | <i>Monoculodes latimanus</i> Goës, 1866 | 8,33 | Б-А |
| 53 | <i>Bathymedon tilesii</i> Gurjanova, 1951 | 12,5 | Б-А | 60 | <i>Monoculodes castalskii</i> Gurjanova, 1951 | 4,17 | АБ |
| 54 | <i>Bathymedon sp.</i> | 29,17 | – | 61 | <i>Monoculodes crassirostris</i> Hansen, 1888 | 4,17 | АБ |
| 55 | <i>Westwoodilla megalops</i> Sars, 1882 | 4,17 | Б-А | 62 | <i>Oedicerotidae gen. sp.</i> | 4,17 | – |
| 56 | <i>Westwoodilla caecula</i> Spence Bate, 1857 | 4,17 | Б-А | | | | |
| Сем. Photidae Boeck, 1871 | | | | | | | |
| 63 | <i>Photis reinhardi</i> Krøyer, 1842 | 8,33 | Б-А | 66 | <i>Photis vinogradovi</i> Gurjanova, 1951 | 4,17 | ТПШБ |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|--|---|-------|------|-----|--|-------|------|
| 64 | <i>Gammaropsis melanops</i> G.O. Sars, 1883 | 8,33 | АБ | 67 | <i>Photis beringiensis</i> Tzvetkova, 1980 | 4,17 | Б-А |
| 65 | <i>Gammaropsis</i> sp. | 4,17 | – | 68 | <i>Photis</i> sp. | 20,83 | – |
| Сем. Dulichiidae Dana, 1849 | | | | | | | |
| 69 | <i>Dyopedos porrectus</i> Spence Bate, 1857 | 4,17 | Б-А | 70 | <i>Dulichia</i> sp. | 8,33 | – |
| Сем. Corophiidae Leach, 1814 | | | | | | | |
| 71 | <i>Protomedeia gurjanovae</i> Bulyčeva, 1951 | 4,17 | Б-А | 75 | <i>Protomedeia</i> sp. | 25 | – |
| 72 | <i>Protomedeia fasciata</i> Krøyer, 1842 | 12,5 | Б-А | 76 | <i>Pareurysstheus dentatus</i> Holmes, 1908 | 4,17 | АБ |
| 73 | <i>Protomedeia popovi</i> Gurjanova, 1951 | 12,5 | ТПШБ | 77 | <i>Crassicorophium crassicorne</i> Bruzelius, 1859 | 8,33 | АБ |
| 74 | <i>Protomedeia grandimana</i> Brüggem, 1906 | 8,33 | Б-А | 78 | <i>Crassicorophium</i> sp. | 8,33 | – |
| Сем. Unciolidae Myers & Lowry, 2003 | | | | | | | |
| 79 | <i>Unciola leucopis</i> Krøyer, 1845 | 12,5 | Б-АЦ | | | | |
| Сем. Phoxocephalidae G.O. Sars, 1891 | | | | | | | |
| 80 | <i>Grandifoxus longirostris</i> Gurjanova, 1938 | 37,5 | ТПШБ | 85 | <i>Harpiniopsis kobjakovae</i> Bulyčeva, 1936 | 4,17 | ТПШБ |
| 81 | <i>Grandifoxus nasuta</i> Gurjanova, 1936 | 12,5 | Б-А | 86 | <i>Harpiniopsis moiseevi</i> Gurjanova, 1953 ? | 20,83 | ТПШБ |
| 82 | <i>Grandifoxus robustus</i> Gurjanova, 1938 | 4,17 | Б-А | 87 | <i>Harpiniopsis schurini</i> Bulyčeva, 1936 | 4,17 | Б-А |
| 83 | <i>Grandifoxus</i> sp. | 8,33 | – | 88 | <i>Harpiniopsis gurjanovae</i> Bulyčeva, 1936 | 8,33 | Б-А |
| 84 | <i>Paraphoxus simplex</i> Gurjanova, 1938 | 25 | ТПШБ | 89 | <i>Phoxocephalidae</i> gen.sp. | 4,17 | – |
| Сем. Ochlesidae Stebbing, 1910 | | | | | | | |
| 90 | <i>Cryptodius kelleri</i> Brüggem, 1907 | 8,33 | АБ | | | | |
| Сем. Eusiridae Stebbing, 1888 | | | | | | | |
| 91 | <i>Rhachotropis aculeata</i> Lepechin, 1780 | 4,17 | АБ | | | | |
| Сем. Atylidae Lilljeborg, 1865 | | | | | | | |
| 92 | <i>Atylus atlassovi</i> Gurjanova, 1951 | 4,17 | Б-А | | | | |
| Сем. Argissidae Walker, 1904 | | | | | | | |
| 93 | <i>Argissa hamatipes</i> Norman, 1869 | 4,17 | АБ | | | | |
| Сем. Synopiidae Dana, 1853 | | | | | | | |
| 94 | <i>Syrrhoe crenulata</i> Goës, 1866 | 16,67 | Б-АЦ | 95 | <i>Syrrhoe</i> sp. | 4,17 | – |
| Сем. Melitidae Bousfield, 1973 | | | | | | | |
| 96 | <i>Megamoera dentata</i> Krøyer, 1842 | 8,33 | Б-А | 98 | <i>Maera</i> sp. | 8,33 | – |
| 97 | <i>Melita</i> sp. | 29,17 | – | | | | |
| Сем. Stenothoidae Boeck, 1871 | | | | | | | |
| 99 | <i>Metopa layi</i> Gurjanova, 1948 | 4,17 | ТПШБ | 102 | <i>Mesometopa</i> sp. | 8,33 | – |
| 100 | <i>Metopa boeckii</i> Sars, 1892 | 4,17 | АБ | 103 | <i>Parametopella stelleri</i> Gurjanova, 1948 | 4,17 | АБ |
| 101 | <i>Metopella longimana</i> Boeck, 1871 | 4,17 | Б-А | 104 | <i>Stenothoidae</i> gen. sp. | 4,17 | – |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 |
|---|--|------|-----|-----|---|-------|-----|
| Сем. Pleustidae Buchholz, 1874 | | | | | | | |
| 105 | <i>Pleusymtes glaber</i> Boeck, 1861 | 4,17 | Б-А | 106 | <i>Pleusymtes sp.</i> | 4,17 | – |
| Сем. Gammaridae Leach, 1814 | | | | | | | |
| 107 | <i>Gammarus sp.</i> | 4,17 | – | | | | |
| Сем. Anisogammaridae Bousfield, 1977 | | | | | | | |
| 108 | <i>Eogammarus sp.</i> | 4,17 | – | | | | |
| Сем. Pardaliscidae Boeck, 1871 | | | | | | | |
| 109 | <i>Pardalisca tenuipes</i> Sars, 1893 | 4,17 | Б-А | 110 | <i>Gammaridea fam.sp.</i> | 33,33 | – |
| П/отр. Caprellioidea Leach, 1814 | | | | | | | |
| Сем. Caprellidae Leach, 1814 | | | | | | | |
| 111 | <i>Caprella linearis</i> Linnaeus, 1767 | 8,33 | Б-А | 113 | <i>Caprella irregularis</i> Mayer, 1903 | 4,17 | ТШБ |
| 112 | <i>Caprella septentrionalis</i> Krøyer, 1838 | 4,17 | Б-А | 114 | <i>Caprellioidea fam. sp.</i> | 8,33 | – |

Примечание: в графе «Зоогеографический комплекс» приняты следующие обозначения: ТШБ – тихоокеанский широкобореальный; ТПШБ – тихоокеанский приазиатский широкобореальный; ТПВБ – тихоокеанский приазиатский высокобореальный; ТВБ – тихоокеанский высокобореальный; Б-А – бореально-арктический; Б-АЦ – бореально-арктический циркумполярный; АБ – амфибореальный. Графа «Зоогеографический комплекс» составлена с использованием литературных данных [8–12].

Доминантами по частоте встречаемости являлись представители семейства Phoxocephalidae: *Grandifoxus longirostris* (37,5%), *Paraphoxus simplex* (25%), *Harpiniopsis moiseevi* (20,8%); субдоминантами были представители группы Ampeliscidae: *Ampelisca macrocephala* (33,3%), *Ampelisca furcigera* (29,2%), *Ampelisca eschrichti* (29,2%) и *Byblis erythrops* (16,7%).

В четвертой части, и даже немногим более, всех обработанных проб присутствовали *Melita sp.* (29,2%), *Bathymedon sp.* (29,02%) и *Hippomedon pacificus* (25%).

В фауне амфипод Камчатского залива нами установлено наличие трех зоогеографических комплексов (табл. 3). Больше половины фауны (54,9%) составляют бореально-арктические виды, 7,3% из них циркумполярны в Арктике. Доля эндемиков Тихоокеанской бореальной области составляет 26,8%, причем 23,2% из них распространены только у азиатского побережья. Доля амфибореальных видов составляет 18,3%.

Таблица 3

Зоогеографический состав фауны амфипод шельфовой зоны Камчатского залива в 2013 г.

| Зоогеографический комплекс | Количество видов | Доля от общего числа видов, % |
|--|------------------|-------------------------------|
| I. Эндемики Тихоокеанской бореальной области | | |
| 1. Тихоокеанские широкобореальные виды (ТШБ) | 2 | 2,4 |
| 2. Тихоокеанские приазиатские широкобореальные виды (ТПШБ) | 16 | 19,5 |
| 3. Тихоокеанские приазиатские высокобореальные виды (ТПВБ) | 3 | 3,7 |
| 4. Тихоокеанские высокобореальные виды (ТВБ) | 1 | 1,2 |
| II. Бореально-арктические виды (Б-А) | 39 | 47,6 |
| 1. Бореально-арктические циркумполярные в Арктике (Б-АЦ) | 6 | 7,3 |
| III. Амфибореальные виды (АБ) | 15 | 18,3 |
| ИТОГО | 82 | 100,0 |

Примечание. Таблица составлена с использованием литературных данных [8–12].

В заключение можно сказать, что в Камчатском заливе амфиподы широко распространены по всей акватории в большом вертикальном диапазоне глубин. Фауна гаммарид (*Gammaridea*) на исследуемой акватории была представлена 110 видами; фауна капреллид (*Caprellidea*) –

4 видами. В разных местах залива доминировали сразу несколько видов, ни один из видов резко не преобладал. Чаще других встречались детритофаги: *G. longirostris*, *P. simplex*, *E. eous*; подвижные сестонофаги и фильтраторы: *A. macrocephala*, *A. furcigera*, *A. eschrichti*, а также виды, которые можно отнести к хищникам и некрофагам: *Melita sp.*, *H. pacificus* и некоторые другие. Степень их доминирования в разных местах акватории различается.

Особенностью зоогеографического состава фауны амфипод шельфовой зоны Камчатского залива является преобладание в ней представителей холодноводного бореально-арктического комплекса.

Литература

1. Слизкин А.Г., Сафонов С.Г. Промысловые крабы прикамчатских вод. – Петропавловск-Камчатский: Северная Пацифика, 2000. – 180 с.
2. Дьяков Ю.П. Питание дальневосточных камбал (Pleuronectiformes) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – 2011. – Вып. 21. – С. 5–72.
3. Атлас карт океанографических данных промысловых районов Берингова и Охотского морей. Карта № 37 Распределение донных осадков (грунтов) // ИО АН СССР. – 1955. – 47 с.
4. Кузнецов А.П. Фауна донных беспозвоночных прикамчатских вод Тихого океана и северных Курильских островов. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1963. – 271 с.
5. Дулепова Е.П. Кормовые ресурсы и степень их использования бентофагами в шельфовых районах Камчатки // Биологические ресурсы шельфовых и окраинных морей. – М.: Наука, 1990. – С. 78–83.
6. Нейман А.А. Рекомендации по исследованию бентоса шельфов. – М.: ВНИРО, 1983. – 24 с.
7. Фролова Г.И. Методические рекомендации по отбору, обработке и анализу гидробиологических проб воды и грунта / Сост. Г.И. Фролова. – М.: Лесная страна, 2008. – 112 с.
8. Гурьянова Е.Ф. Бокоплавы морей СССР и сопредельных вод (Amphipoda – Gammarida). Л.: Наука, 1951. – 1029 с. (Определители по фауне СССР / Зоол. ин-т АН СССР; вып. 41).
9. Гурьянова Е.Ф. Бокоплавы северной части Тихого океана. – Л.: Наука. Ч. 1. – 440 с. (Определители по фауне СССР / Зоол. ин-т АН СССР; вып. 74).
10. Василенко С.В. Капреллиды (Морские козочки) морей СССР и сопредельных вод. – Л.: Наука, 1974. – 87 с. (Определители по фауне СССР / Зоол. ин-т АН СССР; вып. 107).
11. Будникова Л.Л., Безруков Р.Г. Таксономический состав и зонально-географические характеристики амфипод (Amphipoda: Gammaridea, Caprellidea) сублиторальной зоны Анадырского и Мечигменского заливов (Берингово море) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – 2018. – Вып. 50. – С. 41–53.
12. Будникова Л.Л., Безруков Р.Г. Амфиподы (Amphipoda: Gammaridea, Caprellidea) сублиторали корякского побережья (Берингово море) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – 2020. – Вып. 56. – С. 93–106.

УДК [(569.53+597.556.35):639.228](265.53)

А.Т. Бычков^{1,2}, О.А. Белонович³

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

² Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии,
Петропавловск-Камчатский, 683003;

³ Государственный природный биосферный заповедник «Командорский», 684500
e-mail: bychkoff.artur2014@yandex.ru

ПОВТОРНЫЕ ВСТРЕЧИ КОСАТОК (*ORCINUS ORCA*) НА ПРОМЫСЛЕ ЧЕРНОГО ПАЛТУСА (*REINHARDTIUS HIPPOGLOSSOIDES*) В ОХОТСКОМ МОРЕ

На данный момент проблема объедания косатками (*Orcinu sorca*) уловов на промысле черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*) в Охотском море стоит очень остро. Наблюдения нерегулярны, но продолжают до сих пор. Повторные встречи косаток говорят о том, что объеданием, вероятно, занимаются одни и те же семьи косаток. В 2021 г. задокументирована встреча косатки, участвующей в объедании уловов в 2010 и 2012 гг.

Ключевые слова: косатки, объедание уловов, чёрный палтус, морские млекопитающие, Охотское море.

A.T. Bychkov^{1,2}, O.A. Belonovich³

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

² Kamchatka branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;

³ Commander Islands Nature and Biosphere Reserve, 684500
e-mail: bychkoff.artur2014@yandex.ru

REPETEAD KILLER WHALES (*ORCINUS ORCA*) ENCOUNTERS IN BLACK HALIBUT (*REINHARDTIUS HIPPOGLOSSOIDES*) FISHERY IN THE SEA OF OKHOTSK

At present the problem of catches browsing by killer whales (*Orcinus orca*) in the black halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) fishery in the Sea of Okhotsk is very acute. The observations are not regular, but they are still conducted. The repeated encounters with killer whales indicate that the same killer whale families are probably engaged in browsing. The encounter with a killer whale participating in the catches browsing in 2010 and 2012 was documented in 2021.

Key words: killer whales, catches browsing, black halibut, marine mammals, the sea of Okhotsk.

В настоящее время в российских водах Дальнего Востока существует проблема объедания косатками (*Orcinus orca*) уловов черного палтуса (ЧП, *Reinhardtius hippoglossoides*). Многие аспекты взаимоотношения промысла и морских млекопитающих не изучены. По отзывам некоторых рыбаков, существует мнение, что косаток, занимающихся объеданием уловов ЧП, с каждым годом становится все больше.

Проблема объедания косатками уловов давно известна в мире. Конкуренция между морскими млекопитающим и человеком на рыбном промысле наблюдается у берегов Южной Америки, Австралии, Новой Зеландии и во многих других регионах.

Численность косаток, объедающих уловы в Охотском море, до сих пор неизвестна. По предварительной оценке численность косаток, объедающих уловы ЧП в Охотском море, в 2010–2020 гг., составляет приблизительно 140 особей.

Однако авторы отмечают, что данная оценка приближительна и основана на отдельных нерегулярных наблюдениях. Необходимо большее количество направленных исследований для более

точной оценки численности косаток, объедающих уловы. Повторные встречи свидетельствуют о том, что объеданием занимаются определенные семьи косаток (Белонович и др., 2021) [1].

На протяжении последних 20 лет периодически проводятся наблюдения за косатками, объедающими уловы ЧП в западной части Охотском моря с целью выявления общих закономерностей в поведении косаток при взаимодействии с судами на промысле, установления численности животных, занимающихся объеданием, и с целью оценки потерь уловов от влияния косаток. По возможности некоторые наблюдатели фотографировали животных для последующей фотоидентификации.

В настоящий момент проводятся наблюдения за влиянием косаток на промысел ЧП на судне «Алдан», ведущем промысел ЧП и других донных видов рыб в Охотском море (донный ярус). Наблюдатель фиксирует все промысловые операции, ведет наблюдения за акваторией во время промысла и переходов судна, а также фотографирует и снимает на видео животных, подходящих к судну и замеченных во время промысла.

Видеосъемка проводилась на DJI MavicPro, координаты встречи, дата и время фиксировались дроном, накладывались на видео и фото в режиме реального времени.

На сегодняшний день наблюдатель присутствует на промысловом судне 50 суток, проведено 450 часов наблюдений. За это время на промысле донных видов рыб судно находится 40 суток, из них восемь суток – на промысле ЧП.

Из этих восьми суток косатки замечены на промысле трое суток, на фото/видео удалось заснять только 1 группу. За все время промысла в 2021 г. было выставлено более 170 порядков, из них постановок на ЧП – 22, из которых объедено косатками 8 порядков (36%).

14 марта 2021 г. на промысле ЧП в подзоне 61.051 (Северо-Охотоморская подзона) была встречена группа косаток, из которых удалось идентифицировать одну особь. Она была из семьи косаток, встреченных в 2010 и 2012 гг. (рис. 1).

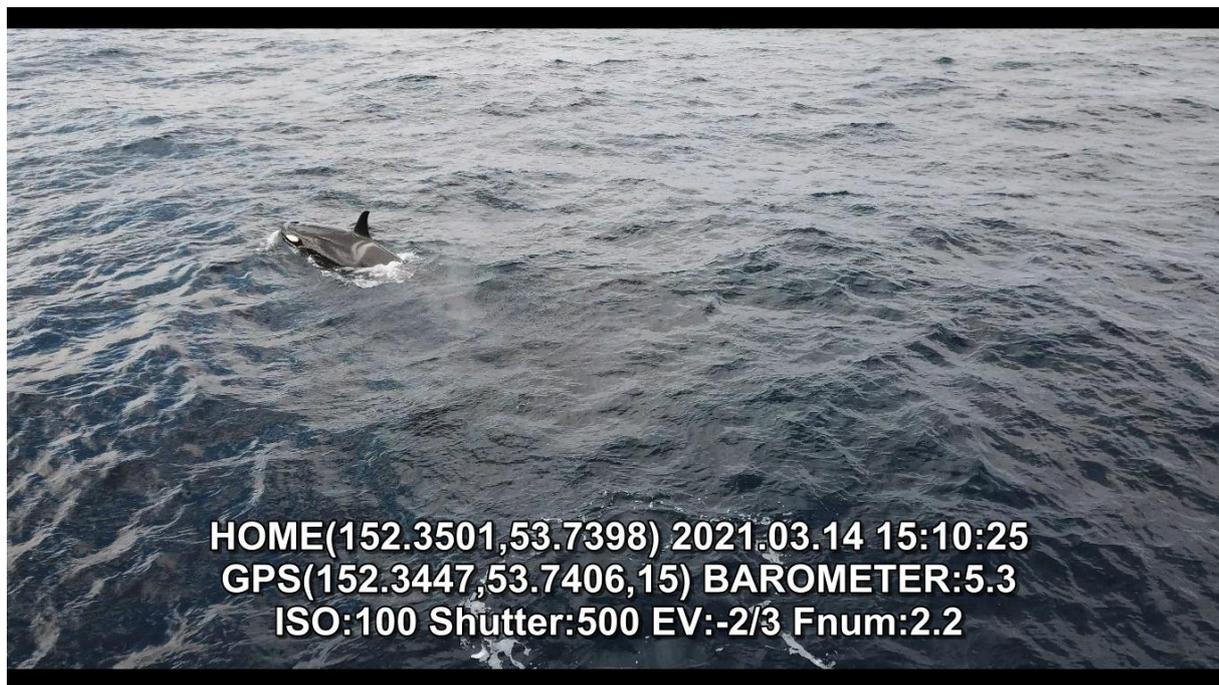


Рис. 1. Косатка, отмеченная при объедании уловов ЧП 2010 и 2012 гг. (фото 2021 г).

В декабре 2010 г. эта группа косаток преследовала промысловое судно на промысле ЧП донными сетями. Данная группа преследовала судно все время промысла и фактически не давала ему работать, объедавая до 100% улова.

В марте 2012 г. эта же группа косаток наблюдалась объедающей уловы ЧП с ярусных порядков в западной части Охотского моря [2].

В группе косаток, объедающих уловы в этом районе, подход к судну ближе, чем на 300 м, совершал только один детеныш. Взрослого животного рядом с ним не наблюдалось. Детеныш

(длина особи приблизительно 1,5 м, желтые пятна) подходил к судну минимум четыре раза на протяжении выборки трех порядков из воды. Остальные животные из этой группы держались на расстоянии не менее 300–400 м от судна.

Интересно, что ЧП был не единственным видом рыбы, на который напала косатка. В прилове обнаружен покусанный серый макрурус (*Coryphaenoides cinereus*) и скат (*Bathyraja* spp.) (рис. 2).



Рис. 2. Следы нападения косатки на серого макруруса (*Coryphaenoides cinereus*) и ската (*Bathyraja* spp.)

До наблюдений этого года нами не отмечалось объедание косатками в Охотском море уловов каких-либо других видов рыб, кроме ЧП. Также в прилове встречались бычки, минтай (*Gadus chalcogrammus*) и тихоокеанская треска (*Gadus macrocephalus*). Они были нетронуты косатками. Черный палтус после подхода косаток на порядках не наблюдался [1].

Поскольку рыбацкие косатки живут в семьях, в которых особи обоих полов всю жизнь проводят с матерью (матрилинии) [3], присутствие идентифицированной особи на промысле в 2021 г. говорит о том, что, вероятно, объеданием в 2021 г. занималась одна и та же группа косаток, что была встречена в 2010 и в 2012 гг., а значит, как минимум 1 семья косаток занимается объеданием уловов ЧП на протяжении более 10 лет. Это подтверждает гипотезу о том, что объеданием занимаются скорее всего только определенные группы косаток, которые освоили подобный опыт питания.

Не менее важным является вопрос, *почему* косатки начали и продолжают добывать пищу таким способом.

У о-вов Крозет сокращение численности обычных объектов питания косаток могло привести к объеданию косатками уловов [4]. Возможно, по этой же причине косатки вынуждены объедать уловы ЧП в Охотском море. Участие детенышей в объедании говорит о том, что молодые особи внутри семьи обучаются данному поведению. Существует мнение, что косатки объедают серого макруруса и другие виды рыб (Тестин и др., 2002). Возможно, когда наблюдали данное явление, объеданием видов прилова занимались именно молодые особи.

Таким образом, наблюдения этого года подтвердили, что объеданием уловов ЧП в Охотском море, вероятнее всего, занимаются лишь определенные семьи косаток. На данный момент это наблюдение является самым длительным задокументированным участием косатки в объедании уловов ЧП в Охотском море (2010–2021 гг).

Литература

1. Влияние косаток (*Orcinus orca*) на ярусный промысел черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*) в Охотском море в 2019–2020 гг. / О.А. Белонович, А.Т. Бычков, С.В. Агафонов, Т.С. Шулежко // Морские млекопитающие Голарктики. – 2021. – С. 18.

2. Корнев С.И., Белонович О.А., Никулин В.С. // Косатки (*Orcinus orca*) и промысел черного палтуса (*Reinhardtii hippoglossoides*) в Охотском море // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2014. – № 34.

3. Косатки – рыболовы и охотники / О.А. Филатова, Т.В. Ивкович, О.В. Шнак, Е. А. Борисова, И.Д. Федутин // Природа. – 2013. – № 5. – С. 28–37.

4. Long-term studies of Crozet Island killer whales are fundamental to understanding the economic and demographic consequences of their depredation behaviour on the Patagonian toothfish fishery / G. Guinet, P. Tixier, N. Gasco, G. Duhamel // ICES Journal of Marine Science. – Vol. 72, Iss. 5. – May/June 2015. – P. 1587–1597.

УДК [567+639.22/.23](268.45)

А.А. Греков

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

**СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ РЫБ ДОННЫХ ВИДОВ
И ИХ ОТЕЧЕСТВЕННОГО ПРОМЫСЛА В БАРЕНЦЕВОМ МОРЕ
И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ВОДАХ**

В работе приведено краткое описание современного состояния запасов основных донных рыб в Баренцевом море и прилегающих районах Норвежского и Гренландского морей, а также дано представление о современном уровне их изъятия отечественным флотом.

Ключевые слова: Баренцево море, запасы рыб донных видов, траловый и ярусный промыслы.

A.A. Grekov

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

**CURRENT STATE AND DOMESTIC FISHING OF GROUND SPECIES FISH STOCKS IN
THE BARENTS SEA AND ADJACENT WATERS**

The summary of the current state of the main ground fish stocks in the Barents Sea and adjacent waters of the Norwegian and Greenland Seas are presented. The current level of catching by the domestic fleet is given.

Key words: the Barents Sea, ground species fish stocks, trawl and longline fishings.

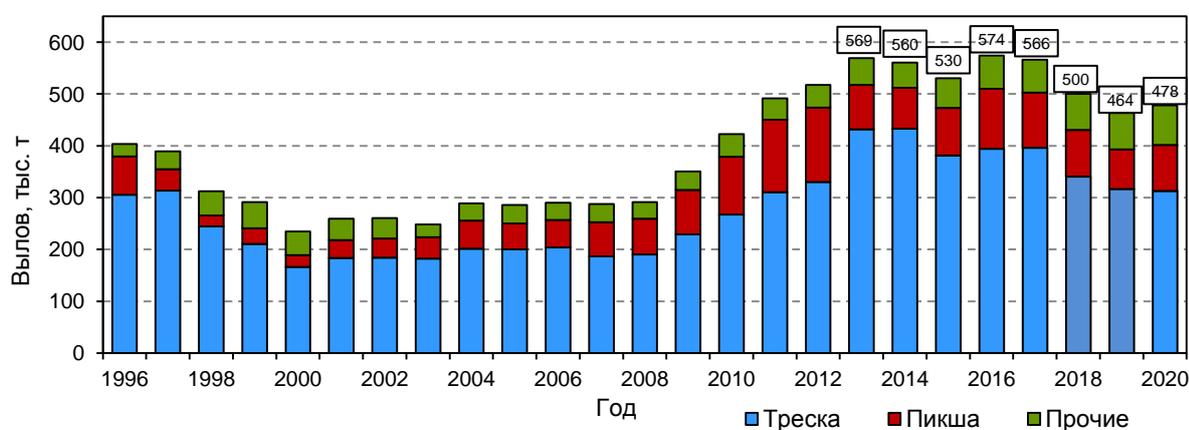
Основными объектами донного промысла рыб в Баренцевом море и сопредельных с ним водах являются треска (*Gadus morhua morhua*), пикша (*Melanogrammus aeglefinus*), сайда (*Pollachius virens*), черный палтус (*Reinhardtius hippoglossoides*), морская камбала (*Pleuronectes platessa*), морской золотистый окунь (*Sebastes norvegicus*) и окунь-клювач (*Sebastes mentella*), зубатки синяя, пятнистая и полосатая (*Anarhichas* spp.) и камбала-ерш (*Hippoglossoides platessoides*).

Многие из этих видов, такие как треска, пикша, черный палтус, морские окуни, являются трансграничными, поэтому их запасы признаны Россией и Норвегией как совместные. Оценкой состояния этих запасов, выработкой рекомендаций по их рациональной эксплуатации и установлению общих допустимых уловов (ОДУ) рыб этих видов занимается Рабочая группа ИКЕС (РГ ИКЕС) по арктическому рыболовству. На основе рекомендаций РГ ИКЕС по арктическому рыболовству на ежегодных сессиях Смешанной российско-норвежской комиссии (СРНК) по рыболовству рассматриваются конкретные вопросы в области регулирования промысла и объемы вылова этих рыб в Баренцевом море и сопредельных акваториях Норвежского и Гренландского морей.

В основу данной работы положены материалы РГ ИКЕС по арктическому рыболовству о состоянии запасов донных рыб, решения сессий СРНК, результаты инструментальных съемок России и Норвегии по оценке запасов рыб этих видов, выполняемых с российской стороны Полярным филиалом ФГБНУ «ВНИРО» (ПИНРО им. Н.М. Книповича), и сведения о промысловой деятельности российских судов.

В настоящее время в Баренцевом море отечественные рыбаки ведут преимущественно донный траловый промысел, а наиболее массовыми объектами лова являются треска и пикша. На промысле тресковых в 2015–2020 гг. работало от 134 до 144 траулеров, более половины (63%) из которых являются судами несерийной постройки мощностью более 2000 кВт (51%) и мощностью от 1 000 до 2 000 кВт (12%). Также добычей занимаются суда типа СРТМ (10%), ПСТ (7%) и СТМ (6%). Доля судов прочих типов – 14% [1]. Помимо тралового лова отечественные рыбаки ведут промысел донных рыб ярусами, но численность ярусоловов относительно невелика. В 2019–2020 гг. их насчитывалось 14 ед., среди которых шесть судов специализированной постройки, переоборудованных под ярусный лов судов типа СРТМ – 4 ед., СТРА – 3 ед. и 1 судно типа МКРТМ. К началу 2021 г. ярусный флот сократился до 13 ед. в связи с трагической гибелью в декабре 2020 г. МКРТМ М-0331 «Онега».

Совокупный объем отечественной добычи донных рыб в Баренцевом море и сопредельных водах в последние годы был в среднем близок к 500 тыс. т (рис.). Основной вылов приходился на траловый промысел, ярусами добывалось лишь 5–7%. Нарращивание или сокращение вылова в Баренцевом море главным образом определяется состоянием запасов донных рыб, в первую очередь трески.



Отечественный вылов рыб донных видов в Баренцевом море и сопредельных водах в 1996–2020 гг.

Треска. В 2011–2014 гг. отмечался пик величины биомассы промыслового и нерестового запасов трески, после чего мы наблюдали их устойчивую отрицательную динамику, которая продолжится и в 2021–2022 гг. Тем не менее в настоящее время запасы трески продолжают сохраняться в удовлетворительном состоянии. В 2020 г. промысловый запас трески составил 2,64 млн т, что выше среднемноголетнего уровня 2,29 млн т, а нерестовый – 1,37 млн т, что в три раза превышает величину установленной биологической безопасной границы ($V_{pa} = 460$ тыс. т) (табл. 1). К началу 2021 г. промысловый запас трески незначительно сократился до 2,58 тыс. т, а нерестовый остался на том же уровне, но в ближайшей перспективе продолжится и его снижение.

Таблица 1

Биомасса промыслового и нерестового запасов трески, ее ОДУ, квота России и отечественный вылов в 2010–2020 гг., тыс. т [2]

| Год | Запас | | ОДУ | Квота России | Вылов Россией |
|------|-------------|------------|-------|--------------|---------------|
| | промысловый | нерестовый | | | |
| 2010 | 3 818 | 1 396 | 628 | 266,045 | 267,5 |
| 2011 | 4 022 | 2 011 | 724 | 307,253 | 310,3 |
| 2012 | 4 148 | 2 328 | 772 | 327,857 | 329,9 |
| 2013 | 4 370 | 2 639 | 1 021 | 434,740 | 432,3 |
| 2014 | 3 964 | 2 499 | 1 014 | 434,722 | 433,5 |
| 2015 | 3 708 | 2 060 | 915 | 389,240 | 381,2 |
| 2016 | 3 266 | 1 690 | 915 | 389,240 | 394,1 |
| 2017 | 3 335 | 1 845 | 911 | 387,523 | 396,2 |
| 2018 | 3 019 | 1 593 | 796 | 338,159 | 340,4 |
| 2019 | 2 925 | 1 678 | 746 | 316,697 | 316,8 |
| 2020 | 2 640 | 1 368 | 759 | 322,277 | 312,7 |

Специализированный промысел трески ведут круглогодично как тралами, так и ярусами. В 2010–2020 гг. средний ежегодный вылов трески российским флотом составлял 355,9 тыс. т, достигая своего максимума в 2013–2014 гг. (432,3 и 433,5 тыс. т соответственно). Национальная квота России на 2021 г. составляет 385,6 тыс. т. Вклад ярусного флота в реализацию отечественной квоты трески в последние годы не превышает 5%.

Согласно решениям последних сессий СРНК, Россия и Норвегия могут переносить до 10% своих квот на треску и пикшу на следующий год, если не успевают освоить их в текущем году, либо, напротив, могут разрешить своим судам выловить до 10% сверх собственных квот в счет квоты будущего года. Такое гибкое регулирование промысла позволяет обеим странам в полном объеме реализовывать свои национальные квоты на вылов рыб этих видов.

Пикша. У пикши запас подвержен значительным колебаниям, и появление одного или нескольких урожайных поколений может существенно увеличить его величину. В 2011–2012 гг. отмечался пик промыслового запаса пикши, далее он сокращался, но с 2019 г. стал опять возрастать благодаря вхождению в него урожайных поколений 2016–2017 гг. Это позволило на 2020 г. увеличить ОДУ пикши на 25% по сравнению с 2019 г. ОДУ пикши в 2020 г. составил 215 тыс. т, в том числе квота России – 96,2 тыс. т, которая была реализована на 93%. На 2021 г. ОДУ пикши был еще увеличен до 232,5 тыс. т, а квота России – до 104,4 тыс. т (табл. 2).

Нерестовая часть запаса, несмотря на устойчивое снижение в последние годы, находится в удовлетворительном состоянии и превышает величину установленной биологической безопасной границы ($B_{pa} = 80$ тыс. т). Вхождение в нерестовый запас в ближайшие годы урожайных поколений 2016–2017 гг. должно сменить тренд его динамики на положительный.

Как и треску, пикшу облавливают круглогодично, а возможность переноса до 10% своей национальной квоты позволяет отечественным рыбакам полностью осваивать выделяемые объемы. Основной вылов пикши получают на траловом промысле, доля ярусного вылова обычно не превышает 2%.

Таблица 2

Биомасса промыслового и нерестового запасов пикши, ее ОДУ, квота России и отечественный вылов в 2010–2020 гг., тыс. т [2]

| Год | Запас | | ОДУ | Квота России | Вылов Россией |
|------|-------------|------------|---------|--------------|---------------|
| | промысловый | нерестовый | | | |
| 2010 | 1 161 | 255 | 243 | 111,400 | 111,4 |
| 2011 | 1 209 | 369 | 303 | 139,750 | 139,9 |
| 2012 | 1 203 | 496 | 318 | 144,253 | 143,9 |
| 2013 | 1 026 | 547 | 200 | 89,154 | 85,7 |
| 2014 | 1 001 | 545 | 178,5 | 79,115 | 78,7 |
| 2015 | 891 | 517 | 223 | 92,000 | 91,9 |
| 2016 | 820 | 508 | 244 | 109,700 | 115,7 |
| 2017 | 720 | 425 | 233 | 104,564 | 106,7 |
| 2018 | 646 | 320 | 202,305 | 90,230 | 90,5 |
| 2019 | 752 | 259 | 172 | 76,080 | 76,1 |
| 2020 | 798 | 243 | 215 | 96,159 | 89,0 |

Сайда. Промысловый и нерестовый запасы сайды находятся в удовлетворительном состоянии, и в целом в последние годы наблюдается их положительный тренд. На начало 2021 г. промысловый запас сайды оценен в 921 тыс. т, что значительно больше среднемноголетнего уровня, а нерестовый запас – 529 тыс. т, более чем в два раза превышая предосторожный ориентир B_{pa} (220 тыс. т).

В 2010–2020 гг. российский вылов сайды варьировал от 10,0 до 15,2 тыс. т, более половины из которого приходилось на прилов при промысле трески и пикши. Благоприятные условия для ведения ее целенаправленного лова складываются в первом полугодии на юго-западе Баренцева моря близ побережья Норвегии. А в теплые и аномально теплые в гидрологическом отношении годы, которые наблюдаются в последнее время, протяженные нагульные миграции сайды на восток Баренцева моря эпизодически создают и здесь условия для ее специализированного промысла. Весь вылов сайды российские рыбаки получают на траловом промысле, для донных ярусов эта рыба малодоступна, и ее попадание на крючки носит скорее случайный характер.

Черный палтус. С 1992 по 2009 г. действовал запрет на специализированный промысел черного палтуса в связи с депрессивным состоянием его запаса. За этот период популяция черного палтуса восстановилась, биомасса особей промысловых размеров (длиной 45 см и более) увеличилась с 367,3 до 667,5 тыс. т, что позволило с 2010 г. начать его промысел. При этом, несмотря на возобновление промысла, вплоть до 2015 г. продолжался рост биомассы промысловых особей до 780,9 тыс. т, но после этого запас стал постепенно сокращаться. Эта тенденция сохраняется и в настоящее время, и в основном она связана с отсутствием хороших пополнений запаса молодь. Модельные расчеты показывают, что без появления новых урожайных поколений даже полный запрет промысла не изменит эту ситуацию.

С 2010 по 2021 г. ОДУ черного палтуса возрастал с 15,0 до 27,0 тыс. т, а квота России увеличивалась с 6,75 до 12,23 тыс. т. Специализированный траловый промысел палтуса отечественные рыбаки ведут на континентальном склоне (глубина 500–700 м), начиная с осени и до конца года. В 2019–2020 гг. российский вылов был в пределах национальной квоты и составлял около 12,2 тыс. т.

Морская камбала. Запас морской камбалы находится в удовлетворительном состоянии и в последнее 10-летие имеет устойчивую тенденцию к росту. К началу 2021 г. биомасса промыслового запаса рыбы этого вида достигла 97,1 тыс. т, а нерестового – 82,6 тыс. т.

В условиях повышенного теплосодержания водных масс Баренцева моря в последние годы осуществляется круглогодичный промысел камбалы как в рамках специализированного тралового лова, так и в качестве прилова при промысле тресковых. С 2012 по 2019 г. отмечено неуклонное возрастание отечественного вылова данной рыбы с 5,7 до 10,6 тыс. т, в 2020 г. вылов морской камбалы составил 10,5 тыс. т.

Камбала-ерш. Наиболее широко распространенный вид в Баренцевом море, ее запас находится в удовлетворительном состоянии. В 2011–2020 гг. индекс численности камбалы-ерша варьировал от 2 506 до 4 932 млн экз., биомассы – от 321 до 584 тыс. т.

Несмотря на повсеместную встречаемость и удовлетворительное состояние запаса, плотных скоплений камбала-ерш не создает, поэтому ее специализированного лова не ведут, а добывают исключительно в качестве прилова, преимущественно на траловом промысле тресковых. Официальный ежегодный вылов этой рыбы в 2009–2019 гг. составлял 0,9–3,0 тыс. т, в 2020 г. – 3,3 тыс. т.

Окунь-клевач. Запас окуня-клевача находится в удовлетворительном состоянии и, несмотря на некоторые межгодовые флуктуации, имеет тенденцию к росту. Общий запас на начало 2021 г. достиг 1,5 млн т, нерестовый – свыше 900 тыс. т. С 2015 по 2020 г. ОДУ окуня-клевача возрастал с 30,0 до 55,9 тыс. т, а квота России увеличивалась с 7,4 до 14,1 тыс. т соответственно. В 2019–2020 гг. отечественный вылов составлял 13,4–13,6 тыс. т. На 2021 г. ОДУ окуня-клевача увеличен до 66,2 тыс. т, а национальная квота России – до 15,9 тыс. т.

Морской золотистый окунь. В последние годы отмечалось неуклонное сокращение запаса золотистого окуня. Запас находится в депрессивном состоянии и нуждается в восстановлении. По оценке, выполненной в 2019 г., биомасса нерестового запаса находилась на уровне 24 тыс. т, что существенно ниже значения $V_{lim} = 49$ тыс. т, и продолжает снижаться. В настоящее время действует полный запрет его специализированного промысла, получают его только как неизбежный прилов при промысле прочих донных рыб.

В 2015–2020 гг. отечественными рыбаками вылавливалось в качестве прилова 0,7–2,4 тыс. т золотистого окуня.

Зубатки. В Баренцевом море и сопредельных водах облавливают три вида зубаток: синяя (*Anarhichas denticulatus*), пятнистая (*A. minor*) и полосатая (*A. lupus*). Результаты инструментальных оценок в последние годы демонстрируют удовлетворительное состояние запасов зубаток этих видов [3].

Начиная с 1983 и до 2003 г. зубатки составляли основу вылова донных рыб отечественным ярусным флотом, а позже основным объектом ярусного промысла стала треска. Однако, несмотря на малочисленность ярусного флота и его переориентацию на лов трески, основной вылов зубаток отечественные рыбаки продолжают получать именно при этом виде промысла. В 2020 г. судами ярусного лова (14 ед.) добыто более половины (55%) общего вылова этих рыб. Остальная часть получена траулерами.

Отечественный флот преимущественно облавливает синюю и пятнистую зубаток. Вылов полосатой составляет чуть более 10% от общего вылова всех зубаток.

На траловом промысле вплоть до 2019 г. в уловах традиционно преобладала пятнистая зубатка, являющаяся приловом при промысле тресковых рыб. Так, значительный рост вылова трески повлек за собой увеличение тралового вылова пятнистой зубатки с 1,8 тыс. т в 2010 г. до 3,3–3,7 тыс. т в 2015–2017 гг. В последние годы объем вылова трески уменьшился и, соответственно, вылов этой зубатки траулерами сократился. В 2020 г. он составил 2,6 тыс. т, а в целом суммарный траловый вылов зубаток трех видов составил 9,0 тыс. т. В качестве особенности тралового промысла зубаток последних двух лет можно отметить тот факт, что в 2019 г. вылов синей зубатки сравнялся с уровнем добычи пятнистой, а в 2020 г. синяя зубатка впервые стала преобладать по вылову среди зубаток.

Ярусные суда, в отличие от траулеров, в большей мере облавливают синюю зубатку. В 2020 г. в общем ярусном вылове донных рыб в Баренцевом море (30,7 тыс. т) на долю синей зубатки приходилось 26%, а вместе с пятнистой и полосатой – 36%, или 10,9 тыс. т. Среди трех видов зубаток доля синей в ярусных уловах составила 74%, пятнистой – 25% и полосатой – 1%.

Общий объем добычи зубаток российским флотом в 2020 г. достиг 19,9 тыс. т. Это максимальный показатель их вылова с 2002 г.

В настоящее время научно обоснованные методы управления промыслом позволяют поддерживать запасы донных рыб Баренцева моря в хорошем состоянии. Биомассы промысловых и нерестовых запасов всех этих рыб, за исключением морского золотистого окуня, в ближайшие годы сохранятся выше среднемноголетней величины, что позволит поддерживать их совокупный вылов на достаточно высоком уровне.

Литература

1. Гусев Е.В., Лебедь Н.И., Ярагина Н.А. Изменения в структуре отечественного флота на Северном бассейне в период с 2003 по 2018 гг. и определение стандартных типов судов // Вопросы рыболовства. – 2019. – Т. 20, № 4. – С. 391–401.
2. ICES. 2020. Arctic Fisheries Working Group (AFWG). ICES scientific Reports. 2:52. 577 pp. [Электронный ресурс]. – URL: <http://doi.org/10.17895/ices.pub.6050>(дата обращения: 05.03.2021).
3. Survey report from the joint Norwegian/Russian Ecosystem Survey in the Barents Sea and adjacent waters, August-October 2019. IMR/PINRO Joint Report Series 1. – 2020. – 93 pp.

УДК 597.555.51(265.53)"2019-2020"

В.А. Грушинец¹, А.А. Смирнов^{2,3}

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

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

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

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ТРЕСКИ ТАУЙСКОЙ ГУБЫ ОХОТСКОГО МОРЯ В 2019–2020 ГОДАХ

Показаны биологические показатели трески Тауйской губы Охотского моря в 2019–2020 гг. в период незначительного годового изъятия, в сравнении с 2002–2006 гг., когда вылов был больше. Говорится о стабильном состоянии трески этого района. Рекомендуется увеличить ее вылов.

Ключевые слова: треска, возраст, масса тела, длина тела.

V.A. Grushinets¹, A.A. Smirnov^{2,3}

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

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

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

THE TAU BAY COD BIOLOGICAL INDICATORS OF THE OKHOTSK SEA DURING 2019–2020

The Tau Bay cod biological indicators of the Okhotsk Sea during 2019–2020, when there was insignificant annual withdrawal in comparison with 2002–2006, when the catch was greater, are shown. The stable condition of the cod in this area is shown. It is recommended to increase cod catch.

Key words: cod, age, body weight, body length.

Тихоокеанская треска *Gadus macrocephalus* широко распространена в Японском, Охотском, Беринговом морях Тихого океана и является ценным промысловым объектом [1].

Эта рыба в северной части Охотского моря, и в частности в Тауйской губе, ведет придонно-пелагический образ жизни на глубинах от 10 до 500 м [2].

Нерест трески в Тауйской губе проходит с конца февраля до середины апреля как в открытой части моря (на глубинах до 200 м), так и в прибрежье на глубинах 0,5–6 м, при температуре воды –1,5...–1°C [3].

По мнению А.Н. Строганова с соавторами [4], в прибрежных акваториях Тауйской губы обитает локальная группировка трески, которая адаптирована к низким температурам воды в зимне-весенний период и обладает рядом специфических характеристик.

Согласно литературным данным [2], в северной части Охотского моря, в том числе и в Тауйской губе, минимальный размер впервые созревающих самок трески составляет 34 см, самцов – 28 см, при этом массовое созревание самок происходит на шестом, самцов – на пятом году жизни.

Основой для настоящей работы послужили материалы, собранные первым автором настоящего сообщения в июне – августе 2019–2020 гг. из уловов сетных и удебных орудий

лова, осуществлявших лов трески в Тауйской губе Охотского моря по квотам контрольного лова МагаданНИРО.

По нашим данным, треска в уловах 2019–2020 гг. была представлена особями с длиной тела от 35,2 до 82,1 см, при среднем значении 56,1 см. Масса тела колебалась от 450 до 4 660 г, составляя в среднем 2 052 г. Рыбы имели возраст от 3+ до 10+ лет, в среднем 5,9 года (табл. 1–3).

Таблица 1

Возрастной состав трески Тауйской губы Охотского моря в 2019–2020 гг., %

| Период, годы | Возраст, лет | | | | | | | | | | Среднее значение, лет |
|--------------|--------------|-----|------|------|------|------|-----|-----|-----|-----|-----------------------|
| | 2+ | 3+ | 4+ | 5+ | 6+ | 7+ | 8+ | 9+ | 10+ | 11+ | |
| 2002–2006* | 3,4 | 17 | 33,9 | 33,1 | 9,5 | 2 | 0,7 | 0,2 | 0,1 | 0,1 | 4,4 |
| 2019–2020 | – | 0,5 | 9,4 | 14,8 | 32,4 | 21,4 | 7,7 | 6,0 | 5,5 | – | 5,9 |

* Цит. по [5].

Таблица 2

Вариационные ряды длины тела трески Тауйской губы Охотского моря в 2019–2020 гг., %

| Период, годы | Длина тела, в см | | | | | | | | | | Среднее значение, см |
|--------------|------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|----------------------|
| | 35,0–39,9 | 40,0–44,9 | 45,0–49,9 | 50,0–54,9 | 55,0–59,9 | 60,0–64,9 | 65,0–69,9 | 70,0–74,9 | 75,0–79,9 | 80,0–84,9 | |
| 2019–2020 | 4,4 | 11,5 | 15,4 | 12,1 | 21,4 | 15,9 | 8,8 | 7,1 | 1,7 | 1,7 | 56,1 |

Таблица 3

Вариационные ряды массы тела трески Тауйской губы Охотского моря в 2019–2020 гг., %

| Период, годы | Масса тела, в г | | | | | | | | | | Среднее значение, г |
|--------------|-----------------|---------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|---------------------|
| | 0–499 | 500–999 | 1000–1499 | 1500–1999 | 2000–2499 | 2500–2999 | 3000–3499 | 3500–3999 | 4000–4499 | 4500–4999 | |
| 2019–2020 | 1,6 | 17,6 | 17,0 | 18,7 | 23,2 | 7,2 | 4,9 | 3,8 | 1,1 | 4,9 | 2 052 |

В наших пробах преобладали особи в возрасте 4+...8+ лет (85,7%). Доля самок составляла 64,5%.

В последние годы специализированный промысел трески в Северо-Охотоморской промысловой подзоне, куда входит и Тауйская губа, отсутствует. Освоение рекомендованных объемов в 2019–2020 гг. составляло от 8 до 35% рекомендованных объемов, что равнялось 211 и 350 т соответственно. Изъятие при этом в ИЭЗ РФ происходило в качестве прилова при специализированном промысле палтусов, а в прибрежье рыбаками-любителями вылавливалось незначительное количество.

Мы сравнили данные 2019–2020 гг., когда изъятие трески было незначительным и материалы 2002–2006 гг. [5], в период, когда годовой вылов возрастал от 30 до 1 598 т, составляя в среднем 868 т.

В 2019–2020 гг. доминировали особи более старших возрастных групп, чем в 2002–2006 гг., и средний возраст трески был выше. Возможно, это было вызвано отсутствием интенсивного промысла, т. к. известно, что интенсивная эксплуатация популяции рыб может приводить к уменьшению их среднего возраста.

В 2001–2011 гг. основу уловов трески составляли особи размерно-массовых классов 40–55 см и 0,5–1,99 кг [2]; в наших материалах 2019–2020 гг. преобладала треска больших размеров,

с длиной тела 40–65 см (76,3%) и массой от 500 до 2 500 г (76,5%). Такие биологические показатели, очевидно, демонстрируют стабильное состояние трески исследованного района в настоящее время. Это обстоятельство дает возможность увеличить вылов трески в Тауйской губе в рамках рекомендованного лова без ущерба для биологического состояния популяции.

Литература

1. Хованский И.Е., Скрылев С.В. Биологические характеристики и перспективы развития прибрежного промысла тихоокеанской трески в северной части Охотского моря // Сб. научных трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 2001. – Вып. 1. – С. 174–183.
2. Биологическая характеристика и распределение тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* (Gadidae) северной части Охотского моря / А.И. Каика, Р.Р. Юсупов, А.М. Орлов, А.А. Смирнов // Тихоокеанская треска дальневосточных вод России (под ред. Орлова А.М.). – М.: Изд. ВНИРО, 2013. – С. 118–133.
3. Белый М.Н., Изергин И.Л., Каика А.И. Нерест тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* на прибрежных мелководьях Тауйской губы // Вопросы рыболовства. – 2011. – Т. 12, № 2 (46) – С. 261–273.
4. Треска *Gadus macrocephalus* Tilesius, 1810 Тауйской губы (Охотское море) / А.Н. Строганов, А.А. Смирнов, Н.В. Зуйкова, А.Д. Шереметьев // Материалы XVII междунар. науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей». – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2016. – С. 363–366.
5. Каика А.И., Юсупов Р.Р. Особенности распределения, промышленное освоение и биологическая характеристика трески *Gadus macrocephalus* в северной части Охотского моря // Сб. науч. трудов Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 2009. – Вып. 3. – С. 147–157.

УДК 597.552.511(268.45)

С.И. Долотов, И.В. Самохвалов

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

**СОСТОЯНИЕ ЗАПАСОВ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ *SALMO SALAR* L.
МАЛЫХ И СРЕДНИХ РЕК СЕВЕРО-ЗАПАДА МУРМАНСКОЙ ОБЛАСТИ
(БАСЕЙН БАРЕНЦЕВА МОРЯ)**

В пяти реках северо-запада Мурманской области проводился многолетний мониторинг численности пестряток атлантического лосося (семга). Характер изменений их количества в средних реках указывает на неполное соответствие запаса семги потенциально возможной величине при отсутствии выраженных негативных тенденций в динамике воспроизводства. В малых реках численность пестряток находилась в пределах, свойственных неудовлетворительному или близкому к критическому состоянию воспроизводства. Различие в состоянии запасов семги объясняется тем, что в коротких и мелководных реках взрослые лососи значительно сильнее подвержены вылову, чем в протяженных речных системах.

Ключевые слова: средние и малые реки, атлантический лосось, пестрятки, численность, состояние запаса.

S.I. Dolotov, I.V. Samokhvalov

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

**THE STATUS OF ATLANTIC SALMON *SALMO SALAR* L. STOCKS IN SMALL
AND MEDIUM RIVERS OF THE NORTH-WEST OF THE MURMANSK REGION
(BASIN OF THE BARENTS SEA)**

The long-term monitoring of the salmon parr abundance in the five rivers of the north-west of the Murmansk region was carried out. The nature of changes in their number in medium-sized rivers indicates an incomplete correspondence of the salmon stock to a potentially possible value without negative trends in the reproduction dynamics. The number of parr in small rivers was within the limits of unsatisfactory or close to a critical state of reproduction. The difference in the state of salmon stocks is explained by the fact that adult salmon are much more susceptible to fishing in short and shallow rivers than in long river systems.

Key words: small and medium rivers, Atlantic salmon, parr, abundance, stock status.

Атлантический лосось (семга) относится к ценным видам рыб и является важным элементом биоразнообразия многих водных экосистем Европейского севера России. С 1960-х г. контроль за численностью его наиболее значительных популяций осуществлялся при промышленном концентрированном лове в нижнем течении рек. С прекращением этого вида промысла в конце XX в. возникла необходимость в новых подходах к сбору информации, характеризующей состояние воспроизводства семги. В этой связи на реках Мурманской области стал все более широко применяться учет лососевой молоди на нерестово-выростных участках с применением электроловильных устройств [1]. К настоящему времени накоплен достаточный объем данных, позволяющих выявлять наличие определенных тенденций численности семги отдельных популяций, а также исследовать особенности формирования ее запасов в реках с различной водностью. Цель представленной работы – оценить состояние воспроизводства и запасов атлантического лосося ряда малых и средних рек северо-запада Мурманской области на основании результатов мониторинга численности молоди.

Объектом исследования являлись популяции атлантического лосося рек Печенга, Западная Лица, Ура, Чан-ручей и Гремиха, впадающих в Баренцево море на участке побережья между государственной границей и Кольским заливом (рис. 1).



Рис. 1. Схема Мурманской области с указанием района расположения рассматриваемых рек

Гидрологические характеристики рек приведены по информации из Водного реестра России, литературным данным [2, 3] и результатам собственных наблюдений.

Численность лососевой молоди определялась по результатам облова нерестово-выростных участков электроловильным аппаратом. Работы проводились ежегодно в конце лета – начале осени. Участки облавливались трехкратно. При каждом облове визуально определялось количество пестряток (молодь семги в возрасте 1+ и старше, не перешедшая в покатное состояние), после чего они выпускались в реку на значительном расстоянии от места работ. Количество пестряток на 100 м² рассчитывалось по методу удаления [4]. При наличии достаточно длительных рядов наблюдений динамика межгодовых изменений их численности анализировалась с применением функции скользящего среднего с трехлетними периодами сглаживания [5].

В качестве критериев оценки динамики воспроизводства и состояния запасов рассматривались межгодовые изменения количества пестряток. Известно, что превышение их численности уровня 40 экз/100 м² является показателем благополучного хода воспроизводства. Нахождение значений в диапазоне 20,1–40 экз/100 м² указывает на удовлетворительное состояние запасов при их неполном соответствии потенциально возможной величине. Количество рыб в границах 10,1–20 экз/100 м² говорит об неудовлетворительном состоянии воспроизводства [6]. Численность, приближающаяся к 100 экз/100 м² или несколько превышающая этот предел, признается близкой к максимально возможной [7–9]. На основании анализа архивных данных по количеству пестряток и нерестовых мигрантов семги в реках Мурманской области уровень 10 экз/100 м² и меньшие значения численности рассматриваются нами в качестве свидетельства критического состояния воспроизводства.

Характеристика рыболовства приводится на основании данных официальной статистики и собственной информации, собранной при экспедиционных работах.

По основным характеристикам рассматриваемые водные системы подразделяются на две группы. Средние реки – Печенга, Западная Лица и Ура, площадь водосбора которых составляет 1 820, 1 690 и 1 030 км², а длина – 101, 101 и 63 км соответственно. В их нижнем и среднем течении преобладающая ширина во время летней межени изменяется от 40 до 80 м при обычной глубине 0,8–1,2 м. Малые реки – Чан-Ручей и Гремиха. Их длина – 20 и 17 км, площадь водосбора – 40 и 73 км² соответственно. Преобладающая ширина в их низовьях и среднем течении при низком уровне воды находится в пределах 5–15 м, а глубина редко превышает 0,6 м.

Длина и водность перечисленных речных систем обуславливают особенности распространения семги в их пределах. Так, в реках Печенга, Западная Лица и Ура лосось осваивает от 60 до 74 км (60–73%) протяженности магистральных водотоков и, кроме того, распределяется по наи-

более значительным притокам [8]. По нашим данным, в реках Чан-Ручей и Гремеха нерестовые мигранты и молодь семги встречаются не далее 11 и 6 км от устья, осваивая 55 и 35% протяженности их магистральной части соответственно. У этих рек нет сколь-либо значительных притоков, пригодных для нереста производителей и (или) нагула мальков лосося.

Наиболее значительное воздействие на воспроизводство семги в перечисленных реках оказывает рыболовство. Промысел лосося в малых реках не проводился, а в средних был прекращен в конце XX в. Любительский лов по разрешениям на р. Западная Лица проводился до 2011 г., на реках Печенга и Ура осуществляется по настоящее время. Нелегальное рыболовство представляет собой широко распространенное явление на всех лососевых водоемах Мурманской области и является главным фактором негативного воздействия на численность семги [1, 10–12].

В р. Печенга в 2009 г. количество пестряток незначительно превышало 20 экз/100 м². В 2010 и 2012 гг. оно находилось в диапазоне 10,1–20 экз/100 м², в течение еще двух лет было значительно ниже уровня 10 экз/100 м². С 2013 по 2020 г. численность пестряток только один раз опускалась ниже 20 экз/100 м², в четырех случаях находилась в пределах 20,1–40 экз/100 м², и в трех была выше уровня 40 экз/100 м². В целом за 2008–2020 гг. межгодовые изменения количества пестряток характеризуются преобладанием средних и высоких значений и наличием выраженной тенденции к увеличению в середине и конце этого периода (рис. 2).

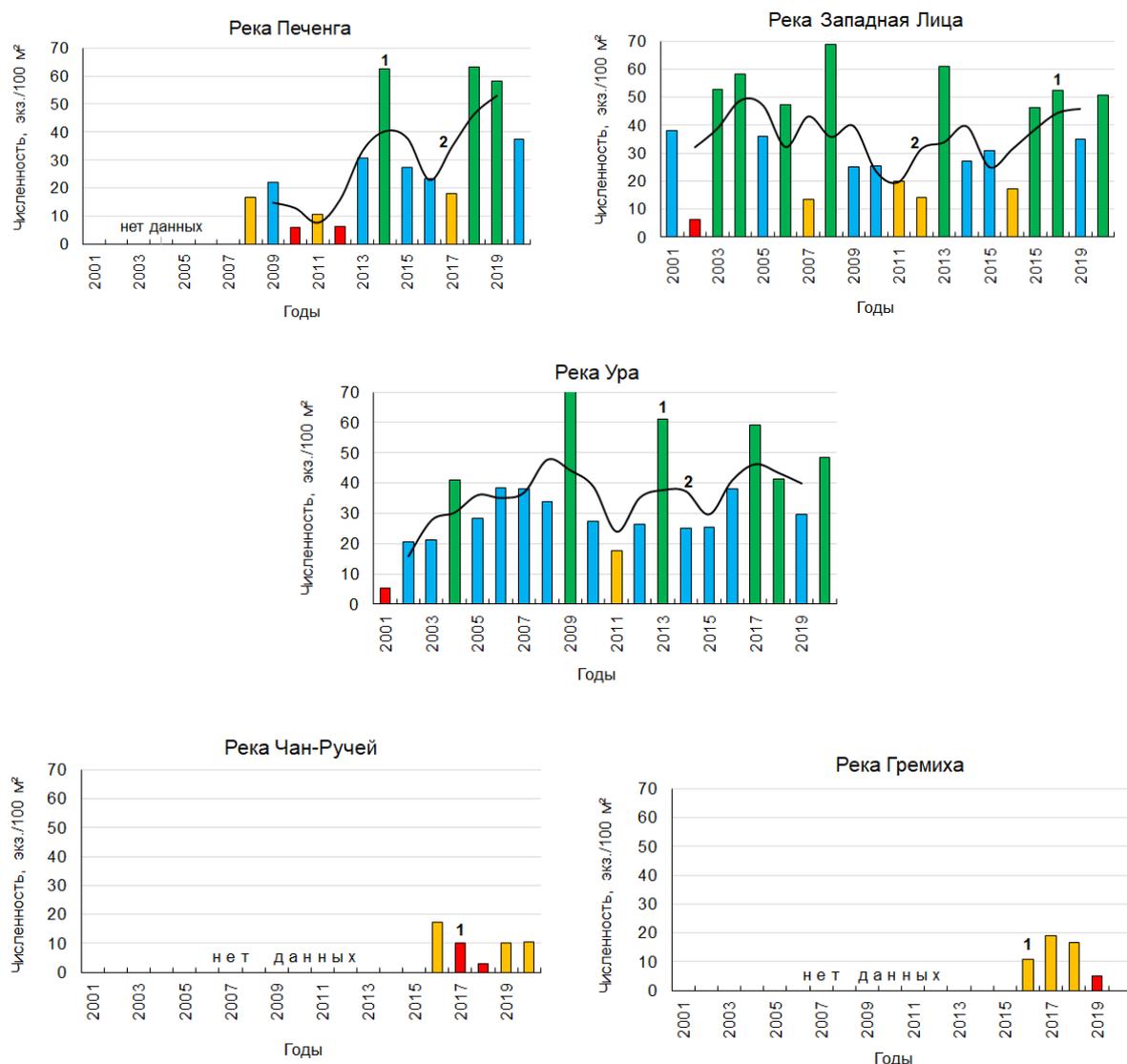


Рис. 2. Численность пестряток семги в реках северо-запада Мурманской области: 1 – ежегодные значения, 2 – график функции скользящего среднего. Цвет указывает на соответствие численности интервалам: красный – ≤ 10 экз/100 м², желтый – 10,1–20 экз/100 м², синий – 20,1–40 экз/100 м², зеленый – > 40 экз/100 м²

В р. Западная Лица в 2001–2020 гг. численность пестряток была ниже 10 экз/100 м² только в 2002 г. Соответствие ее значений интервалу 10,1–20 экз/100 м² отмечалось в четырех случаях. В течение семи лет количество молоди находилось в диапазоне 20,1–40 экз/100 м², на протяжении еще восьми – превышало уровень 40 экз/100 м². Динамика численности пестряток за все время сбора данных характеризуется преобладанием средних и высоких значений при отсутствии определенной тенденции (рис. 2).

В р. Ура в 2001–2020 гг. численность пестряток была ниже 10 экз/100 м² только в первый год наблюдений. В середине данного периода один раз отмечалось нахождение ее в интервале 10,1–20 экз./100 м². В двенадцати случаях количество молоди соответствовало диапазону 20,1–40 экз/100 м², и в шести превышало уровень 40 экз/100 м². Численности молоди в целом было свойственно значительное преобладание средних значений, а также определенный рост в начале периода наблюдений при отсутствии четкой тенденции в следующие годы (рис. 2).

В р. Чан-Ручей в течение пяти лет количество пестряток было меньше 20 экз/100 м², в том числе в двух случаях оно находилось ниже уровня 10 экз/100 м² (рис. 2).

В 2020 г. на контрольных станциях в р. Гремиха пестрятки отсутствовали. В 2019 г. их численность была ниже 10 экз/100 м², а в три предшествующих года находилась в диапазоне 10,1–20 экз/100 м² (рис. 2).

Представленные данные показывают, что в реках Ура и Западная Лица значения численности пестряток в большинстве случаев соответствовали интервалам, характерным для удовлетворительного (при неполном соответствии потенциальной величине) либо благополучного состояния запасов. В р. Печенга, несмотря на малочисленность пестряток в первые годы, во второй половине периода наблюдений произошло выраженное увеличение их количества до значений, при которых состояние запаса оценивается как удовлетворительное, с наличием потенциальных возможностей дальнейшего роста. Иная ситуация складывается с воспроизводством семги в малых реках – Чан-Ручей и Гремиха, где изменения численности пестряток четко указывают на неудовлетворительное, имеющее явные признаки критического, состояние запаса.

Таким образом, современные запасы семги в малых и средних реках северо-запада Мурманской области характеризуются значительными различиями темпов и эффективности воспроизводства. В средних реках при широком развитии легального любительского и нелегального рыболовства состояние запасов не вызывает опасений. В малых реках при том же уровне нелегального и отсутствии любительского лова запасы семги находятся в состоянии, близком к критическому. Очевидной причиной этого является более значительная подверженность нерестовых мигрантов массовому вылову в коротких и мелководных реках по сравнению с протяженными и разветвленными водными системами.

Литература

1. Зубченко А.В. Особенности биологии, состояние и управление запасами атлантического лосося (*Salmo salar* L.) Кольского п-ова: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Петрозаводск, 2006. – 50 с.
2. Реестр лососевых рек Мурманской области. Бассейн Баренцева моря / Под общ. ред. Б. Ф. Прищепы. – Мурманск: ПИНРО, 2011. – С. 104–111.
3. Государственный водный реестр России [Электронный ресурс]. – URL: <http://textual.ru/gvr/index.php?card=154809&bo=0&rb=0&subb=0&hep=0&wot=0&name=%CF%EE%ED%EE%E9&loc> (дата обращения: 5.03.2021).
4. Zippin C. The removal method of population estimation // J. of Wildlife Management. – 1973, № 22. – P. 82–90.
5. Грешников А.А., Стакун В.А., Стакун А.А. Математические методы построения прогнозов. – М.: Радио и связь, 1997. – 112 с.
6. Зубченко А.В., Прусов С.В., Алексеев М.Ю. Оценка состояния запасов атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в реках Мурманской области по данным съемок плотности молоди //

XII Съезд Гидробиологического общества при РАН: Тез. докл. – Петрозаводск, 16–20 сентября 2019 г. – С. 172–174.

7. Шустов Ю.А. Экология молоди атлантического лосося. – Петрозаводск, 1983. – 152 с.

8. Биологические особенности молоди лососёвых рыб в реках Карелии и Кольского полуострова / Ю.А. Шустов, И.А. Тыркин, И.Л. Щуров, Д.Э. Ивантер, Е.Н. Белякова. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. – 74 с.

9. Niemelä E., Julkunen M., Erkinaro J. Densities of the juvenile Atlantic salmon *Salmo salar* L.) in the subarctic Teno River watercourse, northern Finland // Boreal Env. Res. – 1999. – № 4. – P. 125–136. ISSN 1239-6095.

10. Павлов Д.С., Лупандин А.И., Калюжин С.М. Миграционное поведение атлантического лосося реки Тулома в условиях зарегулированного стока // Биология, воспроизводство и состояние запасов анадромных и пресноводных рыб Кольского полуострова. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2005. – С. 150–165.

11. Алексеев М.Ю., Зубченко А.В., Криксунов Е.А. Применение имитационного математического моделирования для оценки величины нелегального вылова семги (*Salmo salar*) в реке Умба // Вопросы рыболовства. – 2006. – Т. 7, № 2. – С. 318–325.

12. Самохвалов И.В., Прусов С.В., Зубченко А.В. Нелегальный лов атлантического лосося *Salmo salar* в бассейне Нижне-Тулومского водохранилища Мурманской области // Вопросы рыболовства. – 2014. – Т. 15, № 1 (57). – С. 111–117.

УДК [639.3.043:639.41](265.54)

М.В. Калинина, А.С. Табельская

*Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
Владивосток, 690091
e-mail: kalininamv@rambler.ru, anna-tabelskaya@yandex.ru*

**ВЛИЯНИЕ СОЛЕННОСТИ И РАЗНЫХ ТИПОВ КОРМА НА РОСТ
И ВЫЖИВАЕМОСТЬ ЛИЧИНОК ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ
CRASSOSTREA GIGAS (MAGALLANA GIGAS), THUNBERG, 1793
ПРИ ЗАВОДСКОМ ВЫРАЩИВАНИИ В ЮЖНОМ ПРИМОРЬЕ**

В статье приводятся данные о темпах роста и выживаемости личинок тихоокеанской устрицы на ранних стадиях развития при использовании разных типов кормов (живых микроводорослей и их концентратов, прошедших заморозку) при разной солености (20, 26 и 32‰) в контролируемых условиях. Обсуждается положительное влияние пониженной солености на рост личинок.

Ключевые слова: тихоокеанская устрица *Crassostrea gigas*, личинки, соленость, микроводоросли, живые корма, концентраты, заводское выращивание, темпы роста, выживаемость, южное Приморье.

M.V. Kalinina, A.S. Tabelskaya

*Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO),
Vladivostok, 690091
e-mail: kalininamv@rambler.ru, anna-tabelskaya@yandex.ru*

**INFLUENCE OF SALINITY AND VARIOUS FEED TYPES IN GROWTH
AND SURVIVAL RATE OF PACIFIC OYSTER LARVAE *CRASSOSTREA GIGAS*
(*MAGALLANA GIGAS*), THUNBERG, 1793 IN FACTORY CULTIVATION
IN SOUTH PRIMORYE**

The data on growth rates and survival rates of Pacific oyster larvae on early stages when using various types of feed (live microalgae and their concentrates after freezing) under different salinity levels (20, 26 and 32‰) in controlled conditions were presented. A positive influence on lower salinity on larvae growth is discussed.

Key words: Pacific oyster *Crassostrea gigas*, larvae, salinity, microalgae, live feed, concentrates, factory cultivation, growth rates, survival rate, south Primorye.

Тихоокеанская устрица *Crassostrea gigas (Magallana gigas)* является промысловым видом и объектом марикультуры. В Приморье основные ее скопления сосредоточены в заливе Петра Великого. Многолетний опыт марикультуры *C. gigas* в прибрежье южного Приморья долгое время основывался только на естественном потенциале вида: спат собирался на коллекторы вблизи ее природных скоплений [1, 2]. Однако значительные межгодовые колебания численности осевшей молодежи не позволяют получать посадочный материал в запланированных объемах. В настоящее время в Приморье разрабатывается технология заводского получения жизнестойкой молодежи, адаптированная к условиям региона, что позволит решить эту проблему без изъятия молодежи из естественных скоплений устрицы и сохранить их в стабильном состоянии.

Заводской способ позволяет регулировать условия выращивания личинок и подбирать оптимальные параметры для их содержания. Соленость является одним из основных абиотических факторов, влияющим на рост и выживаемость личинок тихоокеанской устрицы, поскольку они проявляют к ней широкую толерантность [3]. Так же остро в коммерческом устрицеводстве стоит проблема обеспечения личинок и молодежи полноценными кормами. Цель работы – оценить

влияние солености и разных видов корма на рост и выживаемость личинок тихоокеанской устрицы при выращивании в контролируемых условиях.

Работы проводились на базе Обособленного структурного подразделения марикультуры (ОСПМ) Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ГИНРО) на острове Попова (залив Петра Великого, Японское море) в июне – июле 2020 г. В эксперименте использовались личинки, полученные от производителей, взятых из естественного поселения в северной части Амурского залива. Личинок содержали в непроточных пластиковых емкостях с рабочим объемом 150–180 л при постоянной аэрации в течение 16 сут. На стадии D-велигера (возраст 2 сут, начальная плотность 14 экз/мл), личинок поместили в воду разной солености (32, 26 и 20‰). Эксперимент проводился в четырех повторностях при 4-кратном кормлении двумя видами корма: живыми культурами и замороженным концентратом микроводорослей *Isochrysis galbana* и *Chaetoceros muelleri*. Концентрация и состав корма при этом не различались. В течение первых шести суток личинок кормили только *I. galbana*, в дальнейшем в корм добавили *Ch. muelleri* в соотношении 2 : 1. В начале эксперимента суточная доза кормления составила 10 тыс. кл/мл, затем была увеличена до 30 тыс. кл/мл. Подмена воды на 1/3 проводилась ежедневно, чистка дна – каждые три дня. Полная подмена воды была осуществлена один раз на 12-е сутки с начала эксперимента. Культивирование микроводорослей осуществлялось в ОСПМ в накопительном режиме. Для понижения солености до 26 и 20‰ смешивали в определенной пропорции фильтрованную и обработанную ультрафиолетом морскую воду соленостью 32‰ с тонкофильтрованной пресной водой. Перед дальнейшим использованием полученные растворы стабилизировали в течение 12–24 ч. В течение первых трех дней среднесуточная температура варьировала от 17,7 до 18,2°C, в дальнейшем – от 19,6 до 22,6°C, в среднем составив 20,7°C. В конце эксперимента личинки находились на стадии великонхи.

Подсчет количества личинок проводили ежедневно под микроскопом «Микромед-2» в камере Богорова. Контроль развития личинок проводили под микроскопами «Микромед МС-4-ZOOM LED» и «Микромед-2» с цифровой камерой TourCam. Размеры личинок определяли под микроскопом раз в 2-3 дня с помощью окуляр-микрометра (численность выборки составляла 30–100 экз.). Обработку данных проводили с помощью программ MS Excel и Statistica.

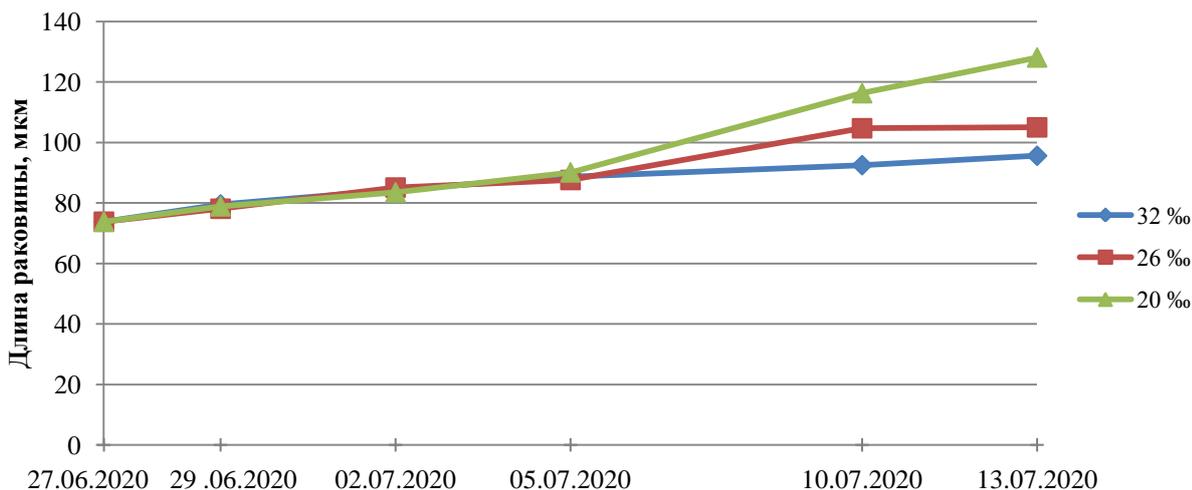
Результаты исследований показали, что темпы роста личинок на живых кормах были значительно выше в вариантах с пониженной соленостью – в конце эксперимента их размеры достоверно различались ($p = 0$): 128,1; 105 и 95,6 мкм при 20, 26 и 32‰ соответственно (таблица). У личинок, питающихся концентратом микроводорослей, в конце эксперимента значимых различий этого показателя при разной солености обнаружить не удалось (82,9; 83,8 и 86,1 мкм при 20, 26 и 32‰ соответственно). В целом на живом корме темпы роста личинок были выше, чем на концентрате при всех вариантах солености: средние размеры личинок достоверно различались ($p < 0,05$).

Средние размеры личинок *C. gigas*, выращиваемых при разной солености с использованием разных кормов

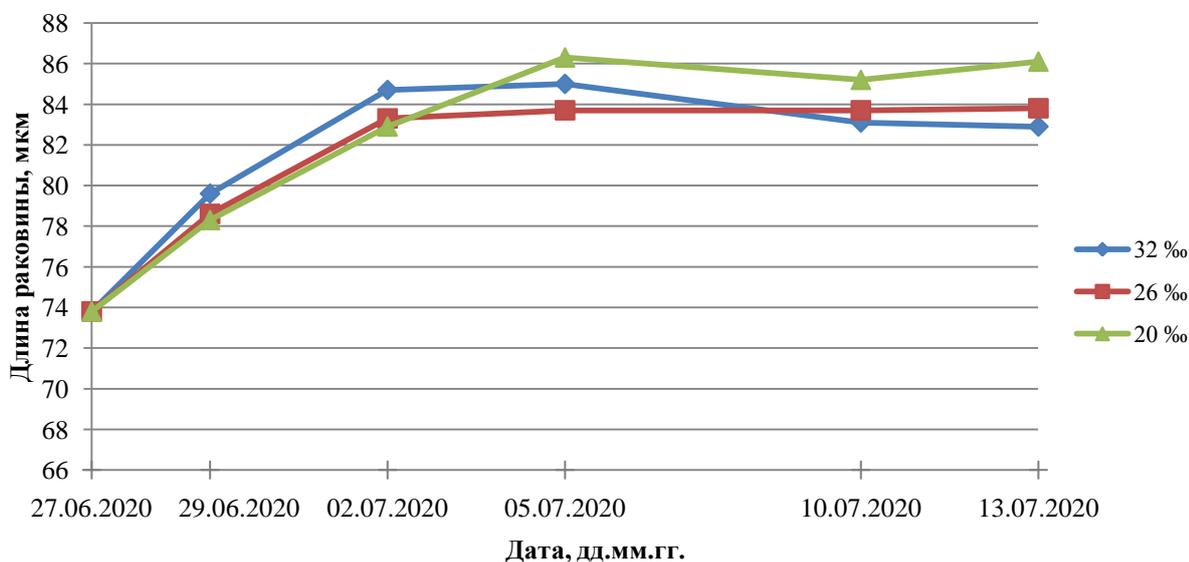
| Дата | Возраст, сут | Соленость, ‰ | Длина, мкм * | |
|----------|--------------|--------------|----------------------|---------------------|
| | | | Живые корма | Концентрат |
| 27.06.20 | 2 | 32–20 | 73,8 ± 0,27 (58–78) | |
| 29.06.20 | 4 | 32 | 79,5 ± 0,3 (78–83) | 79,6 ± 0,27 (75–83) |
| | | 26 | 78,1 ± 0,3 (75–80) | 78,6 ± 0,33 (75–83) |
| | | 20 | 78,9 ± 0,26 (75–80) | 78,3 ± 0,4 (70–80) |
| 02.07.20 | 7 | 32 | 84,4 ± 0,7 (78–90) | 84,7 ± 0,67 (75–93) |
| | | 26 | 85,1 ± 0,6 (78–88) | 83,3 ± 0,56 (78–89) |
| | | 20 | 83,5 ± 0,6 (75–90) | 82,9 ± 0,7 (75–88) |
| 05.07.20 | 10 | 32 | 88,7 ± 0,5 (83–93) | 85 ± 0,49 (75–90) |
| | | 26 | 87,6 ± 0,9 (75–95) | 83,7 ± 0,62 (75–88) |
| | | 20 | 90,1 ± 0,6 (80–95) | 86,3 ± 0,62 (80–90) |
| 10.07.20 | 15 | 32 | 92,5 ± 0,8 (80–113) | 83,1 ± 0,33 (75–88) |
| | | 26 | 104,7 ± 1,3 (84–131) | 83,7 ± 0,43 (75–92) |
| | | 20 | 116,3 ± 1,7 (89–147) | 85,2 ± 0,52 (75–92) |
| 13.07.20 | 18 | 32 | 95,6 ± 0,9 (78–125) | 82,9 ± 0,47 (75–93) |
| | | 26 | 105,0 ± 1,0 (83–138) | 83,8 ± 0,5 (75–98) |
| | | 20 | 128,1 ± 1,9 (88–168) | 86,1 ± 0,35 (75–93) |

* Значения представлены в виде среднего, его ошибки и пределов изменчивости (в скобках).

В течение первых дней выращивания темпы роста личинок во всех вариантах эксперимента достоверно не различались: в возрасте семи суток их средние размеры варьировали на живом корме от 83,5 до 85,1 мкм, на концентрате – от 82,9 до 84,7 мкм (см. таблицу). В дальнейшем на разных типах корма темпы роста личинок существенно различались. На графиках хорошо видно, что начиная с 8-го дня темпы роста личинок, питавшихся живым кормом, в вариантах с пониженной соленостью (20 и 26‰) были выше (рисунок, А). При кормлении замороженным концентратом положительного влияния пониженной солености на рост личинок обнаружить не удалось (рисунок, Б). Отмечается, что начиная с 8-го дня выращивания личинки, питавшиеся концентратом, перестали расти: средние размеры в конце эксперимента достоверно не отличались от таковых у личинок в возрасте 7 сут при разной солености ($p < 0,05$).



А



Б

Рост личинок *S. gigas* при кормлении живыми кормами (А) и концентратами (Б) при разной солености

Выживаемость личинок, питавшихся живым кормом, также была более высокой при выращивании в воде с пониженной соленостью: 85,7; 78,5 и 60% при 20, 26 и 32‰ соответственно. У личинок, получающих концентрат, она была значительно ниже при солености 32 и 26‰ – 17,5 и 18,6% соответственно. При 20‰ ее значения (52,8%) были сопоставимы с таковыми при выращивании личинок на живом корме и солености 32‰ (60%).

Личинки тихоокеанской устрицы – эвригалинного вида – проявляют широкую толерантность к солености, часто далеко за пределами условий обитания в естественной среде. По дан-

ным Л.М. Ярославцевой с соавторами [3] в прибрежье залива Петра Великого личинки тихоокеанской устрицы нормально развиваются при солёности от 16 до 34‰. По мнению корейских исследователей, выращивать личинок можно при солёности от 20 до 30‰, а оптимальной они считают солёность 30‰ [4]. М.М. Хелм с соавторами [5] оптимальной для личинок этого вида называют солёность 25–28‰, указывая, что солёность ниже 20 и выше 30‰ снижает темпы их роста. Наши данные отличаются от приведенных выше оптимальных значений солёности: наилучшие темпы роста и выживаемость были отмечены у личинок, содержащихся на живых кормах при солёности 20‰, то есть при значениях, ниже указанных другими авторами (25–28 и 30‰). Следует отметить, что при использовании замороженных концентратов, на фоне замедленного роста личинок, наилучшая выживаемость была отмечена также при солёности 20‰. Данные различия можно объяснить приспособительной реакцией личинок *C. gigas* к условиям обитания в южном Приморье, где основные устричные скопления локализованы в местах, подверженных постоянному распреснению за счет влияния речных стоков и обильных сезонных осадков в период личинного этапа развития [6, 7].

Таким образом, наилучшие рост и выживаемость были отмечены у личинок тихоокеанской устрицы при солёности 20‰ и кормлении живыми культурами микроводорослей. Кормление мороженым концентратом микроводорослей при той же концентрации и составе корма угнетающе действовало на рост личинок и привело к снижению выживаемости до критических значений. Следовательно, выращивание личинок *C. gigas* при солёности 20‰ в хозяйствах южного Приморья может быть перспективным. Использование же замороженного концентрата микроводорослей в качестве альтернативы живым микроводорослям на ранних стадиях развития личинок *C. gigas* (великонхи и раннего велигера) является неэффективным.

Литература

1. История развития устрицеводства и перспективы культивирования тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* в прибрежной зоне Приморского края (в Дальневосточном регионе) / Г.И. Викторовская, А.Ю. Баранов, М.В. Калинина, С.А. Ляшенко // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление: Сб. материалов Всерос. науч. конф. (3–6 октября 2017 г.) – Петропавловск-Камчатский, 2017. – С. 381–388.
2. Технологическая инструкция по индустриальному выращиванию тихоокеанской устрицы в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне / Сост. Г.И. Викторовская, И.Ю. Сухин, А.Ю. Баранов, С.А. Ляшенко, М.В. Калинина. – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2018. – 43 с.
3. Ярославцева Л.М., Сергеева Э.П., Дашенко С.Д. Изменение чувствительности к опреснению в онтогенезе гигантской устрицы // Биология моря. – 1990. – № 6. – С. 36–42.
4. Shellfish culture // The project for capacity building for shellfish farming in Tunisia / South sea mariculture research center, NFDI. – 2008.
5. Helm M.M., Bourne N., Lovatelli A. (comp./ed.) Hatchery culture of bivalves. A practical manual // FAO Fisheries Technical Paper. – № 471. – Rome, FAO. – 2004. – 177 p.
6. Соколенко Д.А., Калинина М.В. Современное состояние и структура естественных поселений тихоокеанской устрицы в северной части Амурского залива (залив Петра Великого, Японское море) // Известия ТИНРО. – 2018. – Т. 195. – С. 48–60.
7. Ляшенко С.А., Щербакова Н.В., Гостюхина О.Б. Оценка природного потенциала районов залива Петра Великого (Японское море) для сбора спата тихоокеанской устрицы // Известия ТИНРО. – 2019. – Т. 199. – С. 231–240.

УДК 597.555.5(265.2)

Ю.К. Курбанов, Е.А. Михалютин

*Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии (КамчатНИРО),
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: kurbanov.u.k@kamniro.ru*

**ДАННЫЕ О ЧЕРНОМ МАКРУРУСЕ *CORYPHAENOIDES ACROLEPIS* (MACROURIDAE)
ИЗ РАЙОНА ПОДВОДНЫХ ПОДНЯТИЙ ИМПЕРАТОРСКОГО ХРЕБТА
(СЕВЕРНАЯ ЧАСТЬ ТИХОГО ОКЕАНА)**

По материалам, собранным в южной части Императорского подводного хребта, приводятся данные о встречаемости, распределении и дана краткая биологическая характеристика черного макруруса *Coryphaenoides acrolepis*. В этом районе он является редким видом. Наибольшие уловы отмечены на возвышенностях Нинтоку и Оджин на глубинах более 1 000 м. В уловах макрурус был представлен крупными рыбами. По своим размерным характеристикам этот вид наиболее близок к группировке, обитающей у тихоокеанского побережья Японии.

Ключевые слова: *Coryphaenoides acrolepis*, Macrouridae, размерный состав, ярусный промысел, уловы, гайоты, Императорский хребет.

Yu.K. Kurbanov, E.A. Mihalyutin

*Kamchatka branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000
e-mail: kurbanov.u.k@kamniro.ru*

**DATA ON PACIFIC GRENADIER *CORYPHAENOIDES ACROLEPIS* (MACROURIDAE)
FROM THE AREA OF UNDERWATER UPLIFTS OF EMPEROR SEAMOUNT CHAIN
(NORTHERN PART OF THE PACIFIC OCEAN)**

Based on the materials collected in the southern part of the Emperor seamount, data on the occurrence, distribution and a brief biological characteristic of the Pacific grenadier *Coryphaenoides acrolepis* are given. It is a rare species in this area. The largest catches were noted on the Nintoku and Ojin heights at depths of more than 1 000 m. The grenadier was represented by large specimen in catches. This species according to size characteristics is much close to the group inhabiting the Pacific coast of Japan.

Key words: *Coryphaenoides acrolepis*, Macrouridae, size composition, longline fishing, catches, guyots, Emperor Seamount chain.

На сегодняшний день род *Coryphaenoides* семейства макрурусовых (Macrouridae) насчитывает примерно 66 видов, из которых 46 обитают в Тихом океане [1–6]. Среди них к группе самых распространенных в Северной Пацифике и достигающий наибольшей численности, помимо малоглазого *C. (Albatrossia) pectoralis* и пепельного *C. cinereus*, относится черный макрурус *C. acrolepis* (рис. 1) [1, 4, 7]. Ареал последнего простирается от тихоокеанского побережья о. Хонсю (Япония) у азиатских берегов до северной части п-ва Калифорния (Мексика) – у американских, включая Курильскую и Командоро-Алеутскую островные дуги, Берингово и южную часть Охотского морей, а также подводные возвышенности Императорского хребта в открытой части океана [2, 4, 7–10]. Помимо этого, имеется сообщение [11] о находке одного экземпляра данного вида в юго-западной Атлантике у Фолклендских о-вов.

Со второй половины XX в. начались интенсивные исследования, направленные на изучение особенностей распределения, биологии и состояния запасов черного макруруса на значительной части ареала [12–17]. Однако наименее изученным в этом отношении районом остается акватория

Императорского хребта, где, как оказалось [18], он периодически образует плотные скопления, пригодные для промысла. В связи с этим цель данного сообщения – представить некоторые количественные показатели, характеризующие встречаемость *C. acrolepis*, рассмотреть особенности распределения, а также дать его краткую биологическую характеристику на подводных горах в южной части Императорского хребта.

Материалом послужили данные, полученные в ходе ярусного промысла морского монаха *Erilepis zonifer* в июне – июле 2009 г. Всего было выполнено 412 ярусных постановок на глубинах 371–1 197 м. Работы проводили на судах СЯМ «Аланетт» и СЯМ «Антиас» в районе подводных возвышенностей Нинтоку, Джингу, Оджин, Лира и Коко (рис. 2). Частоту встречаемости черного макруруса в уловах определяли как процент ярусно-постановок, в которых он был отмечен. Распределение вида по глубинам определяли по его встречаемости (в %), исходя из средних уловов (кг) на 1 000 крючков. Для анализа размерных характеристик использовали результаты измерений абсолютной длины (*TL*) 121 экз.

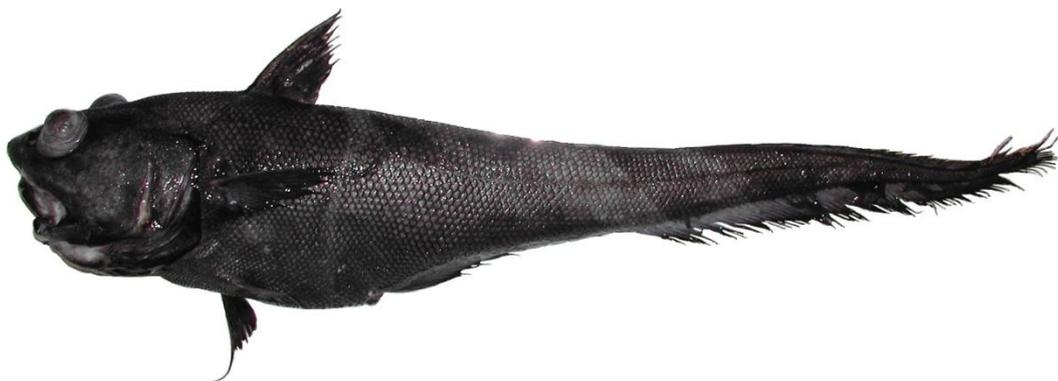


Рис. 1. Черный макрурус *Coryphaenoides acrolepis* из района подводных поднятий Императорского хребта

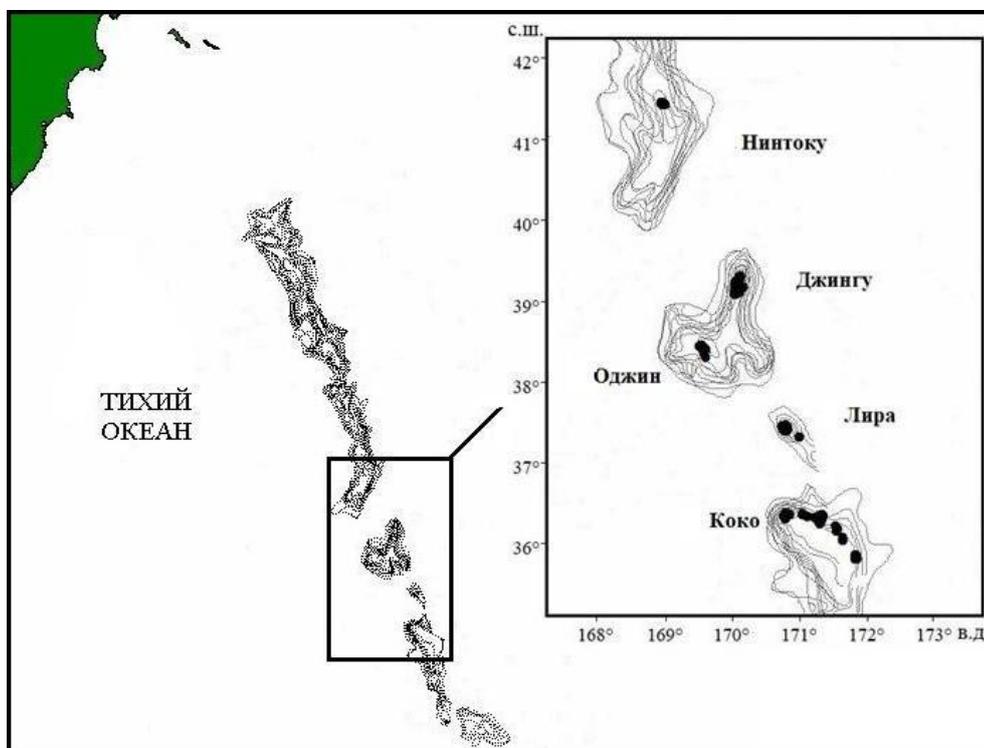


Рис. 2. Места проведения ярусных работ (•) на подводных возвышенностях Императорского хребта летом 2009 г.

Во время ярусных работ в районе гайотов Императорского хребта летом 2009 г. черный макрурус оказался сравнительно редким видом, чья встречаемость составила 5,8% от общего числа постановок. Он наблюдался в свальной области гор Нинтоку, Джингу, Оджин и Лира,

а также на их вершинах (подводных банках). В южной части исследуемого района (гора Коко) данный вид не отмечался. Подчеркнем, что по данным Л.А. Борца [8], черный макрурус распространен в северной и центральной частях Императорского хребта на возвышенностях Папанина, Суйко, Многовершинная, Нинтоку и Джингу. Тем временем наши поимки в районе поднятий Оджин и Ли́ра несколько расширяют его ареал в пределах данной горной цепи в южном направлении.

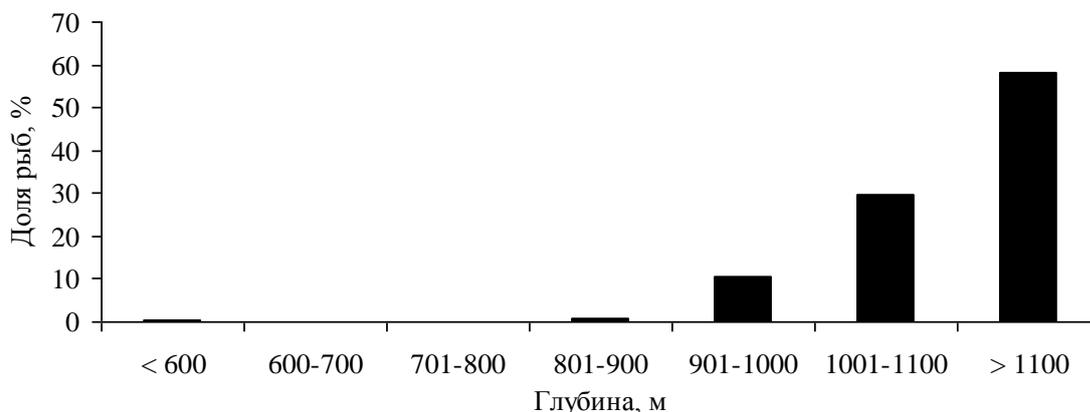
Наибольшие величины уловов были зафиксированы на горах Оджин и Нинтоку. При этом доля макруруса по массе в некоторых случаях достигала 100%, а вылов – почти 1,5 т за промысловую операцию (таблица). Несмотря на промежуточное расположение между двумя упомянутыми возвышенностями, на горе Джингу встречаемость и величина уловов данного вида была значительно ниже. Этот факт объясняется не только разницей в количестве ярусных постановок, но и, вероятно, площадью вершины, а также конфигурацией самой возвышенности. В отличие от гайотов Оджин и Нинтоку, склоны Джингу представляют собой скалу с углом падения более 40° на западной стороне и почти отвесным – на восточной [19], что в значительной степени также обуславливало меньшее количество удобных мест для постановки ярусных порядков.

Количественные показатели встречаемости черного макруруса *Coryphaenoides acrolepis* в уловах на подводных возвышенностях Императорского хребта летом 2009 г.

| Возвышенность | <i>n</i> | ФО, % | Доля в уловах по массе, % | Уловы, кг/1000 крючков | Глубина уловов с видом, м |
|---------------|----------|-------|---------------------------|-------------------------------|-----------------------------|
| Нинтоку | 9 | 100,0 | <u>52,0–61,0</u> 56,5 | <u>67,4–711,1</u> 338,2 | <u>978–1 015</u> 995,4 |
| Джингу | 134 | 5,6 | <u>0,2–3,7</u> 1,6 | <u>0,5–1 14,5</u> 14,3 | <u>876–992</u> 948,9 |
| Оджин | 13 | 46,2 | <u>30,6–100,0</u> 81,0 | <u>276,0–1 468,8</u> 800,3 | <u>995–1 154</u> 1 062,5 |
| Ли́ра | 144 | 0,7 | 1,3 | 10,4 | 562 |

Примечание: *n* – количество ярусных постановок; ФО – частота встречаемости; над чертой – пределы варьирования, под чертой – среднее значение.

Черный макрурус в течение своего жизненного цикла имеет значительный батиметрический диапазон обитания, который варьирует от 35 до 3 700 м, образуя значительные концентрации на глубинах 600–2 500 м [9, 16, 17, 20]. Помимо этого, он способен подниматься в толщу воды высоко над дном – известны случаи его поимок над глубинами более 8 000 м и даже 9 900 м [7, 20, 21]. В районе гайтов Императорского хребта летом 2009 г. макрурус был отмечен на глубинах от 562 до 1 154 м. Максимальные уловы так же, как и на значительной части ареала, наблюдались ниже 1 000 м (рис. 3).



*Рис. 3. Батиметрическое распределение черного макруруса *Coryphaenoides acrolepis* на подводных поднятиях Императорского хребта летом 2009 г.*

Однако следует заметить, что полученные нами данные по батиметрическому распределению черного макруруса зависели от расположения удобных мест для постановок ярусных порядков, а также от высоты непосредственно самих подводных гор, где промысел морского мона-

ха велся не только на склонах, но и их возвышенностях. Основной особенностью геоморфологии Императорского хребта является возрастание глубины нахождения подводных банок относительно поверхности океана с юга на север. Так, на южном участке района исследований, горе Коко, вершина залегает на глубинах 300–500 м, а на северном, горе Нинтоку, 930–1 500 м [22]. Учитывая тот факт, что черный макрурус образует основные концентрации на глубинах почти 1 000 м и более, а выше 500 м встречается редко [16, 17], единичные поимки либо отсутствие этого вида в уловах на южных гайотах вполне закономерны. Это же, по нашему мнению, и объясняло наличие ограниченного промысла макруруса именно в северной и центральной частях Императорского хребта, где вершины поднятий располагались на глубинах около 1 км и более, т. е. имелись наиболее подходящие условия для образования плотных скоплений.

По своим размерным характеристикам *C. acrolepis* можно отнести к крупным тихоокеанским видам семейства Macrouridae, уступая лишь малоглазому макрурусу. Максимально зарегистрированная длина составляет 104 см [16]. По объективным причинам в нашем распоряжении имеются данные по размерному составу лишь с горы Оджин, где длина исследуемого вида изменялась от 67 до 92 см, с преобладанием двух модальных групп: 68–72 (25,4%) и 81–85 (31,1%) см (рис. 4). Из-за отсутствия информации по другим возвышенностям пока невозможно определить, существуют ли сходства в размерном составе макруруса в пределах исследуемого района.

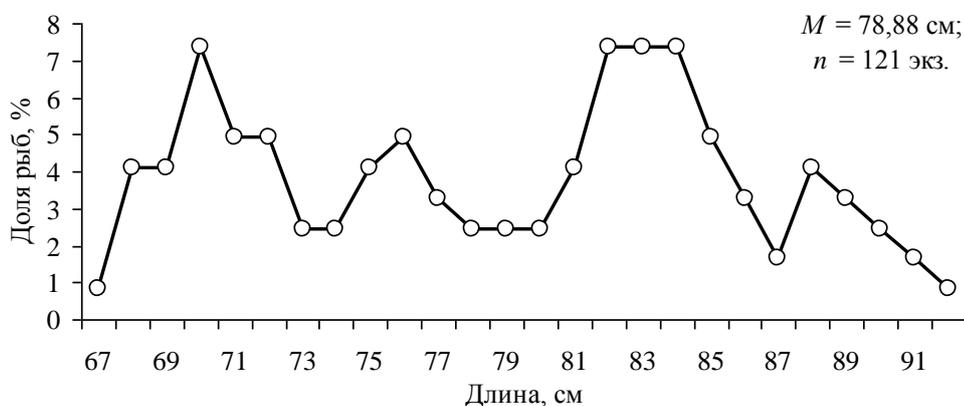


Рис. 4. Размерный состав черного макруруса *Coryphaenoides acrolepis* на горе Оджин Императорского хребта летом 2009 г.

Подчеркнем, что для азиатской части ареала в целом наблюдаются различия доминирующих групп макруруса по длине. В Беринговом и Охотском морях значительную долю в уловах занимали более мелкие особи, размеры которых колебались в пределах от 30 до 50 см [17]. В то же время в океанических водах отмечены более крупные рыбы. Так, по данным Л.С. Кодолова [16], в южной части Курильской гряды преобладал макрурус длиной 60–75 см, а в акватории о-ва Хонсю – 56–78 см. Помимо этого, в последнем районе были встречены особи размерами более 90 см. Следовательно, *C. acrolepis* на исследуемой акватории по своим биологическим характеристикам наиболее близок к группировке, обитающей у тихоокеанского побережья Японии.

Обобщая вышесказанное, можно заключить, что черный макрурус в южной части Императорского хребта является относительно редким видом, наибольшие уловы которого характерны для гайотов с более глубоководным расположением вершины (Нинтоку и Оджин). Его вертикальное распределение в данном районе сходно с остальной частью ареала, концентрируясь на глубинах более 1 000 м. По своим размерным характеристикам, полученным на гайоте Оджин, черный макрурус близок к группировке океанических вод Японских о-вов. Однако вследствие ограниченности нашего материала эти выводы следует считать предварительными. Тем не менее предполагаем, что они предопределяют дальнейшие исследования в этом направлении.

Литература

1. Макушок В.М. Долгохвосты (сем. Macruridae или Coryphaenidae Auct.) // Тихий океан. Кн. III. Биология Тихого океана. Рыбы открытых вод. – М.: Наука, 1967. – С. 200–227.

2. Iwamoto T., Stein D.L. A systematic review of the rattail fishes (Macrouridae: Gadiformes) from Oregon and adjacent waters // Occasional Papers California Academy of Sciences. – 1974. – № 111. – P. 1–79.
3. Iwamoto T., Sazonov Yu. I. A review of the southeastern Pacific *Coryphaenoides* (sensu lato) (Pisces, Gadiformes, Macrouridae) // Proceedings of the California Academy of Sciences (Series 4). – 1988. – V. 45, № 3. – P. 35–82.
4. Gadiform fishes of the world (Order Gadiformes) / D.M. Cohen, T. Inada, T. Iwamoto, N. Scialabba // An annotated and illustrated catalogue of cods, hakes, grenadiers and other gadiform fishes known to date. FAO Fisheries Synopsis. – 1990. – V. 10, № 125. – P. 1–442.
5. Nakayama N. Grenadiers (Teleostei: Gadiformes: Macrouridae) of Japan and adjacent waters, a taxonomic monograph // Megataxa. – 2020. – V. 3, № 1. – P. 1–383.
6. Fricke R., Eschmeyer, W. N., van der Laan R. Eschmeyer's catalog of fishes: genera, species, references [Electronic version]. – URL: (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>) (accessed: 1 March 2021).
7. Расс Т.С. Глубоководные рыбы-долгохвосты (Pisces, Macrouridae) Охотского моря // Тр. ИОАН СССР. – 1963. – Т. 62. – С. 211–223.
8. Борец Л.А. Ихтиофауна северо-западного и Гавайского подводных хребтов // Вопросы ихтиологии. – 1986. – Т. 26, № 2. – С. 208–220.
9. Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. Fishes of Alaska. – Bethesda, Maryland: Amer. Fish. Soc., 2002. – 1037 p.
10. Hoff G.R., Stevenson D.E., Orr J.W. Guide to the gadiform fishes of the eastern North Pacific. U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Memo. NMFS-AFSC-309. – 2015. – 68 p. doi:10.7289/V5/TM-AFSC-309.
11. Laptikhovskiy V., Gaither M.R., Black A. A Pacific grenadier *Coryphaenoides acrolepis* in the south-west Atlantic and environmental changes in the Falkland deep seas // Marine Biodiversity Records. – 2013. – V. 6. – P. 1–5. <http://dx.doi.org/10.1017/S1755267213001061>.
12. Паутов Г.П. Возраст и рост малоглазого (*Nematonurus pectoralis*), пепельного (*Coryphaenoides cinereus*) и черного (*Coryphaenoides acrolepis*) макрурусов в северной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. – 1975. – Т. 96. – С. 181–185.
13. Matsui T., Kato S., Smith S.E. Biology and potential of Pacific grenadier, *Coryphaenoides acrolepis*, off California // Mar. Fish. Rev. – 1990. – V. 52, № 3. – P. 1–17.
14. Kitazawa, N. Maturity of roundnose grenadier *Coryphaenoides acrolepis* in Sagami Bay // Bulletin of Kanagawa Prefectural Fisheries Research Institute. – 2000. – № 5. – P. 1–6 (In Japanese with English summary).
15. Тупоногов В.Н. Распределение и биологическое состояние макрурусов в Охотском море и у Курильских островов летом – осенью 2000 г. // Изв. ТИНРО. – 2003. – Т. 133. – С. 56–66.
16. Кодолов Л.С. Некоторые данные по биологии черного макруруса *Coryphaenoides acrolepis* (Bean, 1883) // Изв. ТИНРО. – 2003. – Т. 134. – С. 144–153.
17. Тупоногов В.Н., Орлов А.М., Кодолов Л.С. The Most Abundant Grenadiers of the Russian Far East EEZ: Distribution and Basic Biological Patterns // Grenadiers of the world oceans: biology, stock assessment, and fisheries (Ed. Orlov A.M., Iwamoto T.). – American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, USA. P. 225–260.
18. Байталюк А.А., Карякин К.А., Орлов А.М. Ресурсы талассобатиали Императорского подводного хребта: освоение, состояние запасов и возможность экспедиционного промысла // Вопр. рыболовства. – 2010. – Т. 11, № 4. – С. 801–816.
19. Пахоруков Н.П. Поведение и распределение донных и придонных рыб на Императорском подводном хребте (Тихий океан) // Вопросы ихтиологии. – 2005. – Т. 45, № 1. – С. 109–116.
20. Орлов А.М. Черный макрурус – *Coryphaenoides acrolepis* (Bean, 1884) // Промысловые рыбы России. В двух томах (под ред. О.Ф. Гриценко, А.Н. Котляра и Б.Н. Котенева). – М.: Изд-во ВНИРО, 2006. – С. 351–352.
21. Shinohara G., Kojima S., Fukumori H. Deep-sea fishes from the Kurile-Kamchatka Trench collected by the R/V Sonne during the KuramBio II expedition in 2016 // Progress in Oceanography. – 2020. – V. 183. – DOI: 10.1016/j.pocan.2020.102275
22. Гершанович Д.Е., Конюхов А.И., Лисицын А.П. Основные черты геоморфологии Императорского и Гавайского хребтов // Труды ВНИРО. – 1977. – Т. 119. – С. 65–79.

УДК 597.552.511(282.257.48)

И.В. Матророва, В.В. Ильющенко, Г.Г. Калинина

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

НЕКОТОРЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОРБУШИ РЕКИ НЫГАЙ (ЛАНГР) (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ) В 2020 ГОДУ

Проанализированы некоторые биологические характеристики производителей горбуши реки Ныгай (Лангр) в 2020 г. В р. Ныгай заходили особи длиной от 43 до 62 см, массой от 1 040 до 2 839 г. Половые продукты самок и самцов находились на IV, V стадиях зрелости, основная масса самцов имела гонады на V стадии зрелости. Индивидуальная абсолютная плодовитость варьировалась от 855 до 2 057 шт. икринок.

Ключевые слова: производители горбуши, размер, масса, стадия зрелости, плодовитость, река Ныгай (Лангр).

I.V. Matrosova, V.V. Pyushenko, G.G. Kalinina

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

SOME BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF PINK SALMON FROM THE NYGAY (LANGR) RIVER (KHABAROVSK TERRITORY) IN 2020

Some biological characteristics of pink salmon spawners of the Nygay(Langr) river in 2020 were analyzed. Individuals from 43 to 62 cm long and from 1 040 to 2 839 g in weight entered the Nygay river. The sexual products of females and males were at the IV, V stages of maturity, the basic mass of males had gonads at the V stage of maturity. Individual absolute fecundity varied from 855 to 2 057 eggs.

Key words: pink salmon spawners, size, weight, maturity stage, fecundity, the Nygay (Langr) river.

Горбуша – массовый вид, обеспечивающий более половины общих уловов тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Как правило, именно вылов горбуши определяет в целом успехи и неудачи ежегодных лососевых путин. Основу промыслового запаса горбуши в линиях четных и нечетных лет составляет только одно поколение. В связи с коротким жизненным циклом горбуши (1,5 года) флюктуации численности этого вида более значительны по сравнению с другими видами лососей, что наряду с факторами возможных широкомасштабных перераспределений между соседними регионами создает определенные трудности в заблаговременном прогнозировании величины ее подходов к конкретным промысловым районам. Именно для этого вида почти ежегодно наблюдается наиболее значительное несовпадение прогнозов реального вылова [1].

Тихоокеанские лососи интенсивно изучаются специалистами разных стран уже более 100 лет. Несмотря на длительную историю изучения горбуши закономерности динамики ее численности во многом еще непознаны [2].

Цель работы – изучить некоторые биологические характеристики горбуши реки Ныгай (Лангр) (Николаевский район, Хабаровский край) в 2020 г. Для реализации цели необходимо было решить следующие задачи: изучить размерный и весовой состав, проанализировать соотношение длины и массы, определить стадии зрелости половых продуктов и индивидуальную абсолютную плодовитость.

Материал, положенный в основу работы, был собран авторами в августе 2020 г. Биологический анализ и промеры выполняли на свежих рыбах по общепринятым в ихтиологической практике методикам [3]. В процессе биологического анализа определяли: длину по Смиту (АС), см; массу, г; половой состав; степень зрелости гонад, плодовитость.

Горбуша заходит в реки Амурского лимана с июня по июль, нерестится с июля по август. Самая многочисленная группировка горбуши отмечена в р. Ныгай, где ориентировочная площадь нерестилищ по предварительной оценке составляет до 130,0 тыс. м². Ориентировочный заход горбуши в урожайный год в р. Ныгай оценен в 20–40,0 тыс. экземпляров. Основные нерестилища горбуши расположены на ключах, впадающих в реку.

В 2020 г. размерный состав горбуши включал самок и самцов длиной от 43 до 62 см, 89% особей имели длину от 47 до 51 см (рис. 1). Длина самок изменялась от 44 до 56 см при среднем значении ($49,08 \pm 2,35$) см, по численности доминировали особи от 47 до 51 см. Размер самцов варьировался от 43 до 62 см при среднем значении ($53,09 \pm 4,05$) см, преобладали рыбы длиной от 51 до 55 см, 39%.

Весовой состав горбуши включал особей от 1 040 до 2 839 г (рис. 2). Средняя масса самцов была выше, чем самок, при значении ($1 770 \pm 408,28$) г. У самок преобладали особи с массой от 1 240 до 1 439, 30% от общего числа исследуемых производителей. Модальный класс включал в себя самок и самцов с массой 1 440–1 639 г, 64%.

Зависимость длина – масса представлена на рис. 4.

В исследуемый год большинство самцов имело гонады на V стадии зрелости гонад по шестибальной шкале, основная масса самок – на IV и V стадиях зрелости (рис. 3).

Плодовитость горбуши изменялась от 855 до 2 057 шт., составив в среднем ($1 534 \pm 254$) шт.

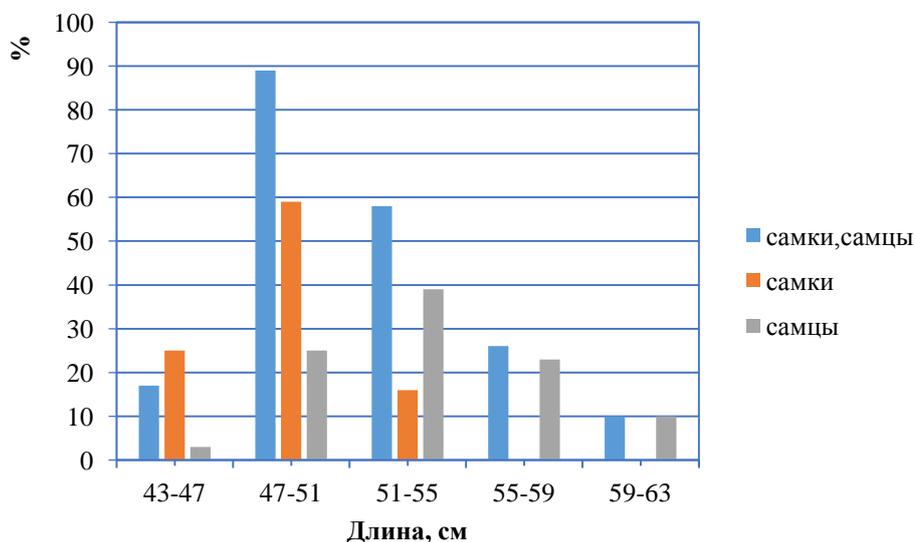


Рис. 1. Размерный состав горбуши р. Ныгай в 2020 г.

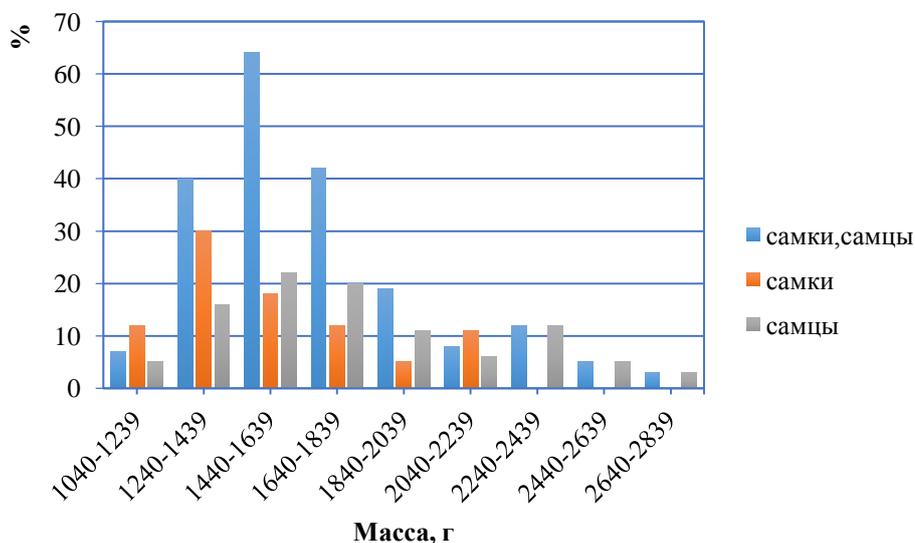


Рис. 2. Весовой состав горбуши р. Ныгай в 2020 г.

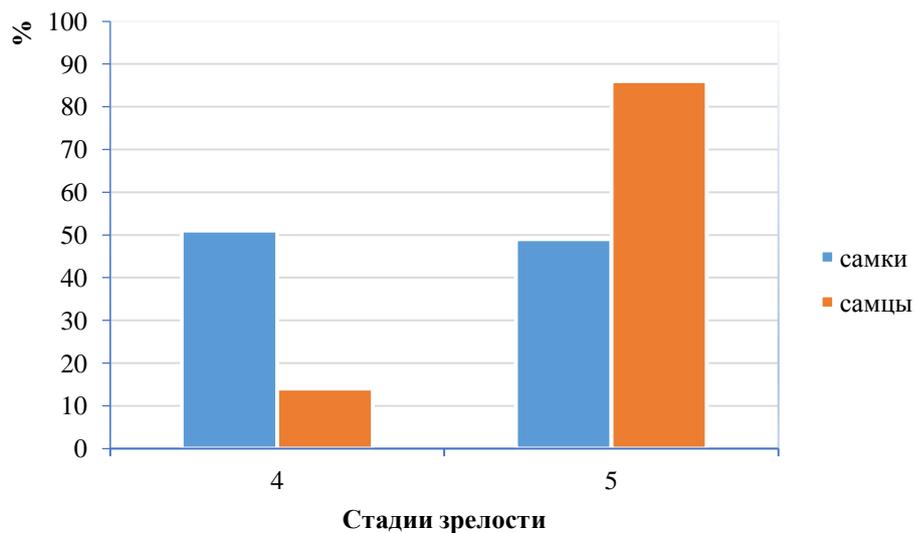


Рис. 3. Стадии зрелости половых продуктов горбуши р. Ныгай в 2020 г.

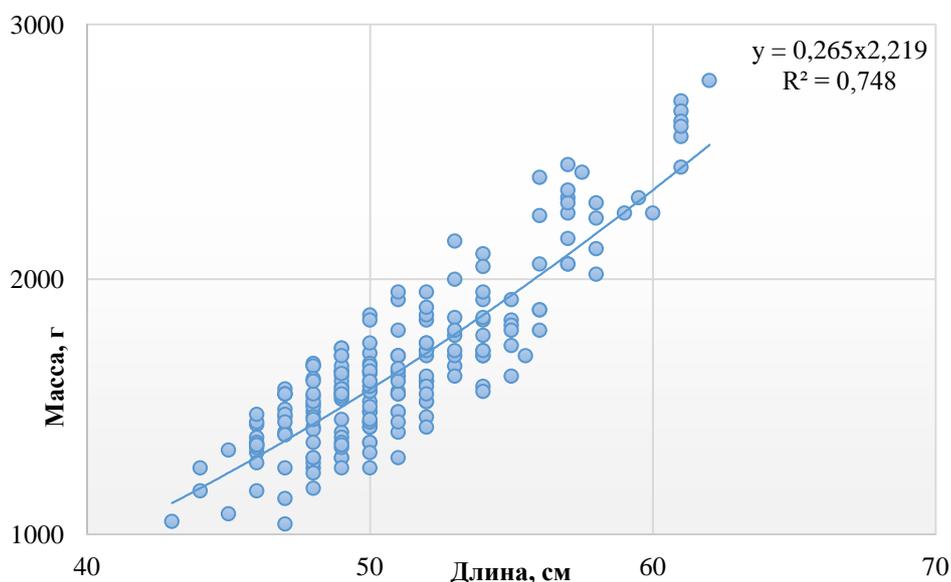


Рис. 4. Зависимость длина – масса горбуши р. Ныгай в 2020 г.

Полученные данные дополняют сведения о некоторых чертах биологии горбуши р. Ныгай и будут полезны для специалистов в области изучения водных биоресурсов и аквакультуры.

Литература

1. Темных Н.Ф., Канзепарова Ф.Н., Шевляков В.Ф. Современное состояние запасов горбуши на Дальнем Востоке // Изучение тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке: Бюллетень № 11. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2016. – 183 с.
2. Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2007. – 47 с.
3. Хованская Л.Л. Биологические и физиологические особенности искусственного разведения кеты в Магаданской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Магадан, 2006. – 31 с.

УДК 581.526.325.2+574.583:285.2(470.11)

Е.В. Медведева, И.Ю. Македонская, И.И. Студёнов

*Отдел Северный Полярного филиала Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии,
Архангельск, 163002
e-mail: medvedeva23@pinro.ru*

ТАКСОНОМИЧЕСКИЙ СОСТАВ И СТРУКТУРА ЛЕТНЕГО ФИТОПЛАНКТОНА ОЗЕР НЯНДОМСКОГО РАЙОНА АРХАНГЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

Проанализировано видовое разнообразие альгоценозов Няндомских озер с использованием индексов видового разнообразия Шеннона, видового богатства Менхиника, выравнивания видов Пиелу и коэффициента сходства Жаккара. Установлен характер альгофлоры данных водотоков как диатомово-хлорофитовый со значительным участием цианобактерий. Проведен количественный анализ биологического обилия фитопланктона поверхностного слоя озер в летний период 2018 г., на основе которого рассчитан индекс тропности Милиуса.

Ключевые слова: фитопланктон, видовой состав, индексы, альгоценоз.

E.V. Medvedeva, I.Yu. Makedonskaya, I.I. Studenov

*Northern Department of the Polar branch
of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Arkhangelsk, 163002
e-mail: medvedeva23@pinro.ru*

TAXONOMIC COMPOSITION AND STRUCTURE OF SUMMER PHYTOPLANKTON IN LAKES OF NYANDOMSKY DISTRICT OF ARKHANGELSK REGION

The species diversity of algocenoses of the Nyandoma lakes was analyzed using the Shannon's diversity indices, the Menhinick's species richness, the Pielou's evenness index and the Jaccard's similarity coefficient. The diatom-chlorophytic character of phytoplankton with a significant occurrence of cyanobacteria was established. A quantitative analysis of phytoplankton biological abundance in the lake surface layer was carried out during summer period 2018 on the basis of which the Milius trophic state index was calculated.

Key words: phytoplankton, species composition, indices, algocenoses.

Няндомский район расположен в юго-западной части Архангельской области на территории Няндомской возвышенности. Большая часть района занята лесными массивами, болотами и озерами. На основании зонального распределения территория района относится к Евроазиатской хвойно-лесной (таежной) области. По результатам комплексных исследований, направленных на поиск водных объектов, наиболее подходящих для размещения рыбоводных хозяйств, в Няндомском районе для развития садкового рыбоводства были выделены два озера – Нименьгское и Большое Мошенское.

Озера Нименьгское и Большое Мошенское принадлежат бассейну р. Онега. Озеро Нименьгское располагается на юго-западной границе района, северная часть водоема входит в Шултусский заказник. Площадь озера – 24,8 км², максимальная глубина – 3 м. В озеро впадают реки Илокса, Каменка и Шултус. Водный объект также является истоком реки Нименьга. Большое Мошенское – озеро в Архангельской области, находящееся на территории Мошенского сельского поселения, вытянуто с северо-запада на юго-восток. Площадь озера – 8,6 км², максимальная глубина – 10 м. В озеро впадают реки Воезёрка и Луптега, вытекает река Моша. Вокруг озера имеется много родников. Сочетание этих факторов позволяет отметить хороший потенциал данной территории для образования первичной продукции водных экосистем.

Цель работы – исследование структурно-таксономического многообразия фитопланктона в рамках государственного контракта по разработке рыбоводно-биологического обоснования (РБО) на рыбохозяйственное использование озер.

Исследования проводили в августе 2018 г. Температура воды в период исследований составляла 18–19,4°C. Гидробиологические пробы были собраны в 10 точках. Гидробиологический материал собран пластиковыми пробоотборниками объемом 0,5 л с глубины 0,3–0,5 м. Пробы фитопланктона зафиксированы 4%-ным раствором формалина и обработаны с использованием микроскопа LOMO Mikmed-6 var. 7 по стандартным методикам [1–3]. Большинство организмов определены до вида с помощью отечественных и зарубежных определителей [4–9]. При таксономической идентификации использовали базу данных интернет-ресурса [10]. Для оценки видового разнообразия фитопланктона применяли индекс Шеннона (1). Видовое богатство было рассчитано по индексу Менхиника (2). Степень выравненности сообщества оценивали посредством индекса Э. Пиелу (3). Для сравнения флористического состава фитопланктона озер Нименьское и Большое Мошенское использовали коэффициент видового сходства Жаккара (4). И для оценки экологического состояния вод озер по трофности использовался индекс Миллиус (5). Все этапы статистической обработки данных и построение графических таблиц выполнены с использованием программы Microsoft Excel.

В ходе исследования качественного состава летнего фитопланктона озер Нименьское и Большое Мошенское составлен сводный список, насчитывающий 148 видов, водорослей, принадлежащих к восьми отделам: Bacillariophyta (48,6%), Chlorophyta (26,4%), Cyanophyta (7,4%), Cryptophyta (4,7%), Dinophyta (4%), Euglenophyta (2%) и Xanthophyta (1,4%) и Chrysophyta (5,5%). По числу видов преобладали диатомовые водоросли – 72 таксона, что составляет 48,6% от общего числа выявленных видов (табл. 1).

Таблица 1

Таксономический состав фитопланктона в исследуемых водоемах в августе 2018 г.

| № п/п | Отдел | Количество видов | | | |
|-------|-----------------|------------------|----------------------------|-------------------------|----------------------------|
| | | Озеро Нименьское | % от общего числа таксонов | Озеро Большое Мошенское | % от общего числа таксонов |
| 1 | Bacillariophyta | 38 | 55 | 34 | 43 |
| 2 | Chlorophyta | 16 | 23,2 | 23 | 29,1 |
| 3 | Cryptophyta | 0 | 0 | 1 | 1,3 |
| 4 | Chrysophyta | 4 | 5,8 | 3 | 3,8 |
| 5 | Euglenophyta | 2 | 2,9 | 1 | 1,3 |
| 6 | Dinophyta | 2 | 2,9 | 4 | 5 |
| 7 | Cyanophyta | 7 | 10,2 | 11 | 13,9 |
| 8 | Xanthophyta | 0 | 0 | 2 | 2,6 |
| Всего | | 69 | 100 | 79 | 100 |

Состав доминантных видов в исследуемых озерах в данное время почти идентичен. По численности и по биомассе во всех точках сбора доминировал отдел Bacillariophyta, субдоминантами являлись представители отдела Chlorophyta (табл. 2). Большая часть выявленных таксонов имеет значительное распространение в континентальных водах, что свойственно для озер умеренного климатического пояса [16].

Таблица 2

Доминантные виды фитопланктона исследуемых водоемов в августе 2018 г.

| Точка отбора проб | Вид-доминант по численности (% от общей численности) | Вид-доминант по биомассе (% от общей численности) |
|-------------------------|--|---|
| Озеро Нименьское | <i>Tabellaria fenestrata</i> – 33,3 | <i>Tabellaria fenestrata</i> – 44,4 |
| | <i>Melosira granulata</i> – 12,6 | <i>Surirella sp.</i> – 25,7 |
| | <i>Melosira distans</i> – 11,02 | <i>Acanthoceras zachariasii</i> – 10,6 |
| Озеро Большое Мошенское | <i>Anabaena scheremetieviae</i> – 42,5 | <i>Anabaena scheremetieviae</i> – 35,9 |
| | <i>Melosira granulata</i> – 16,2 | <i>Melosira granulata</i> – 16,8 |
| | | <i>Fragilaria crotonensis</i> – 8,6 |

Коэффициент сходства Жаккара (K_j) фитопланктонных сообществ был низким – 0,14, несмотря на общие доминирующие виды, что позволяет сделать вывод о том, что альгофлора озер достаточно сильно различается, отвечая таким образом на ход сукцессии, обусловленной процессами эвтрофирования [17].

Численность фитопланктона в оз. Большое Мошенское в период исследований варьировала по разным станциям в диапазоне от 94,08 до 356,76 млн кл/м³, биомасса – от 273,5 до 1385,5 мг/м³. В оз. Нименьгское численность по разным станциям изменялась от 25,36 до 121,92 млн кл/м³, биомасса – от 70,1 до 365,3 мг/м³. Вероятно, это связано с кратковременной августовской вспышкой фитопланктонного сообщества как следствие повышения температуры воды [18].

На основе численности и биомассы для каждого озера был рассчитан индекс Шеннона (H'), отображающий уровень видового разнообразия исследуемых фитопланктонных сообществ в 2018 г. Средние арифметические значения по оз. Нименьгское составляли 3,18 по численности и 2,86 по биомассе, для оз. Большое Мошенское достигали 3,18 по численности и 3,13 по биомассе, что подтверждает высокое видовое разнообразие фитопланктона в данных водоемах. Кроме того, для озер Нименьгское и Большое Мошенское рассчитано среднее значение индекса Менхиника (D_{Mn}) – 4,68 и 3,32 соответственно (табл. 3). Высокие показатели данных индексов, как правило, соответствуют благополучному состоянию рассматриваемых экосистем и указывают на среднюю сложность структуры сообществ рассматриваемых озер. Показатели индекса выравненности Пиелу (E), величина которого сопряжена с индексом разнообразия Шеннона, для оз. Нименьгское – 0,67 и 0,71 для оз. Большое Мошенское, существенно не отличаются и имеют довольно высокие значения, что свидетельствует о выравненности структуры сообществ и дополнительно подтверждает отсутствие в них выраженных доминантов.

Таблица 3

Значения индексов Шеннона и Менхиника по точкам отбора проб в озерах Няндомского района в августе 2018 г.

| Точка отбора проб | Индекс Шеннона | | Индекс Менхиника |
|-------------------------|----------------|-------------|------------------|
| | по численности | по биомассе | |
| Озеро Нименьгское | 3,05 | 2,93 | 5 |
| | 2,81 | 2,32 | 4,57 |
| | 2,94 | 2,72 | 3,44 |
| | 3,29 | 3,18 | 4,02 |
| | 3,85 | 3,17 | 6,21 |
| Озеро Большое Мошенское | 3,38 | 3,25 | 3,56 |
| | 3,59 | 3,57 | 3,64 |
| | 2,65 | 2,62 | 4 |
| | 3,05 | 3,14 | 2,27 |
| | 3,25 | 3,09 | 3,16 |

По биомассе фитопланктона был вычислен индекс Милиус (I_b), определяющий уровень трофности, который составил 69,25 по оз. Нименьгское и 71,34 по оз. Большое Мошенское. Полученные значения свидетельствуют об эвтрофном (высококормном) типе водоемов. В летний сезон в массовом объеме формируется фитопланктон, и как следствие высокую биомассу имеют зообентос, бактерио- и зоопланктон. Грунты илистые, цветность высокая, прозрачность воды низкая. Литораль ярко выражена, сильно зарастает макрофитами. Водная толща прогревается до дна, обеднена кислородом [19].

По результатам проведенных в 2018 г. исследований в озерах Няндомского района Архангельской области обнаружено 148 видов микроводорослей, относящихся к восьми отделам. Наибольшим числом видов были представлены водоросли двух отделов – Bacillariophyta (48,6%) и Chlorophyta (26,4%), что соответствует флористическому составу планктона внутренних водоемов северных районов и подтверждает низкое антропогенное воздействие. Альгоценоз озер характеризуется высоким видовым богатством, средней сложностью структур составляющих его сообществ и высокой выравненностью видов, что свидетельствует об устойчивой структуре ассоциаций микроводорослей, образующих достаточную кормовую базу для зоопланктона, играя существенную роль в биологической продуктивности экосистем. Полученные в ходе исследований сведения по основным параметрам фитопланктонных сообществ дополняют крайне скудные сведения о фитопланктоне озер Архангельской области и позволяют выработать рекомендации при эксплуатации водоемов рыболовными хозяйствами.

Литература

1. *Мордохай Ф.Д.* Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 239–240.
2. *Масюк Н.П., Радченко М.И.* Методы сбора и изучения водорослей // Водоросли: справочник. – Киев: Наукова думка, 1989. – С. 170–188.
3. *Садчиков А.П.* Методы изучения пресноводного фитопланктона: Методическое руководство. – М.: Университет и школа, 2003. – С. 155–157.
4. *Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И.* Синезеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.: Наука, 1953. – Вып. 2. – С. 649–650.
5. *Дедусенко-Щеголева Н.Т., Матвиенко А.М., Шкорбатов Л.А.* Зеленые водоросли. Класс Вольвоксовые. Chlorophyta: Volvocineae // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.; Л.: Наука, 1959. – Вып. 8. – С. 223–230.
6. *Дедусенко-Щеголева Н.Т., Голлербах М.М.* Желтозеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.; Л.: Наука, 1962. – Вып. 5. – С. 270–272.
7. *Диадомовые водоросли / М.М. Забелина, И.А. Киселев, А.И. Прошкина-Лавренка, В.С. Шеишуква и др.* // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.: Наука, 1951. – Вып. 4. – С. 620–623.
8. *Матвиенко А.М.* Золотистые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.: Сов. наука, 1954. – Вып. 3. – С. 188–190.
9. *Царенко П.М.* Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР / АН УССР. Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного. – Киев: Наукова думка, 1990. – С. 208–212.
10. WoRMS (World Register of Marine Species. 2018-12-09. doi: 10.14284/170)
11. *Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д.* Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. Кн. 2. – М.: Наука, 2005. – 337 с.
12. *Шитиков В.К., Розенберг Г.С.* Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения // Количественные методы экологии и гидробиологии: Сборник научных трудов, посвященный памяти А.И. Баканова. – Тольятти: СамНЦ РАН, 2005 – С. 91–129.
13. *Pielou E.C.* The measurement of diversity in different types of biological collection // Journal of Theoretical Biology. – 1966. – Vol. 13. – P. 131–144.
14. *Гайдышев И.П.* Анализ и обработка данных: специальный справочник. – СПб.: Питер, 2001. – 752 с.
15. *Дмитриев В.В.* Оценка экологического состояния водных объектов суши // Экология. Безопасность. Жизнь. Экологический опыт гражданских, общественных инициатив. – Гатчина, 1999. – С. 200–217.
16. *Оханкин А.Г.* Видовой состав фитопланктона как показатель условий существования в водотоках разного типа // Ботан. журн. – 1998. – Т. 83, № 9. – С. 1–13.
17. *Барина С.С.* Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. – Тель-Авив: Ин-т Эволюции Университета Хайфы, 2006. – 498 с.
18. *Семенов В.Н.* Климат и гидрология поверхностных вод // Кижский вестник. – № 2: Заонежье. – Петрозаводск, 1993. – С. 53–59.
19. Изменения биоразнообразия поверхностных вод Севера в условиях закисления, евтрофирования и токсичного загрязнения / *Т.И. Моисеенко, О.И. Вандыш, В.А. Яковлев, А.А. Лукин, А.Н. Шаров.* – Водные ресурсы. – 1999. – Т. 26, № 4. – С. 492–501.

УДК 597.556.37(265.5)

Р.Т. Овчеренко^{1,2}

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

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ХОБОТНОЙ КАМБАЛЕ *MYZOPSETTA PROBOSCIDEA* (PLEURONECTIDAE) В ТИХООКЕАНСКИХ ВОДАХ КАМЧАТКИ

На основании материалов, собранных в 2002, 2016–2020 гг. на шельфе юго-восточной Камчатки, исследовано пространственное распределение хоботной камбалы *Muzopsetta proboscidea*, охарактеризован ее размерный состав, приведены данные по биомассе и численности. В летний сезон основные поимки данного вида были зарегистрированы в Кроноцком заливе. Основу уловов составляли крупные особи. Максимальная численность хоботной камбалы отмечена в 2017 г., биомасса – в 2002 г.

Ключевые слова: хоботная камбала, тихоокеанские воды Камчатки, траловые съемки, распределение, размерный состав, численность, биомасса.

R.T. Ovcherenko^{1,2}

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

NEW DATA ON LONGHEAD DAB *LIMANDA PROBOSCIDEA* (PLEURONECTIDAE) IN PACIFIC WATERS OF KAMCHATKA

Based on the data collected in 2002, 2016–2020 on the shelf of the south-eastern part of Kamchatka the spatial distribution of longhead dab *Limanda proboscidea* was studied, its size composition was characterized, and the data on biomass and abundance were presented. The main catches of this species during the summer season were recorded in the Kronotsky Gulf. The basis of the catches were jumboes. The maximum number of longhead dab was noted in 2017, the maximum biomass was in 2002.

Key words: longhead dab, *Limanda proboscidea*, Pleuronectidae, Pacific waters of Kamchatka, trawl shootings, distribution, size composition, abundance, biomass.

Хоботная камбала *Muzopsetta proboscidea* является промысловым видом прикамчатских вод. У восточного побережья Камчатки и северных Курильских островов этот вид образует относительно плотные скопления, но наиболее многочислен в Охотском море [1–4].

По данным донной траловой съемки, выполненной в 2002 г. на РК МРТ «Фортуна» в тихоокеанских водах Камчатки, биомасса всех видов камбал составила 26,0 тыс. т, или 43,1% биомассы донных рыб, в т. ч. 0,06 тыс. т пришлось на хоботную камбалу.

Наиболее обстоятельно изучены некоторые биологические аспекты хоботной камбалы у западной Камчатки [1, 2, 4–8], краткий очерк о ее биологии в западной части Берингова моря дает в своей работе А.О. Золотов [3]. Биологические аспекты хоботной камбалы у юго-восточной Камчатки исследованы явно недостаточно, а некоторые вопросы вовсе не раскрыты. В настоящей работе предпринята попытка восполнить информационный пробел новыми данными.

Цель данной работы – описать распределение хоботной камбалы, дать краткую биологическую характеристику, а также охарактеризовать состояние ее запасов у юго-восточной Камчатки.

Материалом послужили данные, собранные во время донных траловых съемок на стандартных полигонах [9] в тихоокеанских водах Камчатки в июне – сентябре в 2002, 2016–2020 гг. (рис. 1).

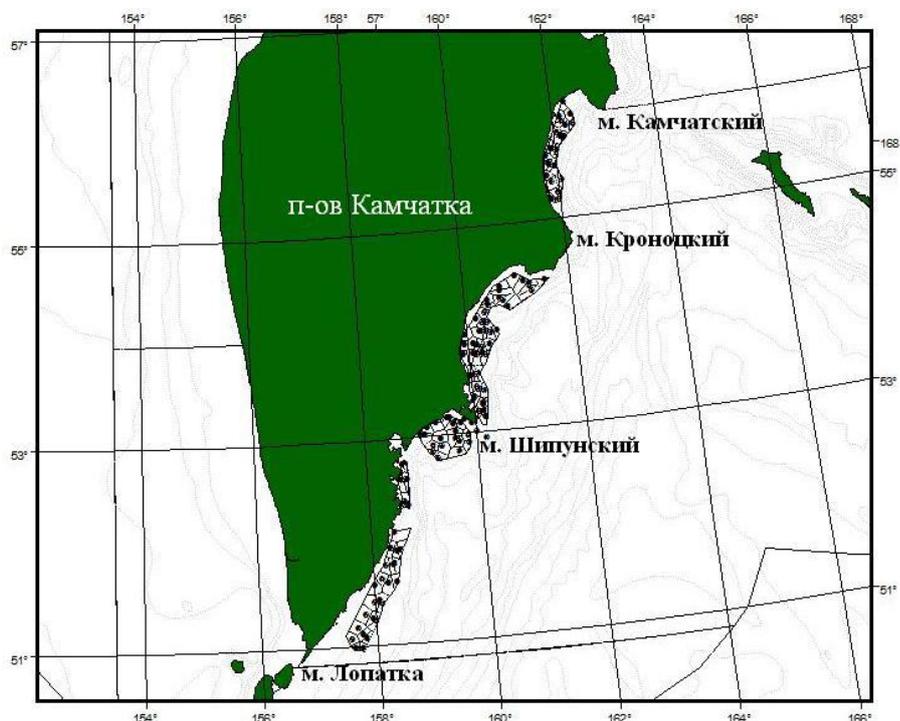


Рис. 1. Схема станций донных траловых съемок

В 2002 г. исследования проводили на РК МРТ «Фортуна» на всей акватории тихоокеанского побережья Камчатки. В 2016–2020 гг. съемки делали на судах, принадлежащих «КамчатНИРО» (МРТК «Инженер Мартынов» и РС «МРТК-316»), только на акватории Кроноцкого и Авачинского заливов, а также у юго-восточной оконечности Камчатки. Сведения о сроках, количестве тралений и глубинах для каждой съемки представлены в таблице.

Донные траловые съемки, выполненные на тихоокеанском шельфе Камчатки в 2002, 2016–2020 гг.

| Год | Сроки | Кол-во тралений | Глубины, м |
|------|-------------|-----------------|------------|
| 2002 | 24.08–01.10 | 122 | 20–200 |
| 2016 | 11.06–07.07 | 84 | 27–217 |
| 2017 | 29.06–13.09 | 47 | 18–210 |
| 2018 | 11.06–10.07 | 86 | 26–250 |
| 2019 | 16.06–12.07 | 78 | 26–213 |
| 2020 | 15.06–29.08 | 84 | 27–215 |

Для анализа размерного состава в работе использованы данные массовых промеров (МП) хоботной камбалы, собранные из уловов донным тралом за все годы исследований. Для построения карт распределения использовали программу «ArcView 3.3».

Хоботная камбала (*Myxopsetta proboscidea*) – сублиторальный вид, обитающий в пределах шельфа в течение всего года. Она совершает сезонные миграции от мест зимовки на мелководье, где происходит ее нерест и питание [1, 9].

Основные поимки хоботной камбалы были зарегистрированы почти на всей акватории Кроноцкого залива (рис. 2). Небольшие уловы отмечены также в районе у м. Шипунский (северная часть Авачинского залива). В летний период представленный вид обитает в пределах шельфа на незначительных глубинах [10]. По нашим данным, хоботная камбала встречалась в пределах глубин от 24 до 81 м. Около 90,0% особей было зарегистрировано на глубине 24–50 м. Подобный характер распределения в период исследований говорит о том, что этот вид в тихоокеанских водах Камчатки совершает сезонные миграции из районов зимовки на мелководье.

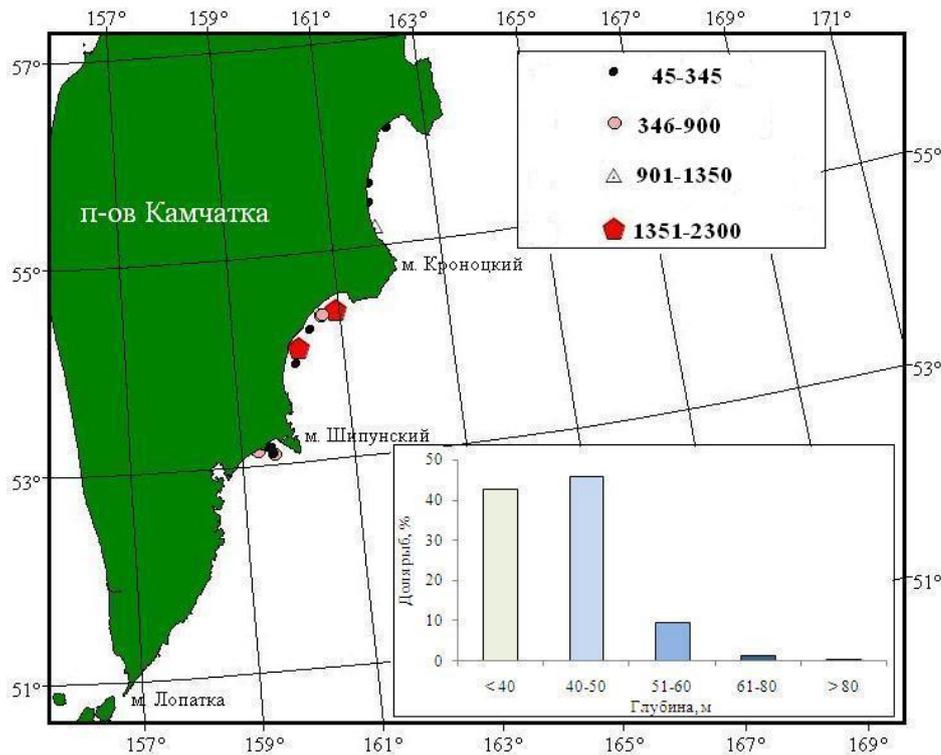


Рис. 2. Среднемноголетнее распределение уловов (экз/км²) хоботной камбалы в тихоокеанских водах Камчатки по данным донных траловых съемок в летний период

Хоботная камбала является одним из мелких промысловых видов семейства камбаловых. У берегов западной Камчатки длина рыб изменяется от 9,9 до 36,7 см, средний показатель редко превышает 30 см [1, 4]. В заливах северо-восточной Камчатки этот вид может достигать 42 см. Однако средний размер несколько меньше, чем у западного побережья, и составляет 25,9 см [13].

В тихоокеанских водах Камчатки размеры представленного вида изменялись от 8 до 37 см (рис. 3). Основная часть улова была представлена особями длиной 26–28 см, на долю которых приходилось 35,6%, и средней длиной, равной 27,3 см. Рыбы длиной от 8 до 20 см составляли менее 5,0%. Обилие крупных особей хоботной камбалы объясняется миграцией к местам нереста на мелководье (24–50 м) в теплое время года (см. рис. 2).

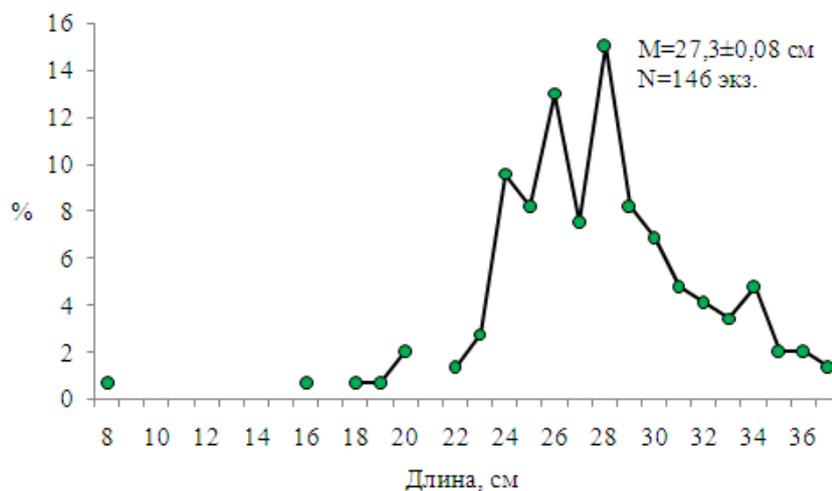


Рис. 3. Среднемноголетний размерный состав хоботной камбалы по данным донных траловых съемок в 2002, 2016–2020 гг. у юго-восточной Камчатки

Запасы хоботной камбалы в тихоокеанских водах Камчатки в сравнении с другими промысловыми видами камбал невелики. Максимальный показатель биомассы был отмечен в 2002 г. (рис. 4). Говоря о межгодовой динамике запаса в последние пять лет, отметим, что в 2017 г. и численность, и биомасса по сравнению с 2016 г. резко возросли, затем к 2019 г. так же резко снизились, а в 2020 г. вновь многократно увеличились. Столь резкие изменения, очевидно, связаны с недоучетом хоботной камбалы в некоторые годы, связанным с особенностями распределения рыб.

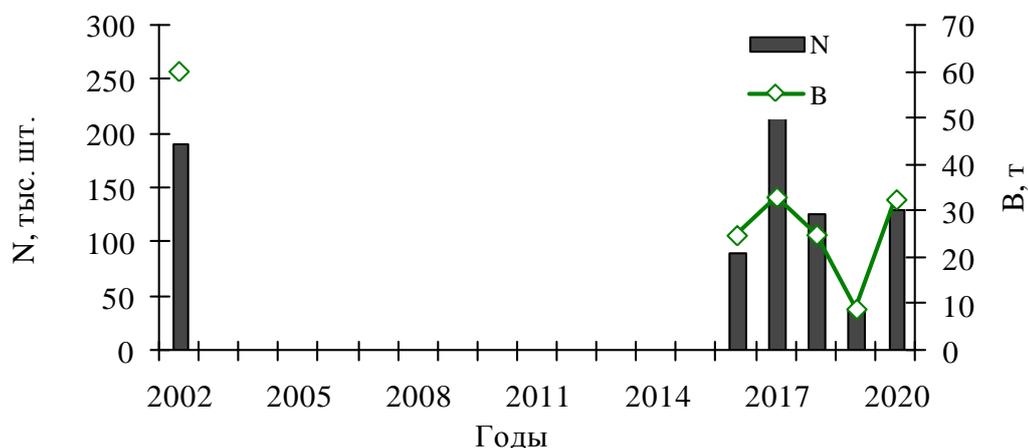


Рис. 4. Учетная численность (N) и биомасса (B) хоботной камбалы по результатам донных траловых съемок в тихоокеанских водах Камчатки в 2002, 2016–2020 гг.

Таким образом, можно отметить, что основные поимки хоботной камбалы были зарегистрированы в Кроноцком заливе на глубине до 50 м. Основу уловов составляли крупные особи. Учетные траловые съемки, проходившие в летний период, полностью не охватывают глубины обитания хоботной камбалы, поэтому полученные нами оценки запаса этого вида оказываются явно заниженными.

Литература

1. Моисеев П.А. Треска и камбалы дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. Т. 40. – 1953. – 288 с.
2. Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана / ФГУП «ТИНРО-Центр». – Владивосток: ТИНРО-Центр, 2005. – 365 с.
3. Золотов А.О. Распределение и сезонные миграции камбал Карагинского и Олюторского заливов // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана / КамчатНИРО. – 2011. – Вып. 21. – С.73–100.
4. Юсупов Р.Р. Биологическая характеристика хоботной камбалы *Muzopsetta proboscidea* (Pleuronectidae) северной части Охотского моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана / КамчатНИРО, 2013. – Вып. 29. – С. 116–124.
5. Дьяков Ю.П., Полутов В.И., Куприянов С.В. Особенности распределения массовых видов камбал (Pleuronectidae) камчатского шельфа // Исследования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа: Тр. Камч. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 1995. – Вып. 3. – С. 134 – 138.
6. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря / И.А. Черешнев, В.В. Волобуев, И.Е. Хованский, А.В. Шестаков. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 197 с.
7. Дьяков Ю.П. Некоторые аспекты пространственной динамики популяций промысловых видов камбал // Изв. ТИНРО. Т. 126. – 1999. – С. 3–23.
8. Дьяков Ю.П. Западнокамчатские камбалы (распределение, биология и динамика популяций) // Изв. ТИНРО. Т. 130. – 2002. – С. 954–1000.

9. *Варкентин А.И., Овчеренко Р.Т., Калугин А.А.* О некоторых результатах донных траловых съемок в тихоокеанских водах Камчатки в 1999, 2002, 2016–2018 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана / КамчатНИРО. – 2019. – Вып. 55. – С. 5–43.
10. *Шейко Б.А., Федоров В.В.* Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор, 2000. – 166 с.
11. *Перцева-Остроумова Т.А.* Размножение и развитие дальневосточных камбал. – М.: Изд-во АН СССР, 1961. – 482 с.
12. *Четвергов А.В.* Половое созревание западнокамчатских камбал // Изв. ТИНРО. Т. 130. – 2002. – С. 940–953.
13. *Золотов А.О.* Камбалы западной части Берингова моря: динамика численности и особенности биологии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Владивосток, 2010. – 20 с.

УДК 574.583(282.247.142)

Н.Г. Отченаш, И.Ю. Македонская, Е.В. Медведева, А.Л. Левицкий, И.И. Студёнов

*Отдел Северный Полярного филиала Всероссийского научно-исследовательского
института рыбного хозяйства и океанографии (СевПИИРО),
Архангельск, 163002
e-mail: otchenasch@pinro.ru*

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ОЗЕРА ЛАЧА

В работе представлены результаты исследований фито- и зоопланктонных сообществ озера Лача (Архангельская обл.), проведенных летом 2020 г. Проанализированы видовой состав, численность и биомасса, рассчитаны индексы видовой разнообразия. Обнаружены 102 вида микроводорослей, принадлежащих к 7 систематическим группам. Фитопланктонное сообщество озера состояло в основном из диатомовых и зеленых микроводорослей и цианобактерий. Идентифицировано 29 видов зоопланктонных организмов, соотношение которых позволяет классифицировать оз. Лача как копеподно-клароцерное. Проведена оценка степени загрязнения по составу индикаторных видов фитопланктона и зоопланктона. Установлено, что оз. Лача принадлежит к олигосапробному типу ($S = 1,0-1,5$) и имеет II класс чистоты вод (чистые). По шкале трофности оз. Лача можно отнести к β -олиготрофным водоемам, малокормным для рыб-планктофагов.

Ключевые слова: озеро Лача, фитопланктон, зоопланктон, численность, биомасса, видовое разнообразие, трофность, сапробность.

N.G. Otchenash, I.Yu. Makedonskaya, E.V. Medvedeva, A.L. Levitskiy, I.I. Studenov

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

CURRENT STATE OF PLANKTON COMMUNITIES IN LAKE LACHA

The study results of phyto- and zooplankton communities in Lake Lacha during summer 2020 were presented. The species composition, abundance and biomass were analyzed; the indices of species diversity were calculated. 102 species of microalgae from 7 taxonomic groups were detected. Diatomic and green microalgae, as well as blue-green algae (Cyanobacteria), prevailed in the phytoplankton community in the lake. 29 species of zooplankton crustaceans and rotifers have been identified, and their ratio makes it possible to classify Lake Lacha as copepod-cladocerne water area. The composition of indicator species of phytoplankton and zooplankton was used to assess the extent of pollution. Lake Lacha was identified as an oligosaprobic type ($S = 1.0-1.5$) and has Class II due to water purity (clean). According to the trophicity scale, Lake Lacha can be classified as a β -oligotrophic water body with little food for plankton-feeding fish species.

Key words: Lake Lacha, phytoplankton, zooplankton, abundance, biomass, species diversity, trophicity, saprobity.

Озеро Лача расположено в юго-западной части Архангельской области и относится к бассейну р. Онеги, впадающей в Белое море. Озеро является одним из крупнейших внутренних водоемов на севере Европейской части России и расположено на пониженном участке древнеозерной равнины, образовавшейся на месте обширных приледниковых водоемов. Котловина оз. Лача, имеющая доледниковое происхождение, позднее была преобразована деятельностью ледника. Озеро вытянуто с севера на юг и имеет плавные очертания. Площадь зеркала составляет 345 км², длина озера 33 км, ширина в южной части 13–14 км, в северной – 8,5 км. Озеро мелководное: средняя глубина 1,3 м, максимальная – не превышает 5,3 м. Озеро проточное, из притоков наиболее крупным является р. Свидь, впадающая в южную часть озера и дающая почти половину поверхностного стока. В северной части из озера вытекает р. Онега – одна из крупнейших рек Европейского Северо-Востока России [1]. Оз. Лача находится в зоне активной

хозяйственной деятельности, в связи с чем требует всестороннего гидробиологического мониторинга [2]. Видовой состав фито- и зоопланктона, соотношение их таксономических групп, количественные значения, структура популяций и доминанты служат показателями состояния водной экосистемы и традиционно используются для биоиндикации и мониторинга качества среды [3].

Цель данной работы – оценить современное состояние экосистемы оз. Лача. Для этого были поставлены следующие задачи: определить видовой состав фито- и зоопланктонных сообществ; установить их количественные показатели; оценить видовое разнообразие и дать предварительную оценку степени загрязнения оз. Лача по индикаторным видам; определить трофность водоема.

Исследования проводились с 10 по 15 августа 2020 г. в центральной и южной части оз. Лача. Было собрано по 12 проб фито- и зоопланктона. Пробы фито- и зоопланктона собирали с поверхностного горизонта, собранный материал фиксировали 40%-ным формалином с последующей камеральной обработкой, проводившейся согласно стандартным методикам [4, 5]. Определение микроводорослей производили с использованием руководств и определителей [6–11].

Пробы зоопланктона собирали с поверхностного горизонта путем процеживания 100 л воды через планктонную сеть Апштейна, с последующей фиксацией 4%-ным формалином. Обработку проводили по общепринятым методикам [4]. Таксономические названия приводятся по определителям и электронной базе биологического разнообразия водных организмов [11–13].

Для оценки видового разнообразия применялся индекс Шеннона:

$$H = \frac{-\sum ni}{N \log_2 \frac{ni}{N}}, \quad (1)$$

где ni – оценка значимости каждого вида; N – сумма оценок значимости.

Видовое богатство фито- и зоопланктона рассчитывалось по индексу Маргалефа:

$$DMg = \frac{S-1}{\ln N}, \quad (2)$$

где S – число выявленных видов; N – общее число особей всех видов.

Индекс Маргалефа отражает плотность видов (видовое богатство) на определенной территории, т. е. чем выше индекс, тем большим видовым богатством характеризуется данная территория.

Индекс сапробности рассчитывали по методу Пантле – Букка в модификации Сладечека [15–17].

$$I = \frac{\sum hs}{\sum h}, \quad (3)$$

где h – обилие каждого вида; s – сапробность вида в баллах.

Фитопланктон. Водорослям принадлежит ведущая роль в индикации изменения качества воды в результате эвтрофирования водоема. Поэтому изучение таких структурных показателей, как видовой состав, численность и биомасса, распределение водорослей в водоеме имеют большое практическое значение.

В августе 2020 г. на оз. Лача было обнаружено 102 вида микроводорослей, принадлежащих к семи систематическим группам: Bacillariophyta – 55 видов (53,9%), Chlorophyta – 23 вида (22,5%), Cyanophyta – 9 видов (8,8%), Chrysophyta и Dinophyta – по 5 видов (4,9%), Euglenophyta – 4 вида (3,9%) и Xanthophyta – 1 вид (1%). Количество видов диатомовых, зеленых и синезеленых микроводорослей в процентном выражении от общего числа обнаруженных видов в оз. Лача характерно для олиготрофных водоемов [18]. Доминировали по численности диатомовые микроводоросли: *Melosira granulata* и *Asterionella formosa*, а в роли субдоминант отмечены *Fragilaria crotonensis* и *Fragilaria construens*. Основную биомассу составляли также диатомовые: многочисленная *Melosira granulata* и единичная крупная *Surirella elegans*.

Численность фито- и зоопланктона находилась в диапазоне 93–282,24 млн кл/м³, биомасса – в диапазоне 171,63–552,63 мг/м³. Среднее значения численности и биомассы фито- и зоопланктона в оз. Лача в августе 2020 г. составили 175,33 млн кл/м³ и 357,29 мг/м³ соответственно. Пространственное распределение численности и биомассы фито- и зоопланктона по акватории оз. Лача представлено на рис. 1.

В оз. Лача в августе 2020 г. значения индекса Шеннона по численности находились в пределах 1,77–3,05, а по биомассе – в пределах 1,64–3,24. Средние значения составили 2,49 и 2,74 соответственно, что предполагает сложность структуры сообщества фитопланктона озера выше среднего и довольно благополучное состояние данного сообщества. Среднее значение индекса Маргалефа в оз. Лача составило 2,97 при колебаниях от 2,47 и до 3,53, что возможно при достаточно большом видовом богатстве фитопланктона в озере. Довольно высокие значения индексов Шеннона и Маргалефа также свидетельствуют о высоком уровне биоразнообразия фитопланктона данного водоема.

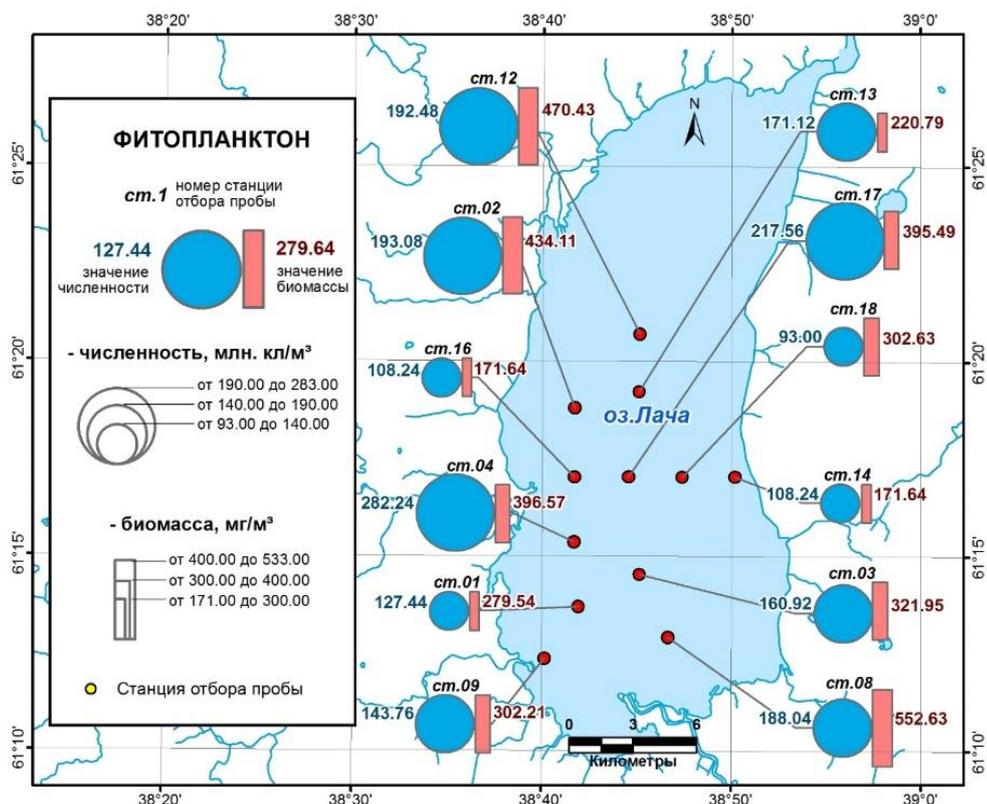


Рис. 1. Пространственное распределение численности и биомассы фитопланктона оз. Лача в августе 2020 г.

Индекс сапробности по индикаторным видам фитопланктона на акватории оз. Лача изменялся в пределах 1,56–1,73 и в среднем составил 1,67, что соответствует β-мезосапробной зоне и III классу качества вод с умеренным содержанием органических веществ вод (умеренно загрязненные). Однако на «чистых» участках индексы сапробности обычно оказываются выше действительных [17]. Это позволяет предположить, что качество воды оз. Лача может соответствовать олигосапробной зоне и II классу чистоты вод (чистые) [4].

Одним из важнейших показателей состояния водной экосистемы, позволяющих оценить экологическое состояние, является биомасса фитопланктона. Этот показатель был использован нами при оценке качества воды и трофического статуса водоема. Средняя биомасса фитопланктона оз. Лача (357,29 мг/м³) соответствует II классу качества вод (чистые) и характеризует водоем как олиготрофный [18].

Зоопланктон. Всего было обнаружено и идентифицировано 29 видов зоопланктонных организмов: *Sopropoda* (веслоногие рачки) – 9 видов, *Cladocera* (ветвистоусые рачки) – 13 видов, *Rotatoria* (колеснички) – 7 видов. По зоогеографическим характеристикам основную массу видов зоопланктона составляли организмы, имеющие космополитное и палеарктическое распространение.

Доминировали по численности и биомассе мелкие копепоидные стадии *Cyclopoida*. В роли субдоминант выступали мелкие копепоиды *Microcyclops varicans* и представители *Cladocera* – *Bosmina (Eubosmina) coregoni* (таблица). Численность зоопланктона колебалась в диапазоне 5,88–59,11 тыс. экз/м³, при среднем значении 20,38 тыс. экз/м³, биомасса – в диапазоне 94,11–1 400,88 мг/м³, при среднем значении 481,21 мг/м³ (рис. 2).

Количественные характеристики зоопланктона оз. Лача в августе 2020 г.

| Таксон | Кол-во видов | % от общей численности | Численность, тыс. экз/м ³ | % от общей биомассы | Биомасса, мг/м ³ |
|-----------|--------------|------------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------------|
| Cladocera | 9 | 41,8 | 8,51 | 56,1 | 270,07 |
| Copepoda | 13 | 52 | 10,59 | 40,9 | 196,84 |
| Rotatoria | 7 | 6,3 | 1,28 | 3 | 14,3 |

Значения индекса Шеннона по численности зоопланктона колебались от 1,8 на станции 1 до 2,8 на станции 18, в среднем составляли 2,4. Индекс Шеннона, рассчитанный по биомассе зоопланктона, колебался в пределах от 1,6 на станции 1 до 2,5 на станции 14, среднее значение составляло 2,1. Подобные значения являются показателями низкого видового разнообразия [15]. Уровень развития зоопланктона позволяет отнести оз. Лача к малокормным для рыб-планктофагов водоемам [19]. По шкале трофности оно характеризуется как β-олиготрофное [20]. По степени сапробности в модификации Сладечека оз. Лача относилось к олигосапробным, что соответствует II классу качества вод и позволяет характеризовать его как чистый водоем ($S = 1,2-1,32$).

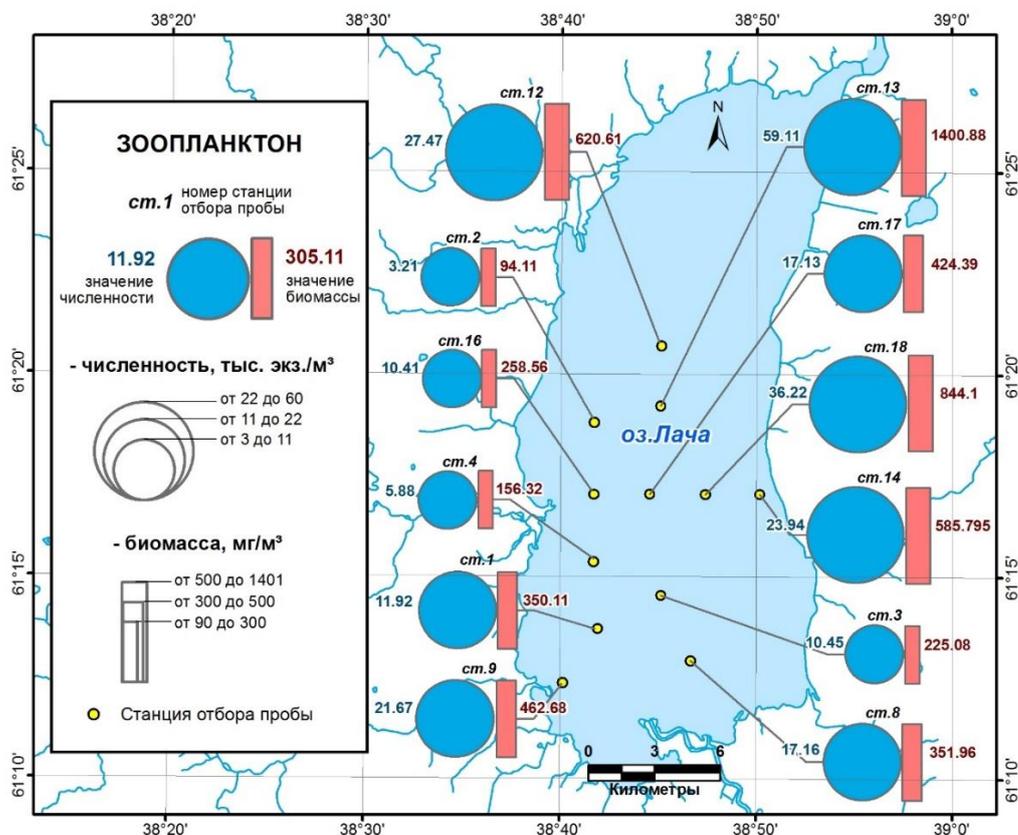


Рис. 2. Пространственное распределение численности и биомассы зоопланктона оз. Лача в 2020 г.

Из полученных данных следует, что фитопланктонное сообщество оз. Лача в августе 2020 г. состояло преимущественно из диатомовых и зеленых микроводорослей и цианобактерий. Однако доминировали по численности и биомассе диатомовые микроводоросли. Средние значения индекса Шеннона по численности и биомассе предполагают сложность структуры сообщества фитопланктона озера выше среднего и вполне благополучное его состояние. Также довольно высокие значения индексов Шеннона и Маргалефа свидетельствуют о высоком уровне биоразнообразия фитопланктона в оз. Лача. Средние показатели обилия фитопланктона были на достаточно высоком уровне, что вполне соответствует периоду отбора проб (гидрологическое лето). Большинство полученных данных (средние значения биомассы и численности фитопланктона, процентное соотношение диатомовых, зеленых и синезеленых водорослей, индекс сапробности и др.) позволяют характеризовать оз. Лача как олиготрофный водоем II класса качества вод (чистый).

Зоопланктонное сообщество оз. Лача на момент исследований было небогато – обнаружено и определено 29 видов зоопланктонных организмов. Оно отличалось низкими видовым разнообразием, что говорит о деструктивных процессах, протекающих в исследованном биоценозе. Комплекс доминирующих видов по всей акватории был схож. По численности и биомассе зоопланктона оз. Лача можно классифицировать как β -олиготрофное, малокормное для рыб-планктофагов. По степени сапробности, рассчитанной по зоопланктерам-индикаторам, озеро характеризуется как олигосапробное, II класса чистоты и относится к чистым водам ($S = 1,0-1,5$). Зоопланктонное сообщество оз. Лача по количественному и качественному составу характеризуется как копеподно-кладоцерное.

Литература

1. Гидрология озер Воже и Лача (в связи с переброской северных вод в бассейн р. Волги). – Л., 1979. – 288 с
2. Козьмин А.К., Шатова В.В. Рыбохозяйственная характеристика озер Архангельской области. – Архангельск, 1997. – 80 с.
3. Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. – СПб: Наука, 1996. – 189 с.
4. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В. А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеиздат, 1992. – 318 с.
5. Федоров В.Д. О методах изучения фитопланктона и его активности. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – 167 с.
6. Комаренко Л.Е., Васильева И.И. Пресноводные диатомовые и синезелёные водоросли водоёмов Якутии. – М.: Наука, 1975. – 423 с.
7. Диатомовый анализ / Под ред. А.Н. Криштовича. В 3-х томах. – М.: Изд-во геолог. литер., 1949. – Т. 2. – 435 с.
8. Диатомовый анализ / Под ред. А.Н. Криштовича. В 3-х томах. – М.: Изд-во геолог. литер., 1949. – Т. 3. – 594 с.
9. Определитель низших растений / под ред. Л.И. Курсанова. – М.: Советская наука, 1953. – Т. 2. – 312 с.
10. Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Определитель пресноводных водорослей СССР. – М.: Сов. наука, 1953. – Вып. 2. – 652 с.
11. WoRMS (World Register of Marine Species. 2018-12-09. doi: 10.14284/170).
12. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. – М.: Наука, 1964. – 327 с.
13. Алексеев В.Р., Цалолыхин С.Я. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. – М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. – 495 с.
14. Кузьмин Г.В. Фитопланктон: Видовой состав и обилие. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. – М.: Наука, 1975. – С. 73–87.
15. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. Количественная гидроэкология: методы, критерии, решения. Кн. 2. – М.: Наука, 2005. – 463 с.
16. Шмидт В.М. Статистические методы в сравнительной флористике. – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 176 с.
17. Деревенская О.Ю. Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям. – Казань: КФУ, 2015. – С. 44.
18. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О.П. Оксенок и др. // Гидробиол. журнал. – 1993. – Т. 29, № 4. – С. 62–76.
19. Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И. Краткая биолого-продукционная характеристика водоёмов северо-запада СССР // Известия ГосНИОРХ. – Л., 1968 – Т. 67 – С. 205–228.
20. Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. – М.: Наука, 1984. – 207 с.

УДК 594.3(265.51)

Е.М. Репина, Е.Н. Дробязин, И.А. Корнейчук

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

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПОСЕЛЕНИЙ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ БРЮХОНОГИХ МОЛЛЮСКОВ СЕМ. BUCCINIDAE (ТРУБАЧИ) В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ

Исследовано современное состояние поселений промысловых видов брюхоногих моллюсков сем. Buccinidae в северо-западной части Берингова моря. Определен видовой состав, соотношение видов, характер распределения и местоположения основных скоплений данной группы моллюсков.

Ключевые слова: северо-западная часть Берингова моря, Анадырский залив, Олюторско-Наваринский район, брюхоногие моллюски, Buccinidae, распределение, биомасса.

E.M. Repina, E.N. Drobyazin, I.A. Korneychuk

*Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO),
Vladivostok, 609991
e-mail: elena.repina@tinro-center.ru*

CURRENT STATUS OF STOCK OF WHELKS (BUCCINIDAE) IN THE NORTH-WESTERN PART OF THE BERING SEA

The current status of stock of whelks (Buccinidae) in the northwestern part of the Bering Sea have been investigated. The species composition, the species ratio, the nature of distribution and location of the main aggregations of this group of mollusks have been determined.

Key words: north-western part of the Bering Sea, the Anadyr Bay, Olyutorsko-Navarinsky district, gastropoda, Buccinidae, distribution, biomass.

В дальневосточных морях брюхоногие моллюски сем. Buccinidae широко распространены на шельфе и материковом склоне и в течение нескольких десятилетий являются объектами промысла. В северо-западной части Берингова моря они встречаются в диапазоне глубин от 20 до 900 и более метров [1, 2]. В состав поселений трубачей входит более 20 видов, но лишь несколько из них формируют промысловую биомассу. Несмотря на промысловую значимость, многие аспекты их биологии остаются слабо изученными. Практически отсутствует информация о происходящих внутри скоплений процессах и их динамике.

Цель работы – оценить биологическое состояние поселений промысловых брюхоногих моллюсков и их ресурсы в северо-западной части Берингова моря.

В задачи настоящих исследований входило определение видового состава поселений, доли потенциально промысловых видов, местоположения основных скоплений и изучение характера распределения трубачей.

Источником данных для подготовки настоящей работы послужили материалы учетных донных траловых съемок (трал – ДТ 27,1/24,4), выполненных в 2012, 2015, 2017 и 2020 гг. Количество тралений в разные годы варьировало от 195 до 241 (табл. 1). Съемки выполнялись только в исключительной экономической зоне России. Расчет ресурсов выполняли с применением геоинформационной системы QGISv3.14 методом полигонов Тиссена или диаграмм Вороного, построенных внутри батиметрических диапазонов [3].

В Западно-Беринговоморской зоне поселения трубачей сформированы несколькими видами, состав и соотношения которых на разных участках различается. Но везде, как правило, преобла-

дают представители рода *Neptunea*, вклад которых в общую биомассу достигает 80% и более. Моллюски рода *Buccinum* составляют 8–20% от общей биомассы скоплений.

Таблица 1

Сроки работ и объем использованного материала

| Год | Название судна, период работ | Количество станций | Проанализировано экземпляров |
|------|---|--------------------|------------------------------|
| 2012 | НИС «Профессор Кагановский» (08.07–26.08.2012) | 205 | 12 007 |
| 2015 | НИС «ТИНРО» (22.06–08.08.2015) | 223 | 9 414 |
| 2017 | НИС «Бухоро» (23.06–21.08. 2017) | 202 | 1 647 |
| 2020 | НИС «Песков» (4.08–15.08.2020), НИС «Бухоро» (15.09–22.09.2020) НИС «Профессор Кагановский» (15.09–5.09.2020) | 241 | 5 161 |

В период исследований видовой состав брюхоногих моллюсков насчитывал 23–27 видов (рис. 1). Основу промысловой биомассы (75–85%) всегда составляют 3–4 вида нептуней (*Neptunea beringiana*, *N. heros* и *N. pribiloffensis*). Эти моллюски встречались во всем районе исследований (рис. 2), на площади 143,8 тыс. км², в пределах координат 60°29'–64°42' с. ш. и 179°53'–179°59' в. д., на глубинах 20– 957 м. Уловы трубочей изменялись от 0,010 до 81,295 кг на час траления, средний показатель составил 3,32 кг на траление. Максимум биомассы (3 429,3 кг/ км²) был отмечен на глубине 68 м (61°16' с. ш., 173°08' в. д.). Моллюски в этом скоплении были представлены видами: *N. heros* (17 211 экз/км², или 3 069 кг/ км²) и *N. beringiana* (2 278 экз/км², или 357 кг/км²).

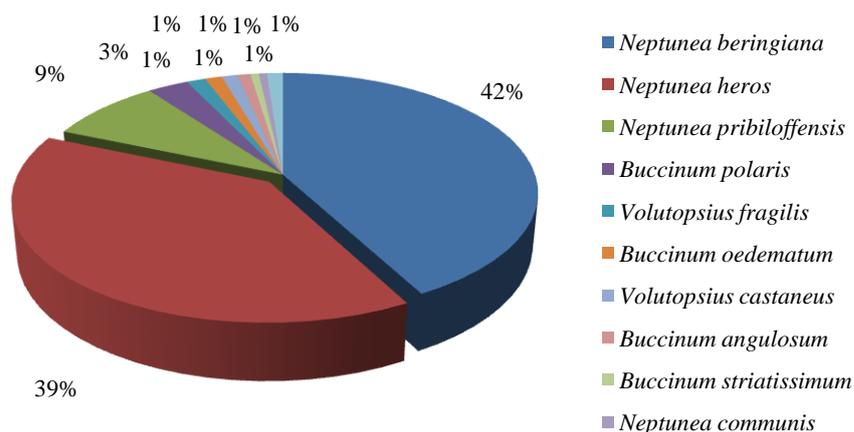


Рис. 1. Соотношение видов (по биомассе) брюхоногих моллюсков сем. Buccinidae в Западно-Беринговоморской зоне в уловах в апреле – июне 2020 г.

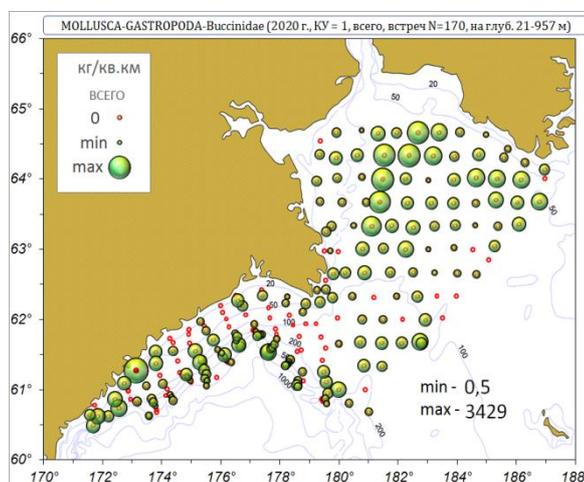


Рис. 2. Пространственное распределение биомассы брюхоногих моллюсков сем. Buccinidae в Западно-Беринговоморской зоне в апреле – июне 2020 г.

В Олюторско-Наваринском районе в диапазоне глубин 20–957 м было встречено 17 видов букцинид. Наиболее обильны среди них были *N. heros*, *N. pribiloffensis* и *N. beringiana*. В составе уловов в Анадырском районе насчитывалось 18 видов букцинид, которые обитали на глубинах от 20 до 183 м. Половину от всей биомассы данного района составляла *N. beringiana*. Следующими по значимости были *N. heros*, *N. pribiloffensis* и *Buccinum polare*.

N. heros в течение ряда лет наблюдений встречалась на отдельных, чаще всего прибрежных участках Олюторско-Наваринского района, а также в прибрежье и центральной части Анадырского залива. *N. pribiloffensis* – в мористой части Олюторско-Наваринского района и в центральной части Анадырского залива. *N. beringiana* чаще всего отмечалась в прибрежной части Олюторско-Наваринского района и Анадырского залива.

Размерный состав и биометрические параметры брюхоногих моллюсков сем. Buccinidae приведены на рис. 3 и в табл. 2.

В уловах *N. heros* присутствовали моллюски размером 49–180 мм (в среднем 111,3 мм). В размерном составе преобладали особи высотой раковины 100–120 мм (55%). Доля непромысловых моллюсков не превышала 1% (рис. 3, А).

Высота раковины *N. pribiloffensis* в траловых выборках изменялась от 31 до 166 мм, при среднем показателе 99,7 мм. Наибольшее число особей имели высоту раковины 90–115 мм (75%). Непромысловая часть составила 5% (рис. 3, Б).

В выборках *N. beringiana* были встречены моллюски размером от 38 до 140 мм (при среднем показателе 93,4 мм). Наиболее представленными были моллюски размером 80–105 мм (86%). Доля непромысловых особей находилась на уровне 5% (рис. 3, В).

Как видно, в составе уловов основных массовых представителей рода *Neptunea* преобладали моллюски промыслового размера (95–100%).

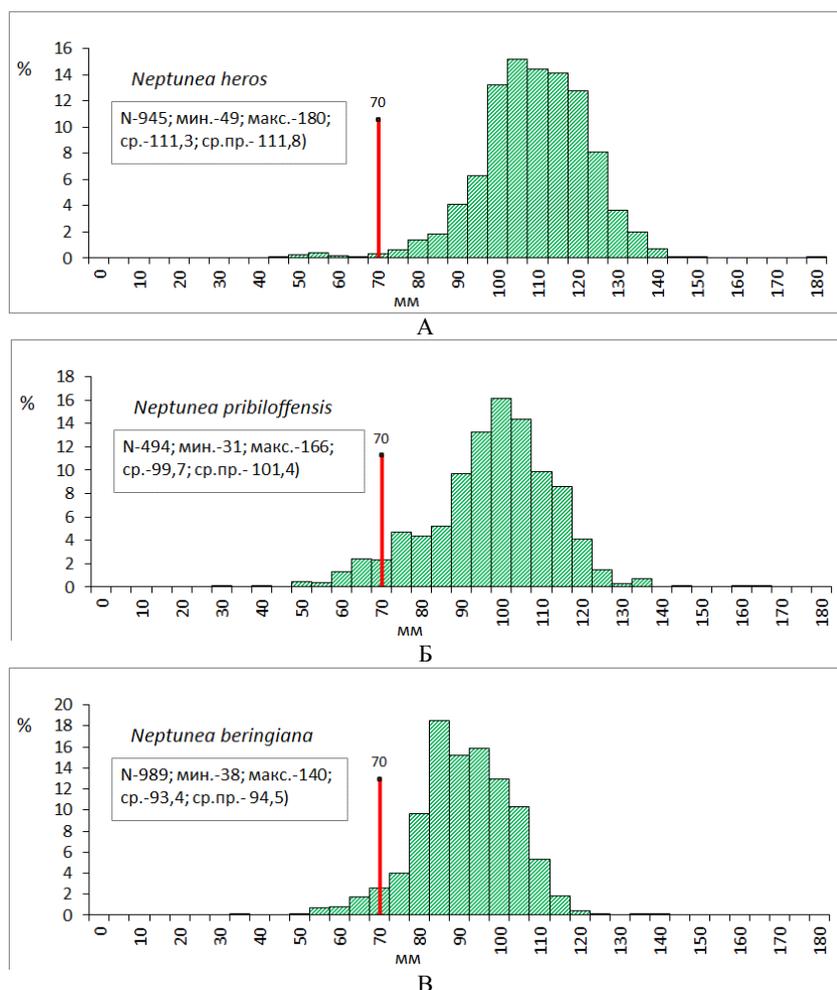


Рис. 3. Размерный состав трех массовых промысловых видов брюхоногих моллюсков сем. Buccinidae в Западно-Беринговоморской зоне по данным донной траловой съемки 2020 г.

Средние размеры и масса брюхоногих моллюсков в Западно-Беринговоморской зоне по данным донной траловой съемки 2020 г.

| Вид | Высота раковины, мм | | | Общая масса, г | | |
|---------------------------------------|---------------------|------|-------|----------------|-------|-------|
| | мин | макс | ср | мин | макс | ср |
| <i>Buccinum angulosum</i> | 41 | 75 | 59,9 | 7 | 58 | 31,4 |
| <i>Buccinum glaciale</i> | 45 | 85 | 72,4 | 18 | 63 | 49,8 |
| <i>Buccinum oedematum</i> | 22 | 102 | 59,6 | 1 | 101 | 27,4 |
| <i>Buccinum pemphigus</i> | 54 | 91 | 75,7 | ~ | ~ | 41,4 |
| <i>Buccinum plectrum</i> | 28 | 77 | 51,4 | 3 | 46 | 19,3 |
| <i>Buccinum polaris</i> | 25 | 87 | 51,8 | 2 | 75 | 22,7 |
| <i>Buccinum scalariforme</i> | 33 | 125 | 57,8 | 5 | 169 | 41,2 |
| <i>Buccinum sp.</i> | 45 | 70 | 54,1 | 12 | 54 | 25,5 |
| <i>Buccinum striatissimum</i> | 25 | 98 | 59,8 | ~ | ~ | 7,4 |
| <i>Neptunea amianta</i> | 38 | 121 | 91,6 | 6 | 182,5 | 84,3 |
| <i>Neptunea beringiana</i> | 38 | 140 | 93,4 | 16 | 386 | 120,6 |
| <i>Neptunea communis</i> | 40 | 67 | 52,5 | 7 | 54 | 20,4 |
| <i>Neptunea heros</i> | 49 | 180 | 111,3 | 16 | 384 | 163,3 |
| <i>Neptunea laticostata</i> | 94 | 133 | 116,8 | 87 | 290 | 173,2 |
| <i>Neptunea laticostata ochotense</i> | 130 | 143 | 136,5 | 249 | 334 | 291,5 |
| <i>Neptunea lyrata</i> | 63 | 112 | 82,2 | 23 | 116,3 | 55,4 |
| <i>Neptunea pribiloffensis</i> | 31 | 166 | 99,7 | 4 | 514 | 112,0 |
| <i>Neptunea varicifera</i> | 94 | 142 | 117,9 | 79 | 427,2 | 247,3 |

Основные скопления брюхоногих моллюсков в Западно-Беринговоморской зоне находились в Анадырском районе. В Олюторско-Наваринском районе моллюски были не столь многочисленны и не образовывали крупных скоплений (табл. 3).

Таблица 3

Диапазон глубин, предельные и средние величины биомассы брюхоногих моллюсков сем. *Buccinidae* в Западно-Беринговоморской зоне в разные годы

| Год | Диапазон глубин, м | Предельные величины биомассы, кг/км ² | Средняя удельная биомасса, кг/км ² |
|-----------------------------|--------------------|--|---|
| Олюторско-Наваринский район | | | |
| 2012 | 40–773 | 0,2–2 238 | 86,3 ± 24,7 |
| 2015 | 39–787 | 0,4–529,8 | 41,2 ± 7,4 |
| 2017 | 23–386 | 0,01–1 985 | 55,9 ± 18,9 |
| 2020 | 20–957 | 0,5–3 429 | 86,4 ± 17,8 |
| Анадырский район | | | |
| 2012 | 20–174 | 1,0–3 934 | 389,3 ± 67,4 |
| 2015 | 20–185 | 0,5–4 054 | 194,0 ± 59,2 |
| 2017 | 22–300 | 0,1–778 | 29,9 ± 5,2 |
| 2020 | 19–183 | 0,65–1 870 | 193,8 ± 51,1 |
| Оба района | | | |
| 2012 | 20–773 | 0,2–3 934 | 209,0 ± 32,6 |
| 2015 | 20–787 | 0,4–4 054 | 102,8 ± 24,8 |
| 2017 | 22–386 | 0,1–1 985 | 40,2 ± 11,7 |
| 2020 | 19–957 | 0,52–3 429 | 139,5 ± 27,3 |

Биомасса букцинумов сформирована в основном четырьмя видами: *Vuccinum polare*, *V. oedematum*, *V. angulosum*, *V. striatissimum*, из которых массовыми являются два первых вида. Однако большая часть особей (60–88%) имели высоту раковины менее 70 мм (табл. 2). Судя по размерному составу и предельной высоте раковины, эти моллюски большей частью не достигают существующего в настоящее время промыслового размера, кроме того, они не создают значительных скоплений, а рассеяны в пространстве. Это значит, что при современной промысловой мере запасы букцинумов не могут быть востребованы промыслом.

Таким образом, в северо-западной части Берингова моря потенциально промысловыми являются представители рода *Neptunea*. Их перспективное промысловое изъятие возможно в прибрежной части Олюторско-Наваринского района и в центральной части Анадырского залива.

Литература

1. Гульбин В.В., Чабан Е.М. Аннотированный список раковинных брюхоногих моллюсков (Gastropoda) шельфа Командорских островов. Часть II // Бюллетень Дальневосточного малакологического общества. – 2013. – Вып. 17. – С. 5–26.
2. Явнов С.В., Надточий В.А. Атлас раковинных брюхоногих моллюсков дальневосточных морей России. – Владивосток: Русский Остров, 2016. – 304 с.
3. Колпаков Н.В., Корнейчук И.А., Надточий В.А. Современные данные по составу и распределению тралового макрозообентоса в российских водах Японского моря // Известия ТИНРО. – 2018. – Т. 193. – С. 33–49.

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*

**ПРОСТРАНСТВЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ МИДИИ ГРЕЯ
И МОДИОЛУСА КУРИЛЬСКОГО В РАЙОНЕ АРХИПЕЛАГА
ИМПЕРАТРИЦЫ ЕВГЕНИИ (ЗАЛИВ ПЕТРА ВЕЛИКОГО, ЯПОНСКОЕ МОРЕ)**

Изучено распределение мидии Грея *Crenomytilus grayanus* и модиолуса курильского *Modiolus kurilensis* в районе архипелага Императрицы Евгении (залив Петра Великого, Японское море) в зависимости от типа грунта и глубины обитания. Мидия Грея доминирует на твердых субстратах, а на мягких грунтах преобладают смешанные друзы двух видов. Наибольшие значения биомассы обоих видов отмечены на глубинах 1–10 м как на твердых, так и на мягких субстратах.

Ключевые слова: мидия Грея, модиолус курильский, распределение, грунт, глубина обитания, залив Петра Великого, Японское море.

L.G. Sedova, D.A. Sokolenko

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

**DISTRIBUTION OF MUSSEL CRENOMYTILUS GRAYANUS AND HORSMUSSEL
MODIOLUS KURILENSIS IN THE WATERS OF ARCHIPELAGO OF EMPRESS EUGENIA
(PETER THE GREAT BAY, JAPAN SEA)**

The spatial distribution of mussel *Crenomytilus grayanus* and horsemussel *Modiolus kurilensis* in the waters of archipelago of Empress Eugenia (Peter the Great Bay, Japan Sea) depending on the depths of habitat and type of soil has been studied. *C. grayanus* dominates on hard soils. Mixed aggregations of two species prevail on soft soils. The highest biomass of *C. grayanus* and *M. kurilensis* was recorded at depths of 1–10 m on hard and soft soils.

Key words: *Crenomytilus grayanus*, *Modiolus kurilensis*, distribution, soil, depth of habitat, Peter the Great Bay, the Japan Sea.

В заливе Петра Великого (Японское море) широко распространены промысловые виды двусторчатых моллюсков семейства Mytilidae мидия Грея *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) и модиолус курильский *Modiolus kurilensis* Bernard, 1983. Моллюски обитают на различных грунтах, распространение которых в прибрежной зоне весьма разнообразно [1, 2]. Митилиды ведут прикрепленный образ жизни, образуют друзы, которые могут состоять как из двух-трех особей, так и из десятков и сотен животных, иногда друзы могут иметь вид «щеток» значительной протяженности. Мидия Грея и модиолус могут формировать как моновидовые, так и смешанные друзы [3, 4], пространственное распределение которых в отдельных районах залива Петра Великого различается. По нашим данным, мидия Грея доминирует как на твердых, так и мягких грунтах в Амурском заливе, северо-восточной части зал. Петра Великого, а в заливах Уссурийском и Посьета преобладает только на твердых субстратах, на мягких грунтах в Уссурийском заливе превалирует модиолус, а в зал. Посьета – смешанные друзы двух видов [5–8].

Цель данной работы – изучить пространственное распределение мидии Грея и модиолуса курильского в зависимости от типа грунта и глубины обитания в районе архипелага Императрицы Евгении (залив Петра Великого, Японское море).

В заливе Петра Великого исследования проводили в летне-осенние периоды 2010–2019 гг. на НИС «Убежденный» БИФ ТИНРО на глубинах до 20 метров. Использовали стандартные водолазные гидробиологические методы [9]. В зависимости от характера донных ландшафтов, расстояние между станциями на перпендикулярных к берегу разрезах составляло от 100 до 500 м. Отбор проб моллюсков осуществляли на каждой станции с одного квадратного метра и определяли тип грунта. Скалы, глыбы, валуны, камни и гальку относили к твердым грунтам, а песчаные, илисто-песчаные и илистые субстраты – к мягким. Были проанализированы данные с 1 043 станций. Массу особей определяли взвешиванием с точностью до 1 г. Для подготовки картографических материалов использовали ГИС MapInfo Professional. Обработку данных проводили с применением программ Statistica, Microsoft Excel.

Архипелаг Императрицы Евгении – гряда островов в заливе Петра Великого Японского моря, которые примыкают к южному берегу п-ова Муравьева-Амурского и отделены от него проливом Босфор-Восточный (рис. 1). Свое наименование архипелаг Императрицы Евгении получил в 1855 г., но в лоции северо-западного берега Японского моря [10] острова, входящие в состав архипелага, называются «островами, расположенными южнее острова Русский». В реестре международных географических названий наименование «архипелаг Императрицы Евгении» было восстановлено в 1994 г.

Архипелаг состоит из пяти крупных островов (Русский, Попова, Рикорда, Рейнеке, Шкота) и ряда островков и скал. Береговая линия островов сильно изрезана и формирует большое количество бухт с разнообразными подводными ландшафтами.

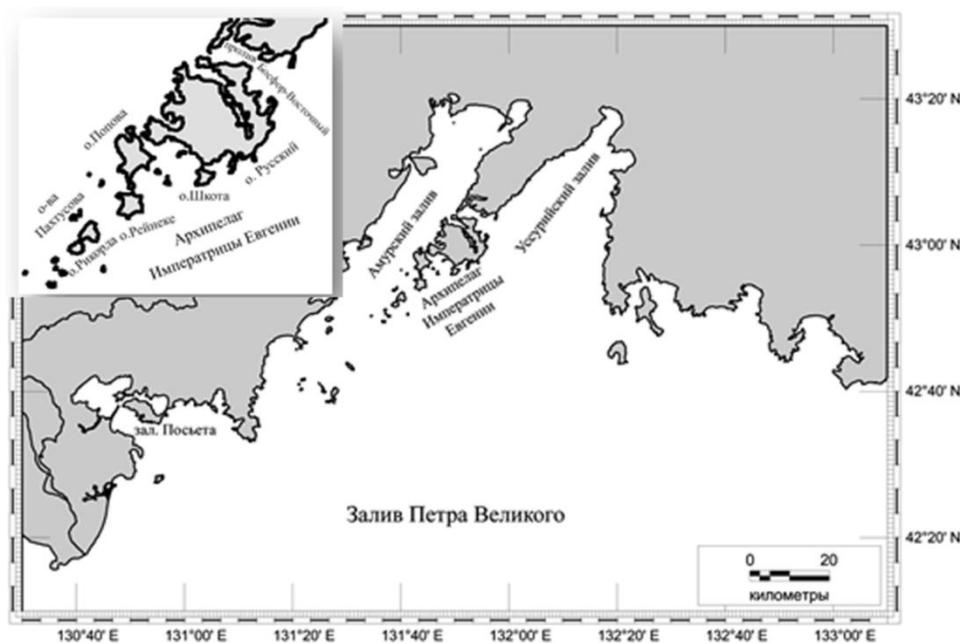


Рис. 1. Карта-схема района исследований

Распределение моллюсков изучали на акваториях крупных и прилегающих к ним мелких островов. По географическому признаку выделили три участка.

1. Акватории островов Русский, Шкота, Лаврова и Энгельма. В берега самого крупного острова Русский вдаются несколько бухт: Новик, Аякс, Парис, Новый Джигит, Боярин, Воевода, Филипповского, Рында, Бабкина.

2. Акватории островов Попова (включая пролив Старка), Рейнеке, Верховские, Наумова, Малый, Клыкова, Козлова и Два Брата. Пролив Старка отделяет о. Попова от о. Русский. В берега о. Попова вдаются бухты Пограничная, Западная и Алексеева. Острова Рейнеке и Попова разделены мелководным проливом. Находящиеся рядом островки скалистые, окаймлены узкой полосой надводных и подводных камней.

3. Акватории островов Рикорда, Пахтусова, Кротова, Сергеева, Моисеева, Карамзина, Циволько и Желтухина. Эту группу островов от о. Рейнеке отделяет Амурский пролив. В берега о. Рикорда вдаются бух. Восточная.

В районе архипелага Императрицы Евгении картина распространения грунтов весьма разнообразна. У высоких скалистых берегов островов и мысов бухт скалы, валуны и крупные камни простираются до глубины 10–14 м, далее сменяясь на гальку, песок, песчано-илистый грунт. Для вершин бухт и проливов характерны тонкие грунты: песок, илистый песок, ил.

Из 1 043 проанализированных станций твердые грунты присутствовали на 42% от общего их количества, мягкие – на 58% (рис. 2, А). На участках 1 и 2 соотношение типов грунтов было примерно одинаковым, а на участке 3 преобладали твердые субстраты (71%).

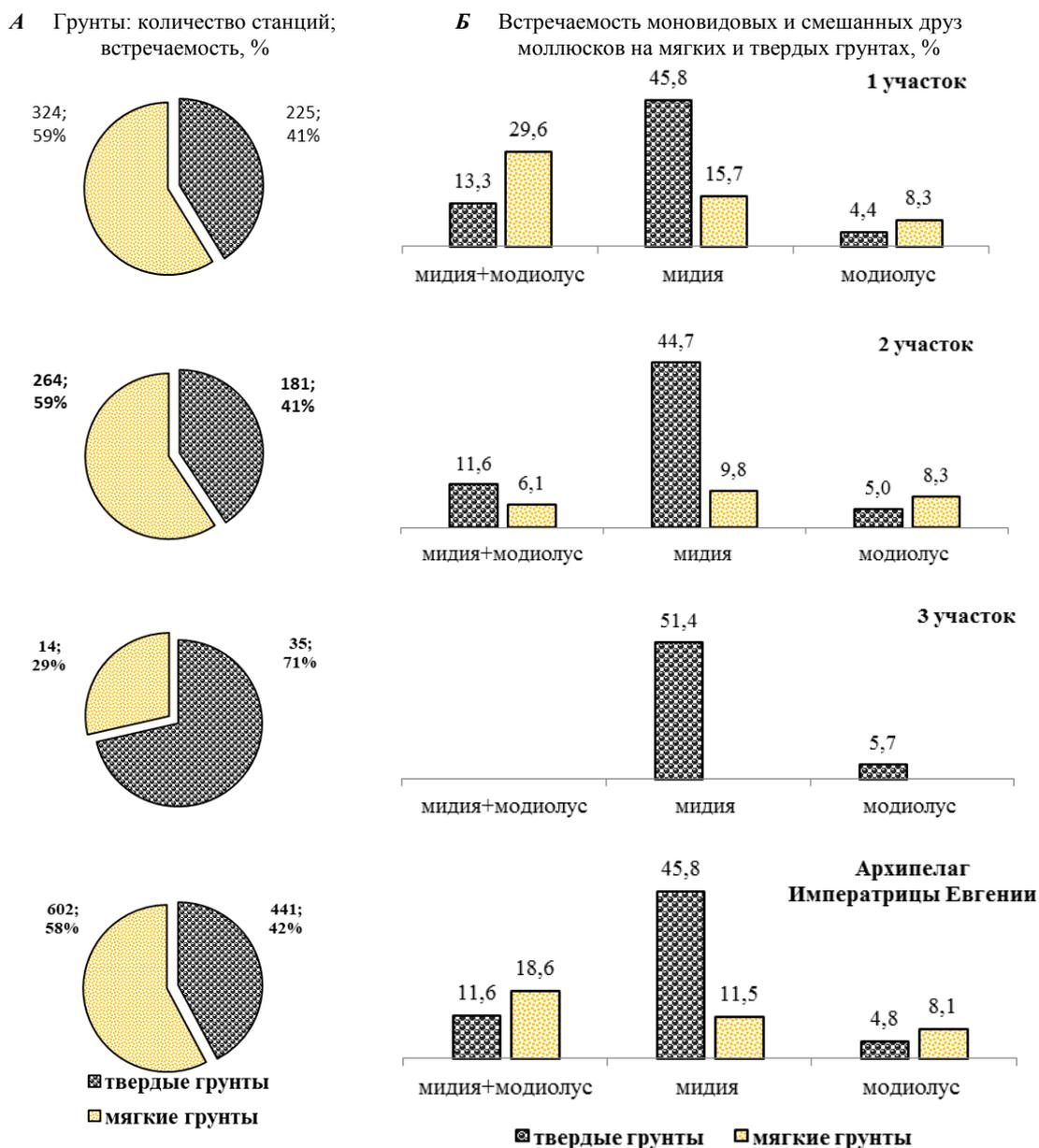


Рис. 2. Соотношение типов грунта (А) и встречаемость моновидовых и смешанных друз мидии Грея и модиолуса на твердых и мягких субстратах (Б)

В целом по всему исследованному району средняя биомасса мидии Грея составила 614 и 575 г/м² на твердых и мягких грунтах соответственно, а модиолуса – 656 и 420 г/м² (таблица). Максимальные значения средней биомассы обоих видов отмечены на участке 2 на твердых грунтах. На участке 3 на твердых грунтах средняя биомасса мидии Грея составила 312 г/м², а модиолус встречался единично. На мягких грунтах моллюски не были обнаружены.

Средняя биомасса *C. grayanus* и *M. kurilensis* в районе архипелага Императрицы Евгении

| Архипелаг Императрицы Евгении | Средняя биомасса, г/м ² / минимум – максимум | | | |
|----------------------------------|---|------------------------|------------------------|-----------------------|
| | Твердые грунты | | Мягкие грунты | |
| | Мидия Грея | Модиолус | Мидия Грея | Модиолус |
| 1 участок | 488 ± 79 0,4–6 036 | 497 ± 219 1,0–8 512 | 563 ± 90 0,2–7 200 | 466 ± 70 0,3–3 762 |
| 2 участок | 831 ± 177 1,3–11 180 | 911 ± 304 0,4–6 620 | 625 ± 260 0,2–7 252 | 273 ± 70 0,3–1 890 |
| 3 участок | 312 ± 174 1,4–2 882 | 1 ± 0,4 0,5–1,3 | 0 | 0 |
| Весь район | 614 ± 84 0,4–11 180 | 656 ± 177 0,4–8 512 | 575 ± 88 0,2–7 252 | 420 ± 56 0,3–3 762 |

Процентное соотношение *C. grayanus* и *M. kurilensis* по отдельным участкам исследованного района, как и соотношение на них твердых и мягких грунтов, было разным (рис. 2, А; 3). На участках 1 и 2 на твердых грунтах соотношения моллюсков имеют близкие значения, а на мягких грунтах доля мидии Грея превышает долю модиолуса. На участке 3 встречалась только мидия Грея.

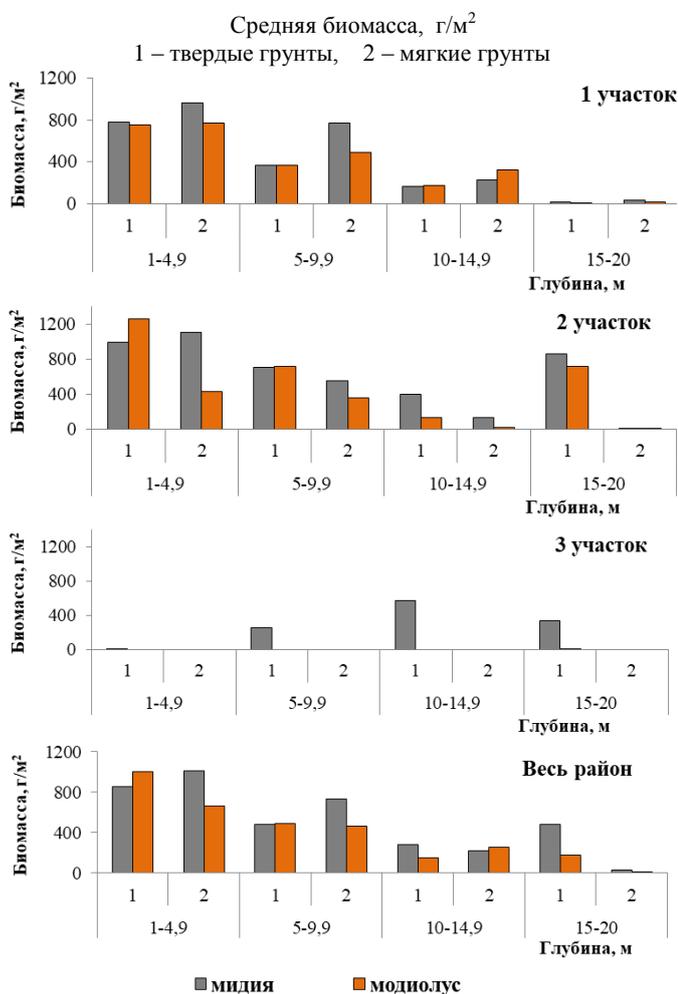
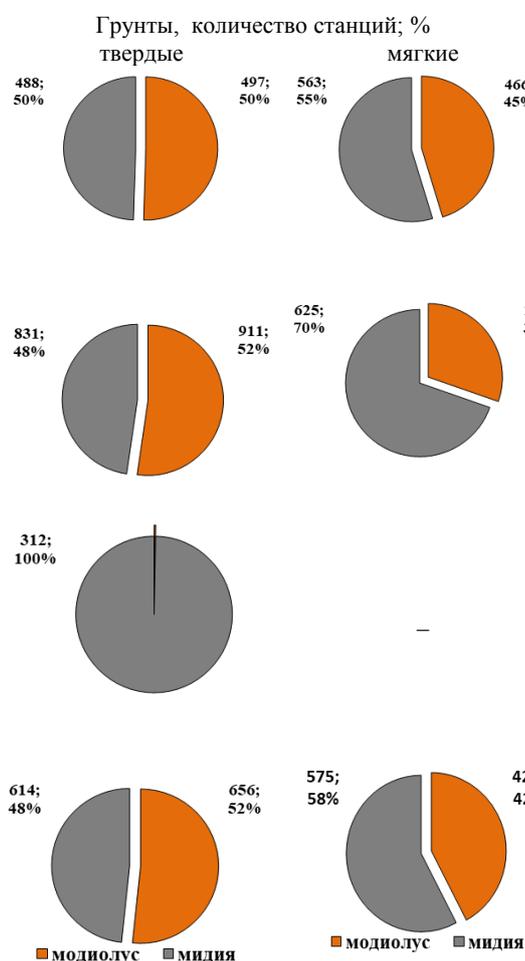


Рис. 3. Соотношение обилия *C. grayanus* и *M. kurilensis* на твердых и мягких грунтах

Рис. 4. Распределение биомассы *C. grayanus* и *M. kurilensis* по глубинам в районе архипелага Императрицы Евгении

В районе архипелага Императрицы Евгении моновидовые друзы мидии Грея преобладали на твердых субстратах, встречаясь на 45,8% станций (рис. 2, Б). Смешанные друзы обоих видов и моновидовые друзы модиолуса доминировали на мягких субстратах (18,6 и 8,1% от всех станций). Наибольшая их встречаемость выявлена на участке 1, куда входит о. Русский с его много-

численными бухтами. В Амурском заливе, омывающем архипелаг Императрицы Евгении с западной стороны, *C. grayanus* преобладает на обоих типах грунта. В Уссурийском заливе, прилегающем к восточной стороне, мидия Грея доминирует на твердых субстратах, а на мягких – модиолус [5, 7].

При изучении вертикального распределения видов выявлены наибольшие показатели: обилия обоих видов отмечены на глубинах от 1 до 10 м в районе архипелага Императрицы Евгении как на твердых (мидия – 858 г/м², модиолус – 1 002 г/м² до глубины 5 м и 483 и 490 г/м² на глубинах 5–10 м), так и на мягких субстратах (мидия – 1 012 г/м², модиолус – 668 г/м² до глубины 5 м и 736 и 464 г/м² на глубинах 5–10 м), однако на отдельных участках наблюдаются различия (рис. 4). На участке 2 мидия Грея и модиолус также обильны на глубинах 15–20 м на твердых грунтах, соответственно 857 и 722 г/м². На участке 3 показатели обилия мидии Грея ниже, наибольшее значение биомассы (579 г/м²) отмечено на глубине 10–15 м. Модиолус не обнаружен. В Уссурийском заливе наибольшие показатели обилия *C. grayanus* отмечены также на глубинах 1–10 м на твердых грунтах, а *M. kurilensis* – до 5 м на мягких [7]. В Амурском заливе оба вида митилид имеют максимальную биомассу на глубинах 5–10 м на мягких субстратах [5].

Таким образом, в районе архипелага Императрицы Евгении (залив Петра Великого, Японское море) мидия Грея доминирует на твердых субстратах; на мягких грунтах преобладают смешанные дружки двух видов митилид. В скоплениях на твердых субстратах средняя биомасса *C. grayanus* составляет 614 г/м², *M. kurilensis* – 656 г/м², на мягких – 575 и 420 г/м² соответственно. Наибольшие показатели обилия обоих видов выявлены на глубинах 1–10 м как на твердых, так и на мягких субстратах.

Литература

1. Скарлато О.А., Голиков А.Н., Василенко С.В. и др. Состав, структура и распределение донных биоценозов в прибрежных водах залива Посъет (Японское море) // Исслед. фауны морей. Л.: Наука, 1967. – Т. 5 (13). – С. 5–61.
2. Мануйлов В.А. Подводные ландшафты залива Петра Великого. Владивосток: Изд-во Дальневосточ. ун-та, 1990. – 168 с.
3. Кутищев А.А., Гоголев А.Ю. Взаимодействие видов мидии Грея и модиолуса диффицилиса в различных экологических условиях // Биология мидии Грея. – М.: Наука, 1983. – С. 115–118.
4. Селин Н.И. Состав и структура смешанных поселений *Crenomytilus grayanus* (Dunker, 1853) и *Modiolus kurilensis* (Bernard, 1983) (Bivalvia: Mytilidae) в заливе Петра Великого Японского моря // Биология моря. – 2018. – Т. 44, № 5. – С. 307–316.
5. Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Распределение и ресурсы мидии Грея и модиолуса курильского в Амурском заливе (залив Петра Великого, Японское море) // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: Материалы V междунар. науч.-техн. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2018. – Ч. 1. – С. 184–189.
6. Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Распределение мидии Грея и модиолуса курильского в северо-восточной части залива Петра Великого (Японское море) // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование: Материалы междунар. науч.-практ. конф. (Керчь, 27–30 мая 2020 г.). – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2020. – С. 436–441.
7. Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Распределение и ресурсы мидии Грея и модиолуса курильского в Уссурийском заливе (залив Петра Великого, Японское море) // Промысловые беспозвоночные: Материалы IX Всерос. науч. конф. (г. Керчь, 30 сентября – 2 октября 2020 г.). – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2020. – С. 102–107.
8. Седова Л.Г., Соколенко Д.А. Распределение мидии Грея и модиолуса курильского в заливе Посъета (Залив Петра Великого, Японское море) // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. (20–22 марта 2018 г.). – Петропавловск-Камчатский, 2018. – С. 88–92.
9. Методические рекомендации по учету запасов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне / Е.И. Блинова, О.Ю. Вилкова, Д.М. Милютин, О.А. Пронина. – М.: ВНИРО, 2003. – 80 с.
10. Лоция северо-западного берега Японского моря (от реки Туманная до мыса Белкина). – 1984. – 316 с.

УДК 597.556.31(268.52)

А.М. Токранов¹, А.М. Орлов^{2,3,4}

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

² Институт океанологии им. П.П. Шириова РАН,
Москва, 117997;

³ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО),
Москва, 107140;

⁴ Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
Москва, 119071
e-mail: tok_50@mail.ru

БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АРКТИЧЕСКОГО ШЛЕМОНОСЦА *GYMNOCANTHUS TRICUSPIS* (COTTIDAE) КАРСКОГО МОРЯ

По материалам 2019 г. представлена биологическая характеристика (размерно-возрастная и размерно-половая структура, половой диморфизм, состав пищи) арктического шлемоносца *Gymnocanthus tricuspis* (Cottidae) Карского моря. Установлено, что для этого мелкого и короткоциклового вида рогатковых характерен половой диморфизм в размерах (самцы меньше самок) и величине плавников. Арктический шлемоносец – мезобентофаг, основной пищей которому в Карском море служат многощетинковые черви, двустворчатые моллюски и мелкие ракообразные (главным образом, бокоплавы и равноногие раки).

Ключевые слова: арктический шлемоносец, Карское море, половой диморфизм, размерно-возрастная и размерно-половая структура, состав пищи.

A.M. Tokranov¹, A.M. Orlov^{2,3,4}

¹ Kamchatka branch of Pacific Geographical Institute FEB RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;

² P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS,
Moscow, 117997;

³ Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO),
Moscow, 107140;

⁴ A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS,
Moscow, 119071
e-mail: tok_50@mail.ru

BIOLOGICAL CHARACTERISTICS OF ARCTIC STAGHORN SCULPIN *GYMNOCANTHUS TRICUSPIS* (COTTIDAE) OF THE KARA SEA

Based on studies of 2019 the biological features (size-age and size-sex structures, sexual dimorphism, diet composition) of Arctic staghorn sculpin *Gymnocanthus tricuspis* (Cottidae) of the Kara Sea are presented. This small species of sculpins with short life cycle is characterized by sexual dimorphism in size (males are smaller than females) and size of fins. Arctic staghorn sculpin is mesobenthophage, Polychaeta, Bivalvia and small crustaceans (mainly, Amphipoda and Isopoda) are found to be basic food of this species in the Kara Sea.

Key words: Arctic staghorn sculpin, the Kara Sea, sexual dimorphism, size-age and size-sex structure, diet composition.

Сокращение ледового покрова арктических морей и прилегающих вод северной части Тихого океана из-за глобального потепления создает в настоящее время условия для расширения рыболовства и изучения биологии различных видов рыб в этом приполярном регионе. Результаты выполненных здесь в последние годы Всероссийским научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) траловых съемок, наряду с оценкой запасов потен-

циальных объектов промысла, дали возможность получить новые данные по биологии целого ряда представителей ихтиофауны, не имеющих промыслового значения.

Одним из них является арктический шлемоносец *Gymnocanthus tricuspis* (Reinhardt, 1830) – наиболее северный представитель рогатковых рода *Gymnocanthus*. Для этого вида характерно циркумполярное распространение, в связи с чем он встречается повсеместно в арктических водах, а также прилегающих к ним районах Атлантического и Тихого океанов [1–10 и др.]. Хотя арктический шлемоносец считается обычным или даже многочисленным представителем рогатковых рыб [7, 11 и др.], сведения о его биологии на сегодняшний день крайне ограничены и фрагментарны [3, 12–14]. Собранный во время трансарктического рейса на НИС «Профессор Леванидов» материал позволяет охарактеризовать некоторые стороны биологии (размерно-возрастную и размерно-половую структуру, половой диморфизм, питание) этого вида рогатковых в Карском море.

Материал для настоящего сообщения собран в сентябре 2019 г. во время выполнения донной траловой съемки на НИС «Профессор Леванидов» в Карском море. Выловленные особи арктического шлемоносца были заморожены, доставлены во ВНИРО, а затем переданы в Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН для последующей камеральной обработки в лабораторных условиях. Всего исследовано 282 экз. арктического шлемоносца общей длиной TL от 41 до 177 мм, из которых 190 экз. подвергнуто полному биологическому анализу с определением возраста, а 92 экз. – вскрытию с измерением и взвешиванием. Возраст рыб определяли по отолитам. В последующем данные всех измерений длины с помощью размерно-возрастного ключа были переведены на возраст. Для выяснения полового диморфизма арктического шлемоносца в экстерьерных показателях у 30 самцов и 30 самок (TL соответственно 78–129 и 103–161 мм) проанализировано восемь пластических признаков: высота первого (hDI) и второго ($hDII$) спинных плавников, высота анального плавника (hA), длина основания первого (IDI) и второго ($IDII$) спинных плавников, длина основания анального плавника (IA), длина грудного (IP) и брюшного (IV) плавников, абсолютные значения которых относили к общей длине тела TL . Одновременно рассмотрены вариации окраски самок и самцов, а также наличие у последних дополнительных образований, обуславливающих половой диморфизм. Содержимое желудков 192 особей арктического шлемоносца TL 41–177 мм исследовано количественно-весовым методом в соответствии с «Методическим пособием...» [15]. Статистическую обработку материалов производили согласно общепринятой методике [16].

Согласно имеющейся в литературе информации арктический шлемоносец – сравнительно мелкий и короткоцикловый вид сем. Cottidae, предельная длина которого в российских водах достигает 250 мм [1, 2], хотя у берегов Гренландии встречаются экземпляры до 299 мм [3, 5]. Однако в Карском море его максимальные размеры меньше и не превышают 19,5 см и 120 г [14]. По нашим данным, наибольшая зарегистрированная длина арктического шлемоносца в Карском море во время выполнения траловой съемки в сентябре 2019 г. составила 177 мм, масса тела – 72,52 г, а возраст – 7+ лет. В целом на обследованных участках Карского моря этот вид рогатковых был представлен особями TL 41–177 (в среднем $75,4 \pm 1,6$) мм с массой тела 0,54–72,52 (в среднем $8,3 \pm 0,7$) г в возрасте от 1+ до 7+ (в среднем $3,1 \pm 0,1$) лет. Однако доминировали рыбы TL 41–80 мм (68%) с массой тела менее 10 г (78,3%). Преобладающая часть исследованных особей (76,2% самцов и 85,6% самок) оказались неполовозрелыми.

Как было показано ранее [17, 18], у представителей рода *Gymnocanthus* хорошо выражен половой диморфизм в таких экстерьерных признаках, как окраска, величина плавников и наличие дополнительных кожных образований. Результаты выполненных исследований позволяют сделать вывод, что у арктического шлемоносца, как и у других видов этого рода, половой диморфизм также выражен в окраске особей различного пола. Его самцы ярче, чем самки; у них крупнее и контрастнее проявляются пятна и полосы на теле и плавниках. Кроме того, у самцов имеется анальная папилла, которая, по нашим данным, хорошо заметна уже при TL свыше 41 мм.

Помимо разницы в окраске и наличия у самцов анальной папиллы, у арктического шлемоносца существуют значительные различия в размерах некоторых плавников у особей разного пола. Из восьми проанализированных нами признаков по трем отмечены реальные различия, достоверные на уровне значимости $P > 0,001$ (высота первого hDI , второго $hDII$ спинных и длина брюшного IV плавников) (у самцов они больше, чем у самок). Особенно выделяется по степени различия длина брюшного плавника, относительные значения которой у самцов арктического

шлемоносца составляют 19,3–33,3, а у самок – 15,7–19,3% от общей длины тела, т. е. практически не перекрываются.

Наряду с половым диморфизмом в экстерьерных признаках у арктического шлемоносца он также проявляется в различных размерах половозрелых самцов и самок. Как и у других видов шлемоносцев [18], его самцы значительно мельче самок, созревают в более раннем возрасте (что ведет к существенному увеличению их доли в нерестовой части популяции) и отличаются меньшей продолжительностью жизни по сравнению с самками (в связи с чем доля первых, значительная среди мелких особей, уменьшается до нуля среди наиболее крупных). По нашим данным, самцы арктического шлемоносца в Карском море в сентябре 2019 г. были представлены в уловах особями длиной 43–129 (в среднем $71,8 \pm 1,7$) мм с массой тела 0,61–30,46 (в среднем $5,7 \pm 0,5$) г в возрасте от 1+ до 6+ (в среднем $3,0 \pm 0,1$) лет, самки – соответственно 41–177 (в среднем $78,1 \pm 2,4$) мм и 0,54–72,52 (в среднем $10,3 \pm 1,1$) г в возрасте от 1+ до 7+ (в среднем $3,2 \pm 0,1$) лет. Аналогичная разница в максимальных размерах особей арктического шлемоносца разного пола в Карском море отмечена ранее [14]. Если в первые три года жизни длина и масса тела самцов и самок данного вида рогатковых довольно сходны, то с четвертого года последние из них растут значительно быстрее, в связи с чем линейные, а особенно весовые показатели одновозрастных рыб существенно различаются, достигая в возрасте 6+ лет в среднем почти 17 мм и 20 г. Поэтому, если среди мелких экземпляров этого вида (до 80 мм) соотношение полов примерно равное, то в группе особей длиной 81–110 мм доминируют самцы, относительное количество которых возрастает до 63,6–73,9%. Однако среди более крупных рыб размером свыше 110 мм доля самок начинает резко увеличиваться, достигая 100% при TL 130 мм. В целом же, по нашим данным, в Карском море самки арктического шлемоносца численно несколько преобладают (в 1,3 раза) над самцами, что, возможно, обусловлено низкой индивидуальной плодовитостью этого вида, которая у самок длиной 117–158 мм варьирует от 2 060 до 3 512 икринок [3]. Среди исследованных нами особей арктического шлемоносца три половозрелые самки TL 134–164 мм имели яичники на IV стадии зрелости, что позволило определить их плодовитость. Она варьировала от 2 385 до 3 353 (в среднем 2 994) икринок, вполне соответствуя литературным данным.

Согласно имеющимся в литературе сведениям [3, 9, 12, 13], по типу питания арктический шлемоносец – типичный бентофаг, использующий в пищу преимущественно многощетинковых червей и бокоплавов. Результаты наших исследований позволяют охарактеризовать его как мезобентофага со сравнительно широким пищевым спектром, включающим в Карском море представителей 10 различных групп беспозвоночных. Однако основа биомассы (около 99%) этого шлемоносца формируется лишь за счет четырех групп кормовых организмов – многощетинковых червей Polychaeta (преимущественно сем. Phyllodocidae), равноногих ракообразных Isopoda (главным образом, *Saduria entomon*), различных бокоплавов Amphipoda и двустворчатых моллюсков Bivalvia. Причем с увеличением размеров арктического шлемоносца потребление им различных групп кормовых организмов существенно изменяется: если главной пищей мелким особям (41–80 мм) служат многощетинковые черви (более 78% по массе), то основу рациона самых крупных экземпляров (свыше 120 мм) составляют двустворчатые моллюски (41,5%) и равноногие ракообразные (24,2%), тогда как значение многощетинковых червей сокращается почти до 18% по массе. Следует также отметить, что наряду с изменением состава пищевых объектов, по мере роста арктического шлемоносца возрастает величина потребляемых им кормовых организмов. Так, если в пище его особей длиной 41–60 мм размеры бокоплавов варьируют от 2 до 8 (в среднем 5,2) мм, то у рыб свыше 100 мм – от 12 до 37 (в среднем 24,5) мм. Размеры равноногих раков, потребляемых этим шлемоносцем, длиной менее 100 мм составляют 10–14 (в среднем 11,3) мм, а особями крупнее 120 мм – 12–25 (в среднем 17,4) мм. И наконец, если арктический шлемоносец размером до 90 мм использует в пищу исключительно мелких двустворчатых моллюсков (2–4 мм), заглатывая их целиком, то его экземпляры длиной свыше 120 мм в основном откусывают у более крупных особей этих кормовых организмов сифоны, ноги и фрагменты мантии.

Анализ имеющихся литературных данных [3, 5, 7–9, 12, 14, 16–22 и др.) позволяет сделать вывод, что арктический шлемоносец является самым мелким из шести видов рода *Gymnocanthus* (таблица). Хотя максимальные значения его линейных размеров сходны с таковыми у нитчатого *G. pistilliger* и промежуточного *G. intermedius* шлемоносцев, по массе тела он значительно уступает им. Наряду с промежуточным, арктический шлемоносец – наиболее короткоцикловый представитель рода *Gymnocanthus*, максимальный возраст самцов которого, по имеющимся

данным, не превышает 7, а самок – 8 лет. Индивидуальная плодовитость арктического шлемоносца почти на порядок (в 7–12 раз) ниже, чем у других видов шлемоносцев. Несмотря на поимки отдельных особей в верхней зоне материкового склона, основной областью обитания арктического шлемоносца являются шельфовые воды. Этот вид – типичный мезобентофаг, основной пищей которому в различных районах его обитания служат такие донные беспозвоночные, как многощетинковые черви, двустворчатые моллюски и мелкие ракообразные (главным образом, бокоплавы и равноногие раки).

Некоторые биологические показатели и глубина обитания различных видов шлемоносцев рода *Gymnacanthus* [по: 3, 5, 7–9, 11, 12, 14, 17–22]

| Показатель | Узколобый <i>G. galeatus</i> | Широколобый <i>G. detrisus</i> | Дальнево- сточный <i>G. herzensteini</i> | Нитчатый <i>G. pistilliger</i> | Промежуточ- ный <i>G. intermedius</i> | Арктический <i>G. tricuspis</i> |
|--|---------------------------------|-----------------------------------|--|-----------------------------------|---|------------------------------------|
| Максимальная длина самцов и самок, см* | 36/49 | 36,5/48 | 37/44 | 22/29 | 23/28 | 14/25 (30**) |
| Максимальная масса тела самцов и самок, г* | 640/1 400 | 480/1 100 | 400/1 000 | 140/240 | 130/240 | 75/120 |
| Максимальный возраст самцов и самок, лет* | 11/13 | 13/17 | 13/17 | 11/13 | 7/8 | 7/8 |
| Индивидуальная плодовитость, тыс. икринок*** | <u>22</u> 12–48 | <u>38</u> 6–87 | Несколько десятков тысяч | <u>25</u> 5–41 | Данных нет | <u>3</u> 2–3,5 |
| Тип питания | Бентофаг | Некто-бентофаг | Эврифаг | Бентофаг | Эврифаг | Бентофаг |
| Глубина обитания, м**** | <u>0–579</u> 50–220 | <u>15–450</u> 50–300 | <u>0–330</u> 0–100 | <u>0–442</u> 10–100 | <u>0–256</u> 0–30 | <u>0–451</u> 0–240 |

* Перед чертой – значение показателя для самцов, после черты – для самок.

** В скобках указано значение у берегов Гренландии.

*** Над чертой – среднее значение, под чертой – пределы колебаний.

**** Над чертой – наблюдаемая, под чертой – предпочитаемая.

Литература

1. *Книпович Н.М.* Определитель рыб морей Баренцева, Белого и Карского // Тр. Науч.-исслед. ин-та по изуч. Севера. – 1926. – Вып. 27. – С. 1–183.
2. *Есипов В.К.* Рыбы Карского моря: Моногр. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1952. – 147 с.
3. *Андряшев А.П.* Рыбы северных морей СССР: Моногр. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1954. – 566 с.
4. *Андряшев А.П., Чернова Н.В.* Аннотированный список рыбообразных и рыб морей Арктики и сопредельных вод // Вопросы ихтиологии. – 1994. – Т. 34, № 4. – С. 435–456.
5. *Mecklenburg C., Mecklenburg T., Thorsteinson L.* Fishes of Alaska. – Bethesda: American Fisheries Society, 2002. – XXXVII+1037 p. + 40 Pl.
6. *Долгов А.В.* Видовой состав ихтиофауны и структура ихтиоценов Баренцева моря // Известия ТИНРО. – 2004. – Т. 137. – С. 177–195.
7. *Парин Н.В., Евсеенко С.А., Васильева Е.Д.* Рыбы морей России: аннотированный каталог: Моногр. – М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2014. – 733 с.
8. *Тупоногов В.Н., Кодолов Л.С.* Полевой определитель промысловых и массовых видов рыб дальневосточных морей России. – Владивосток: Русский Остров, 2014. – 336 с.: ил.
9. *Тупоногов В.Н., Явнов С.В.* Атлас рыб дальневосточных морей России (окуни, терпуги, бычки, лисички). – Владивосток: Русский Остров, 2015. – 264 с.: ил.
10. Новые данные по ихтиофауне четырех морей российской Арктики (Чукотского, Восточно-Сибирского, Лаптевых и Карского) / *А.М. Орлов, М.О. Рыбаков, Е.В. Ведищева, С.Ю. Орлова* // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Материалы XXI межд. науч. конф., посвящ. 75-летию со дня рождения одного из организаторов современной гидробиологической науки на Камчатке, д.б.н. В.В. Ошуркова. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2020. – С. 296–305.
11. *Шейко Б.А., Федоров В.В.* Класс Cephalaspidomorpha – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holoccephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы //

Каталог позвоночных животных Камчатки и сопредельных морских акваторий. – Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, 2000. – С. 7–69.

12. Чучукало В.И. Питание и пищевые отношения nekтона и nekтобентоса в дальневосточных морях: Моногр. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2006. – 484 с.

13. Долгов А.В. Состав, формирование и трофическая структура ихтиоценоза Баренцева моря: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – М., 2012. – 48 с.

14. Чаус С.А. Некоторые биологические характеристики арктического шлемоносца юго-западной части Карского моря // XVI межд. науч. конф. студентов и аспирантов «Проблемы арктического региона»: Тез. докл. (Мурманск, 16 мая 2017 г.). – Апатиты: КНЦ РАН, 2017. – С. 66.

15. Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. – М.: Наука, 1974. – 254 с.

16. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие. 3-е изд. – М.: Высшая школа, 1980. – 292 с.

17. Токранов А.М. О половом диморфизме массовых видов рогатковых (Cottidae) прикамчатских вод // Бюл. МОИП. – Отд. биол. – 1993. – Т. 98. – Вып. 6. – С. 19–26.

18. Токранов А.М. О половом диморфизме у рогатковых рыб (Cottidae, Pisces) прикамчатских вод // XXX Любичевские чтения – 2016. Современные проблемы эволюции и экологии: Сб. материалов межд. конф. (Ульяновск, 5–7 апреля 2016 г.). – Ульяновск: УлГПУ, 2016. – С. 124–131.

19. Токранов А.М. О размножении рогатковых рыб рода *Gymnacanthus* (Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Вопросы ихтиологии. – 1987. – Т. 27, № 6. – С. 234–247.

20. Токранов А.М. Рогатковые рыбы рода *Gymnacanthus* (Cottidae) прикамчатских вод и проблемы использования их ресурсов // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы VIII Всерос. науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию рыбохоз. образования на Камчатке (12–14 апреля 2017 г.): в 2 ч. – Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2017. – Ч. 1. – С. 176–180.

21. Токранов А.М. Трофические группировки рогатковых рыб (Cottidae) в прикамчатских водах // Принципы экологии (электронный журнал). – 2019. – № 3 (33). – С. 101–110.

22. Панченко В.В. Возраст и рост шлемоносных бычков рода *Gymnacanthus* (Cottidae) в заливе Петра Великого и прилегающих районах Приморья (Японское море) // Вопросы ихтиологии. – 2012. – Т. 52, № 2. – С. 234–247.

УДК 597.552.511(282.257.12)

С.В. Шубкин^{1,2}, Е.А. Шевляков³

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: shubkin.s.v@kamniro.ru

³ Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
Владивосток, 690091;
e-mail: evgeniy.shevlyakov@tinro-center.ru

ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КЕТЫ РЕКИ АНАДЫРЬ В 2020 ГОДУ

В работе представлены результаты авиамониторинга нерестилиц кеты, проведенного в бассейне реки Анадырь в 2020 г. Предложена интерпретация полученных результатов, позволяющая оценить валидность используемого аэровизуального метода. Дана оценка степени заполнения нерестилиц.

Ключевые слова: авианаблюдения, кета, производители, динамика численности, нерестилища.

S.V. Shubkin^{1,2}, E.A. Shevlyakov³

¹ Kamchatka branch of the Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000;

² Kamchatka State Technical University
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;
e-mail: shubkin.s.v@kamniro.ru

³ Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO),
Vladivostok, 690091;
e-mail: evgeniy.shevlyakov@tinro-center.ru

EVALUATION OF CHUM SALMON SPAWNERS ABUNDANCE IN THE ANADYR RIVER IN 2020

The results of aerial monitoring of chum salmon spawning grounds in the Anadyr river basin in 2020 are presented. The provided results interpretation allows to estimate validity of the aerovisual method. An assessment of the level of spawning ground occupation is provided.

Key words: aerial monitoring, spawners, abundance dynamics, spawning grounds.

Основные нерестовые запасы кеты на Чукотке сосредоточены в реках залива Онемен Анадырь, Великой и залива Канчалан с одноименной рекой. Основу воспроизводственного потенциала формирует кета стада р. Анадырь, доля которой в ряду указанных рек составляет около 85–90% [1, 2]. Оценка численности производителей в данном водотоке дает представление о величине запаса кеты во всем регионе.

Первые работы по авиаучету лососей в реках Чукотского Автономного Округа (ЧАО) проводили в период с 1967 по 1979 гг., и они были продолжены с 1984 по 1991 гг. [1, 3]. В 2019 г. авиамониторинг нерестовых рек Чукотки был возобновлен.

Целью данной работы является определение величины нерестового запаса кеты в р. Анадырь в 2020 г.

В 2020 г. аэровизуальное обследование бассейна р. Анадырь проводили в период с 31 августа по 02 сентября. Налет по учетным маршрутам составил 12 часов. Общая протяженность трансект приблизительно равна 1,6 тыс. км, протяженность учетных трансект – 768 км.

Аэровизуальные исследования выполняли по методике, разработанной в КамчатНИРО [4]. Для проведения авиаучетов использовали вертолет Robinson R44. За период работ в бассейне р. Анадырь обследованы приток р. Белой в среднем течении, а также участок основного русла от с. Маркова до слияния с р. Мечкерёва в верхнем течении р. Анадырь.

По данным проведенных авиаучетных работ суммарная численность производителей кеты в р. Анадырь не превысила 7 тыс. рыб. Учитывая экстремально низкие пропуски производителей кеты в сопредельных речных системах (где также проводили авиаучеты), в целях оптимизации работ формат исследований в бассейне р. Анадырь был сокращен. Так, были исключены менее продуктивные для воспроизводства кеты притоки р. Ламутская и р. Березовая в нижнем течении, и р. Майн – в среднем течении р. Анадырь.

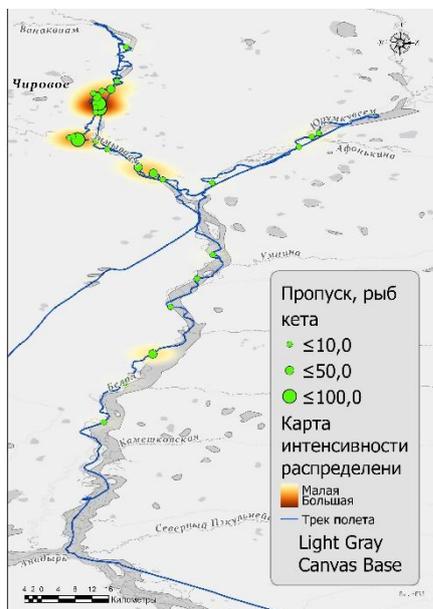


Рис. 1. Распределение производителей кеты в р. Белой в 2020 г.

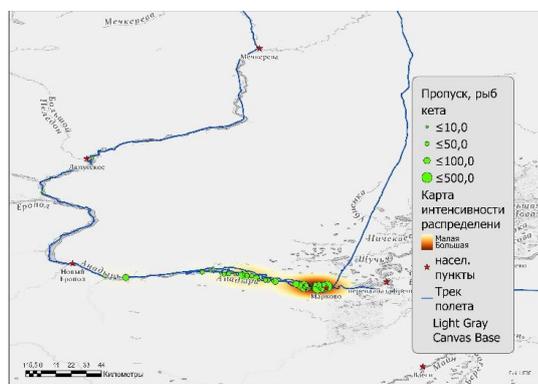


Рис. 2. Распределение производителей кеты в верхнем течении р. Анадырь в 2020 г.

В качестве индикаторного водотока в среднем течении р. Анадырь выбрали ее приток – р. Белая, доля которой в общем нерестовом запасе кеты р. Анадырь составляет в среднем 19% [1]. Протяженность учетной трансекты составила 222 км (рис. 1). Количество учтенных производителей составило 0,94 тыс. рыб. Нерест кеты в основном русле р. Белая не зафиксирован, остаточные следы нереста не обнаружены, все отмеченные производители мигрировали по реке, формируя преднерестовые скопления количеством не более 10 рыб. В верхних притоках второго порядка р. Белой наибольшей численности (до 100 рыб) кета достигала на нерестовых площадках (рис. 1).

В верхнем течении р. Анадырь, на участке от с. Марково до р. Мечкерёва, протяженность учетных трансект составила 546 км. Нерестилища кеты, расположенные на участке основного русла р. Анадырь между с. Марково и сопкой Опаленной, являются наиболее продуктивными, где в среднем нерестится 23% кеты, воспроизводящейся в реках заливов Онемен и Канчалан [1].

На момент обследования русла реки нерест кеты перешел в заключительную фазу. Основная масса производителей приступила к нересту, отмечены остаточные следы нереста в виде нерестовых полей без производителей и незначительное количество снёлки. Производители кеты при малой численности формировали нерестовые площадки на участках выхода подруслового потока в пойменной системе реки, преимущественно занимая правобережные участки (рис. 3 и 4).

На верхних речных участках, расположенных выше сопки Опаленной, до слияния с р. Мечкерёва, производителей отмечали крайне редко. Общее учтенное количество кеты здесь составило 0,2 тыс. рыб.

В итоге в верхнем течении р. Анадырь учтено 6,0 тыс. рыб, из которых на участке реки от с. Марково до сопки Опаленной – 5,8 тыс. рыб, от сопки Опаленной до слияния с р. Еропол – 0,08 тыс. рыб, от слияния с р. Еропол до слияния с р. Мечкерёво – 0,1 тыс. рыб (рис. 2).

Оценка численности лососей на нерестилищах методом аэровизуального наблюдения является дискретной величиной и приводит к потере некоторой части информации о пропуске производителей в реки [4]. Такого рода информационные потери характерны для любого исследования, где не реализуется принцип непрерывного наблюдения. В связи с этим для получения объективных данных о заполнении нерестилищ необходимо определить степень возможного недоучета. В частности, для кеты р. Анадырь определение степени недоучета осуществлено на

основании динамики хода производителей, скорости их прохождения к местам нереста, продолжительности нереста и сроках гибели (после нереста) на нерестилищах. За динамику хода кеты приняты параметры интенсивности промысла, полагая, что оба параметра коррелируют между собой. Скорость движения кеты в р. Анадырь в зависимости от приуроченности к приливной зоне ранее была определена в пределах от 39 до 45 км/сут – для участка от устья р. Анадырь до р. Белой, и от 22 до 28 км/сут – для участка от р. Белой до верхнего течения (условно с. Марково) [1]. Нерест основной массы кеты проходит в течение 8–12 дней. Гибель кеты после нереста в среднем наступает через 9–14 дней [1] (рис. 5). Доля учтенных рыб составила в р. Белой 73%. На рис. 5 кривая «Белая» соответствует динамике подхода производителей кеты к устью р. Белой после прохода рыболовных участков, составляющей в среднем восемь дней. Кривая «смертность» определена суммой средней продолжительности нереста и смертности после нереста, соответствующей 21 дню и рассчитанной от даты подхода кеты к устью р. Белой. Далее полагая, что значения кривых «Белая» и «смертность», попадающие в зону зеленого сектора (соответствующего 21 дню в обратном исчислении от даты учетов), составляют учтенных производителей, рассчитали их долю методом трапеций:



Рис. 3. Нерестилище кеты (указано стрелкой) в пойменных протоках р. Анадырь на речном участке от с. Марково до сопки Опаленная



Рис. 4. Нерестовый участок кеты

где t_i – день года, а x_i – количество выловленных лососей.

$$\sum_{i=1}^n (t_i - t_{i-1}) \frac{(x_i + x_{i-1})}{2},$$

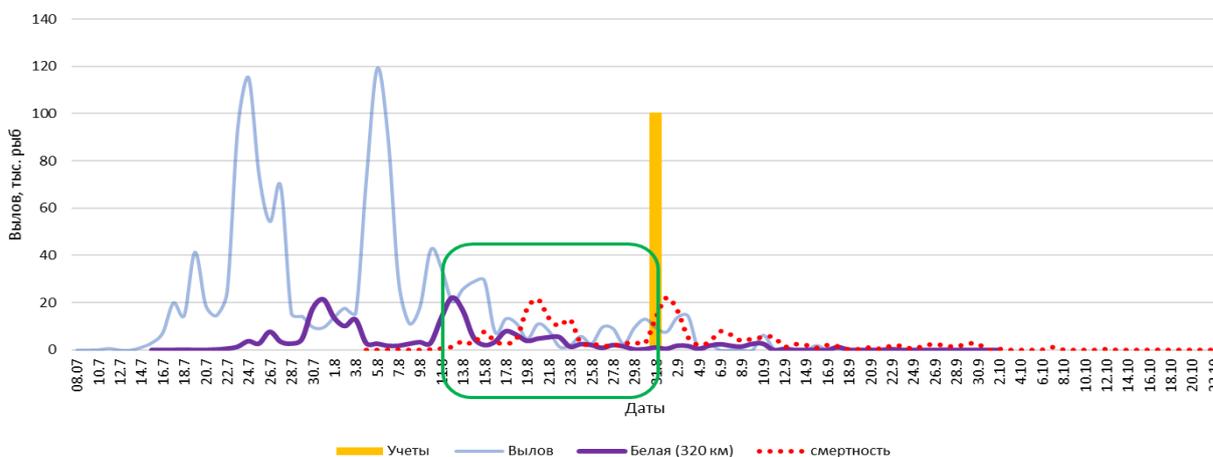


Рис. 5. Динамика хода кеты в р. Анадырь от устья до р. Белой (голубая линия показывает динамику вылова в предустьевой зоне р. Анадырь; сплошная фиолетовая линия соответствует доле кеты р. Белой с учетом ее подходов от устья р. Анадырь до устья р. Белой; красная пунктирная линия соответствует сумме средних значений продолжительности нереста и смертности после нереста, зеленый сектор соответствует значению в 21 день)

Доля учетных рыб в верхнем течении реки (условно обозначенная «Марково») составила 71% (рис. 6). По результатам проведенного анализа делаем вывод, что сроки проведения авиаучетных работ были близки к оптимальным. Численность кеты с учетом полученных соотношений может быть скорректирована для р. Белой до 1,3 тыс. рыб, для верхнего течения р. Анадырь – до 8,4 тыс. рыб.

Несмотря на прямые наблюдаемые и расчетные оценки заполнения нерестилищ в основных нерестовых притоках, полагаем, что в зоне экстремума по численности производителей на основании авианаблюдений могут быть сформированы некорректные представления о пропуске рыб в бассейн в целом. Основной причиной этому может служить обширная площадь придаточной системы обследуемых рек и дискретность наблюдений.

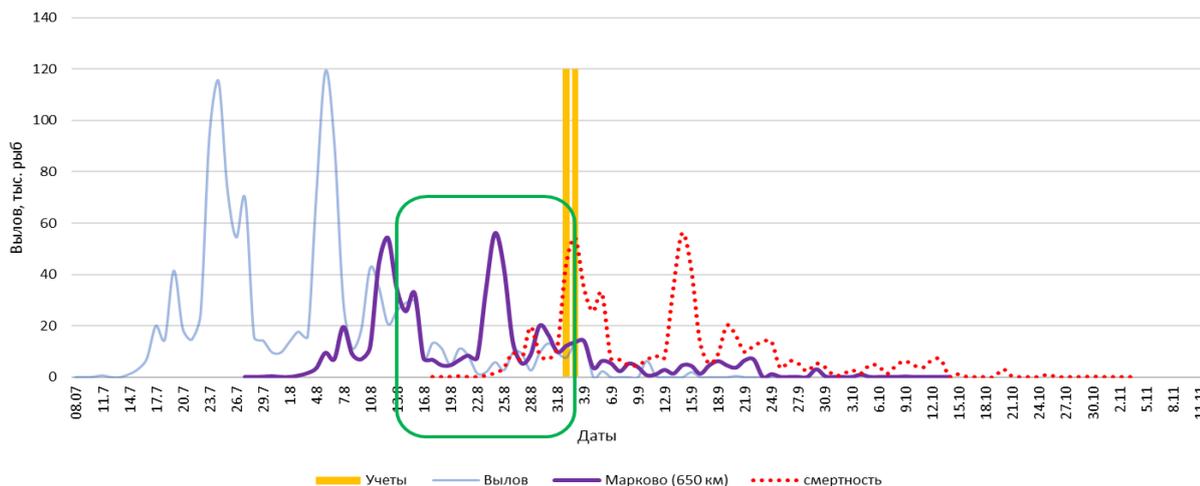


Рис. 6. Динамика хода кеты в р. Анадырь от ее устья до верхнего течения (голубая линия показывает динамику вылова в предустьевой зоне р. Анадырь; сплошная фиолетовая линия соответствует доле кеты верхнего течения с учетом ее подходов от устья р. Анадырь до с. Марково; красная пунктирная линия соответствует сумме средних значений продолжительности нереста и смертности после нереста, зеленый сектор соответствует значению в 21 день)

По данным ранее проведенных исследований известно, что динамика численности кеты характеризуется стабильным репродуктивным потенциалом в группировках и отличается определенной закономерностью заполнения нерестилищ, обусловленных величиной родительских поколений и нерестовой емкостью в отдельных водотоках [1]. С учетом этого в качестве экспертной оценки рассчитали численность нерестового запаса кеты на весь нерестовый фонд бассейна р. Анадырь, исходя из известных долевых соотношений (таблица) [1].

Соотношение численности кеты на отдельных нерестилищах в бассейнах рек Анадырь, Великая, Канчалан по данным авиаучетов 1967–1991 гг. (по: Путивкин С.В.)

| Места нереста | Среднегоголетняя численность, % |
|---|---------------------------------|
| I. Бассейн р. Анадырь | 89,8 |
| 1. п. Марково – сопка Опалённая | 23,1 |
| 2. сопка Опалённая – р. Еропол | 3,1 |
| 3. р. Еропол – р. Мечкерёва | 20,4 |
| 4. р. Еропол | 6,5 |
| 5. р. Майн (р. Ваеги) | 9,7 |
| 6. р. Белая | 18,6 |
| 7. р. Танюрер | 1,4 |
| 8. бассейн оз. Красное (рр. Ламутская, Берёзовая) | 6,9 |
| II. Бассейн р. Великой | 8,5 |
| III. Бассейн р. Канчалан | 1,8 |

За исходные данные были взяты результаты учетов кеты в р. Великой (9,9 тыс. рыб), где в 2020 г. также проводили авиаучетные работы. При выборе водотока руководствовались гидрологическим режимом реки и ее географическим положением. Нерестовый ход кеты в указанном водотоке имеет сходную динамику хода с кетой в р. Анадырь (обе реки впадают в залив Онемен на расстоянии 20 км друг от друга), при этом относительная мелководность водотока позволяет проводить авиаучет почти на всем ее протяжении, что исключает недоучет мигрирующих производителей рыб по реке. Соотношение численности кеты р. Великой от общей численности кеты в основных речных бассейнах Анадырского лимана составляет в среднем 8,5% (см. таблицу).

В результате проведенных расчетов максимальную величину пропуска производителей кеты в бассейне р. Анадырь определили на уровне 105 тыс. рыб.

В 2020 г. уровень заполнения нерестилищ кеты в бассейне р. Анадырь характеризуется на экстремально низком уровне. Нерестовый ход проходил в обычные сроки, указанные по данным многолетних наблюдений [1]. Период авиаобследования нерестилищ близок к оптимальному. Проведенная реконструкция динамики хода кеты в бассейне р. Анадырь дает основания считать, что учетами охвачено около 70% пропущенных производителей. Экстраполяция полученных данных прямых учетов на весь нерестовый фонд кеты бассейна р. Анадырь оценивается в 105 тыс. рыб.

Литература

1. *Путивкин С.В.* Биология и динамика численности анадырской кеты: Дис. ... канд. биол. наук. – Магадан, 1999. – 224 с.
2. *Макоедов А.Н., Коротаев Ю.А., Антонов Н.П.* Азиатская кета: Монография. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2009. – 356 с.
3. *Евзеров Н.В.* Нерестовый фонд охотоморской и анадырской кеты // Биологические основы развития лососевого хозяйства в водоемах СССР – М.: Наука, 1983. – С. 103–113.
4. *Остроумов А.Г.* Опыт применения аэрометодов учета тихоокеанских лососей в реках Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Книжная редакция «Камчатской правды», 1962. – 41 с.

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

УДК 639.2(265.5)

П.А. Балыкин

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

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОМЫСЛА КРАБОВ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ РОССИИ

В связи с изменением законодательства в сфере распределения квот на добычу крабов прогнозируется ухудшение ситуации в отрасли. В связи с этим весьма актуально обобщение текущего состояния крабового промысла в тихоокеанских водах России. Наибольшее количество крабов (37%) вылавливается в Северо-Охотоморской подзоне. В период с 2001 по 2019 гг. общие уловы крабов возросли на 48%, достигнув уровня 71 тыс. т. Роль разных видов в составе уловов изменилась: в подзоне Приморье выросли уловы краба-стригуна опилию, в северной части Охотского моря возросла доля равношипного краба и краба-стригуна ангулятуса, в западной части Берингова моря сократился вклад синего краба и увеличился – краба-стригуна опилию. Основная причина изменений – влияние промысла.

Ключевые слова: промысловые крабы, Дальний Восток, динамика вылова, география промысла.

P.A. Balykin

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

CURRENT STATE OF CRAB FISHING IN THE RUSSIAN FAR EAST

Due to changes in legislation in crab quota distribution the situation in the industry is expected to worsen. In this regard, it is very important to generalize the current state of crab fishing in the Pacific waters of Russia. The largest number of crabs (37%) is caught in the northern subzone of the Okhotsk sea. In the period from 2001 to 2019 the total catches of crabs increased by 48%, reaching the level of 71 thousand tons. The role of different species in catches has changed: in the subzone of Primorye the catches of snow crab of opilio increased, in the northern part of the Okhotsk sea a part of golden king crab and snow crab of angulatus increased, in the western part of the Bering sea the contribution of blue crab has reduced and the snow crab of opilio increased. The main reason for the changes is the influence of fishing.

Key words: commercial crabs, the Far East, dynamics of fishing, fishery geography.

Крабы составляют обособленную и многочисленную группу беспозвоночных отряда десятиногих ракообразных и включают свыше 4 тыс. видов, обитающих преимущественно в тропиках в морских и пресных водах, реже на суше. Многочисленны крабы также в морях умеренных широт. В мировой добыче ракообразных на долю крабов приходится около 20%. В год их вылавливают от 350 до 400 тыс. т, в том числе в Тихом океане – 250–270 тыс. т, а в Атлантическом – 115–140 тыс. т [1]. По зоологической номенклатуре крабы относятся к классу ракообразных (*Crustacea*) подтипа жабродышащих, и делятся на таксономически различные группы: настоящие крабы (*Brachyura*), к числу которых относятся дальневосточные промысловые волосатые и крабы-стригуны, и ненастоящие, или крабоиды (*Anomura*), в том числе камчатский, колючий и др. Крабоиды отличаются от крабов числом ходильных конечностей – у них три пары ног, а у настоящих крабов – четыре [2]. В промыслово-отчетной документации все эти ракообраз-

ные именуется крабами [3, 4]. Целью нашей работы является характеристика современного состояния российского дальневосточного крабового промысла в связи с процессами глобального потепления.

Материалами послужила промысловая отчетность за прошедшие годы XXI столетия, опубликованная в «Обзорах промысловой обстановки на Дальневосточном бассейне», подготавливаемых ТИПРО-центром (ныне – Тихоокеанское отделение ВНИРО, г. Владивосток) и размещаемая на официальном сайте Росрыболовства.

Дальневосточная экономическая зона России включает в себя акватории Охотского, Японского и Берингова морей, тихоокеанские воды, омывающие восточную Камчатку и Курильские острова (рис. 1). Эти акватории обеспечивают почти 70% ежегодной российской добычи водных биоресурсов. В 2017–2019 гг. в данном регионе добывалось 3,1–3,4 млн т водных биоресурсов. В настоящее время крабовый промысел осуществляется в 11 промысловых районах, однако, по данным вышеупомянутых «Обзоров промысловой обстановки...» и Росрыболовства, в 2015–2019 гг. 87% улова крабов и крабидов добывалось в следующих зонах и подзонах: 06.1 – Приморье (Японское море), 05.4 – Камчатско-Курильская, 05.2 – Западно-Камчатская, 05.1 – Северо-Охотоморская (Охотское море), 01 – Западно-Берингоморская (Берингово море) (рис. 2).

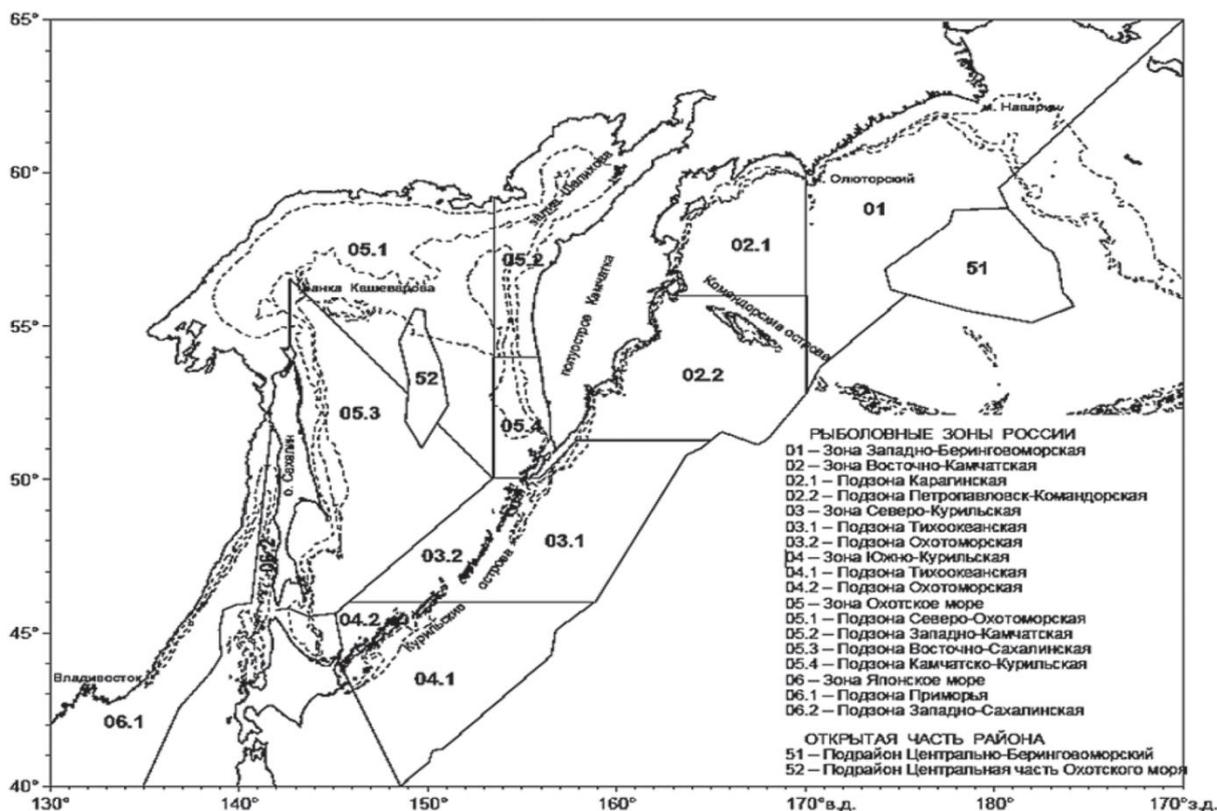


Рис. 1. Промысловое районирование дальневосточных морей РФ [3]

Основными объектами отечественного крабового промысла на Дальнем Востоке являются следующие крабы: краб-стригун опилио (*Chionoecetes opilio*), краб-стригун Бэрда (*Chionoecetes Bairdi*), краб-стригун ангулятус (*Chionoecetes angulatus*), краб-стригун красный (*Chionoecetes japonicus*), краб четырехугольный волосатый (*Erimacrus isenbeckii*) и крабиды: краб камчатский (*Paralithodes camtschaticus*), краб синий (*Paralithodes platypus*), краб равношипый (*Lithodes aequispinus*), краб мохнаторукий (*Eriocheir japonicus*), краб колючий (*Paralithodes brevipes*). Промысловая значимость видов отличается по районам лова.

В текущем столетии краболовной флотилией Дальнего Востока добывалось от 28,5 (2006) до 76,8 (2018) тыс. т в год, т. е. вылов варьировал в 2,7 раза. В 2001–2006 гг. уловы сокращались, с 2009 г. начался период роста объемов добычи. В целом с 2001 по 2019 гг., согласно промысло-

вой отчетности, уловы возросли на 48%. Есть основания полагать, что фактические уловы намного больше сообщаемых. Например, российский ОДУ (общий допустимый улов) камчатского краба в 2012 г. был превышен более чем в два раза [1].



Рис. 2. Вклад (%) отдельных районов в суммарный объем добычи крабов в 2015–2019 гг.

Для ответа на вопрос «езде ли возросли уловы?» рассмотрена динамика этого показателя в трех промрайонах, различающихся географическим местоположением: зона Приморье (самая южная), Северо-Охотоморская подзона (самая значимая для промысла крабов), Западно-Берингоморская зона (самая северная). В целях выявления тренда, величины улова и его состав осреднялись для 3-летних промежутков.

В Японском море (подзона Приморье) в первые годы XXI столетия (2001–2003 гг.) средний объем добычи превышал 10,5 тыс. т. К концу первой декады XXI в. средние уловы снизились до 3,4 тыс. т вследствие запрета на промысел, после отмены которого в 2018–2019 гг. достигли 13,6 тыс. т. При этом существенным образом изменился видовой состав уловов. В 2001–2003 гг. уловы более чем на 80% состояли из красного краба-стригуна. Вторым по доле в уловах был камчатский краб (12%), суммарный вклад других видов (краб-стригун опилио и синий краб) составил 7%. Когда уловы упали до минимума (2007–2009 гг.), доля краба-стригуна японикуса осталась на прежнем уровне, резко уменьшился вклад камчатского краба (вследствие запрета промысла), и в несколько раз увеличилась доля краба-стригуна опилио. В 2015–2017 гг. этот показатель достиг 1/3 общего улова, тогда как вклад краба-стригуна японикуса сократился до 50%. Значимым объектом промысла стал колючий краб (4%), а в 2008 г. в промысловой отчетности впервые появился японский мохнаторукий краб. Уловы этого вида к 2017 г. увеличились от 1 до 50 т. Доминирование крабов-стригунов (более 80%) и низкая численность камчатского и синего крабов сохранились и в 2018–2019 гг.

Описанные изменения величины и состава крабовых уловов, по мнению автора, свидетельствуют о переменах, происходящих в экосистемах Японского моря. Ситуацию в Охотском море характеризует информация о крабовом промысле в подзоне Северо-Охотоморская, где промышленно используются два вида крабов-стригунов и четыре – крабоидов [5]. Наименьший средний улов зафиксирован в 2004–2006 гг. (10,7 тыс. т), наибольший – в 2010–2012 гг. (19,2 тыс. т). Однако к 2015–2017 гг. добыча несколько снизилась (средний улов – 18,6 тыс. т.), но в 2018–2019 гг. вновь возросла до 24,2 тыс. т.

В данном районе улов состоит главным образом из краба-стригуна опилио (70 и более %). Доля других видов (камчатский, синий, колючий, равношипый крабы, краб-стригун ангулятус) была наибольшей в 2001–2003 гг. (30%). К 2007–2009 гг. соотношение видов изменилось – вклад равношипного краба увеличился вдвое (с 5 до 11%), а доля синего и камчатского примерно так же

уменьшилась. К 2015–2017 гг. относительное количество равношипного краба возросло до 13%, а третьим по доле в уловах оказался краб-стригун ангулятус (6%). Вклад камчатского, синего и колючего краба – на одном уровне (менее 3%). В 2018–2019 гг. многократное преобладание в уловах крабов-стригунов (82%) сохранилось.

В западной части Берингова моря (зона Западно-Берингоморская) промысловые скопления образуют только три вида крабов: синий, стригуны опилио и Бэрди [6]. Наименьшие уловы (менее 1,5 тыс. т в год) в этом регионе имели место в 2004–2006 гг., наибольшие – в 2018–2019 гг., когда средняя добыча составила более 6,4 тыс. т в год. В XX столетии главным объектом промысла являлся синий краб, уловы которого иногда достигали величин порядка 7–10 тыс. т [6]. В текущем столетии доля синего краба снизилась с 59% до менее половины улова, а краба-стригуна Бэрди – с 11 до 7%, тогда как вклад краба-стригуна опилио вырос с 30 до 45% добычи. По мнению специалистов ТИНРО, в ближайшее время вклад синего краба возрастет в связи с ростом промыслового запаса [7], а краба-стригуна опилио – уменьшится.

Таким образом, в трех из пяти наиболее значимых районах крабового промысла Дальневосточного бассейна наблюдаются изменения уловов. Если в подзоне Приморье максимум уловов пришелся на начало XXI столетия, то в северной части Охотского моря – на 2010–2012 гг., а в западной части Берингова – на 2015–2017 гг. Поскольку подъемы уловов сменяются спадами, следует ожидать снижения добычи крабов в Беринговом и, вероятно, Охотском морях в ближайшие годы.

Кроме количественных показателей, изменился и видовой состав уловов. В Японском море (подзона Приморье) уменьшился вклад краба-стригуна японикуса и возрос – краба-стригуна опилио. В промысловой отчетности впервые появился японский мохнаторукий краб. В северной части Охотского моря возросла доля равношипного краба и краба-стригуна ангулятуса. В западной части Берингова моря сократился вклад синего краба и увеличился – краба-стригуна опилио. Эти изменения не могут быть однозначно истолкованы. Так, в Приморье уменьшилась доля глубоководного краба-стригуна японикуса и возросла – краба-стригуна опилио, обитающего на меньших глубинах и толерантного к отрицательной температуре воды (Крабы Дальнего Востока). В Северо-Охотоморской подзоне опилио сохранил ведущие позиции (более 70% улова), но увеличился вклад более глубоководных равношипного краба и краба-стригуна ангулятуса. Западно-Берингоморская зона демонстрирует снижение уловов синего краба, избегающего вод с отрицательной температурой, и возрастание – более устойчивого к ним краба-стригуна опилио. Столь разноплановая изменчивость состава уловов позволяет сделать вывод, что главным фактором этих перемен является промысловое воздействие – повышенная нагрузка на «основные» для данного промрайона виды приводит к увеличению вклада «второстепенных».

Суммарный вылов крабов в последние годы заметно вырос, а следовательно, увеличились и его ресурсы, в связи с состоянием которых рассчитывается общий допустимый улов. С целью прогнозирования вероятных изменений сырьевой базы крабового промысла следует разобраться в причинах этого явления. Выполненный ранее анализ результатов российского рыболовства на Дальнем Востоке, а также промысла основных видов – минтая, трески и лососей – позволил выдвинуть гипотезу о влиянии глобального потепления на состояние сырьевой базы рыбной промышленности [8].

На наш взгляд, существует насущная необходимость тщательного изучения данного вопроса в целях долгосрочного прогнозирования состояния морских биоресурсов Дальнего Востока России.

Литература

1. Незаконный промысел краба на Дальнем Востоке: история, современное состояние проблемы и пути ее решения: Сборник материалов межведомственного семинара (г. Владивосток, 3 июля 2015 г.). – Владивосток: Центр изучения новых вызовов и угроз национальной безопасности РФ, 2015. – 27 с.
2. Слизкин А.Г., Сафронов С.Г. Промысловые крабы Камчатки. – Петропавловск-Камчатский: Северная Пацифика, 2000. – 142 с.

3. Рыболовство в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2013 г. / Н.П. Антонов, Н.В. Кловач, А.М. Орлов, А.В. Датский, В.А. Лепская, В.В. Кузнецов, А.А. Яржомбек, А.А. Абрамов, Д.О. Алексеев, С.И. Моисеев, Н.А. Евсева, Д.О. Сологуб // Труды ВНИРО. – 2016. – Т. 160. – С. 133–211.

4. Алексеев Д.О., Буяновский А.И., Бизиков В.А. Принципы построения единой стратегии регулирования промысла крабов и крабоидов в морях России // Вопросы рыболовства. – 2017. – Т. 18, № 1. – С. 21–41.

5. Крабы и крабоиды северной части Охотского моря / А.М. Мельник, А.Д. Абаев, А.Г. Васильев, С.В. Клинушкин, Е.А. Метелёв. – Магадан: МагаданНИРО, 2014. – 198 с.

6. Балыкин П.А., Карпенко В.И. Промысловые беспозвоночные животные // Современное состояние экосистемы западной части Берингова моря. – Ростов-на-Дону: ЮНЦ РАН, 2010. – С. 105–118.

7. Федотов П.А., Черниенко И.С. Размерный состав и темпы роста самцов синего краба (*Paralithodes platypus* Brandt, 1850) в российском секторе Берингова моря // Известия ТИНРО. – Владивосток, 2019. – Т. 196. – С. 81–89.

8. Балыкин П.А. Глобальное потепление и российские уловы на Дальнем Востоке // Использование и охрана природных ресурсов России. – 2018. – № 4. – С. 65–77.

УДК 639.2(265.5)"21в."

П.А. Балыкин¹, В.И. Карпенко²

¹ Южный научный центр РАН,
Ростов-на-Дону, 344006
e-mail: balykin.pa@rambler.ru;

² Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003

ДИНАМИКА РОССИЙСКИХ УЛОВОВ МИНТАЯ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ МОРЯХ В XXI ВЕКЕ

В работе показана роль минтая в мировом и отечественном рыболовстве. Охарактеризован промысел минтая в дальневосточных водах России по географическим районам (Японское и Охотское моря, воды Курильских островов и восточной Камчатки, западная часть Берингова моря). Для исследования взят период с 2001 по 2019 гг. Высказаны предположения о перспективах российского промысла минтая в ближайшие годы.

Ключевые слова: Дальний Восток России, минтай, промысел, динамика уловов.

P.A. Balykin¹, V.I. Karpenko²

¹ Southern scientific center of the Russian Academy of Sciences,
Rostov-on-Don, 344006
e-mail: balykin.pa@rambler.ru;

² Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003

DYNAMICS OF RUSSIAN POLLOCK CATCHES IN THE FAR EASTERN SEAS IN THE XXI CENTURY

The role of pollock in the world and domestic fisheries is demonstrated in the article. The pollock fishery in the Far Eastern waters of Russia is characterized by geographical areas (the Sea of Japan and the Sea of Okhotsk, the waters of the Kuril Islands and the eastern Kamchatka, the western part of the Bering Sea). The period from 2001 to 2019 was investigated. The suggestions upon prospects of the Russian pollock fishery in future are made.

Key words: the Far East of Russia, pollock, fishing, catch dynamics.

Глобальный объем продукции мирового промышленного рыболовства рос до конца XX в., достигнув к началу нового века 95 млн т. В последующие годы он начал снижаться и в первые десятилетия XXI в. не превышал 93,5 млн т, в том числе в морских водах добывалось более 90% ВБР. Долгое время основным промысловым видом был перуанский анчоус, ежегодная добыча которого составляла от 7,5 до 12,5 млн т, а вторым объектом был минтай, вылов которого в середине 1980-х годов достигал почти 7 млн т.

Среди всех районов рыболовства более четверти мирового вылова рыбы и морепродуктов дает северо-западная часть Тихого океана (район 61), где основным промысловым видом является именно минтай. В 2014 г. он впервые с 1998 г. занял первое место в мировом рыболовстве и аквакультуре [1]. В настоящее время годовая добыча минтая достигает 3,5 млн т (рис. 1). Россия и США являются лидерами по объему его ежегодного вылова (до 90% общей добычи). Российские рыбопромышленные компании ежегодно добывают до 1,75 млн т минтая (рис. 1).

Материалами послужила промысловая отчетность за прошедшие годы XXI столетия, опубликованная в «Обзорах промысловой обстановки на Дальневосточном бассейне», подготавливаемых ТИНРО-центром (ныне – Тихоокеанское отделение ВНИРО, г. Владивосток) в период 2001–2012 гг. и размещаемая на официальном сайте Росрыболовства (форма П-1 «Рыба») за 2013–2019 гг. Значения мировых уловов минтая приводятся по данным ФАО.

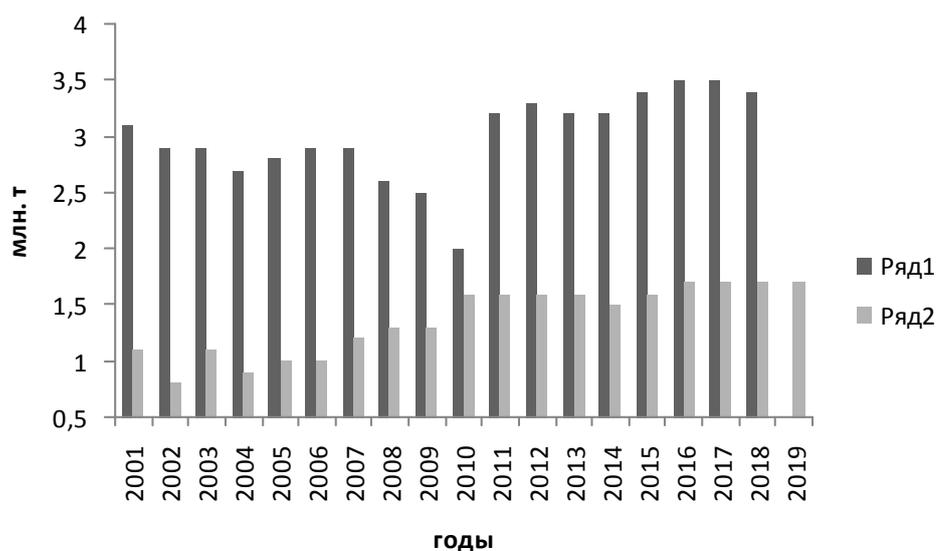


Рис. 1. Мировые (1) и российские (2) уловы минтая (млн т)

Регулирование и управление эксплуатацией водных биоресурсов осуществляется путем разделения акватории, находящейся под юрисдикцией государства или международной организации на участки, именуемые промысловыми районами. Дальневосточная экономическая зона России включает в себя акватории Охотского, Японского и Берингова морей, тихоокеанские воды, омывающие восточную Камчатку и Курильские острова. Ее деление было утверждено Приказом Минрыбхоза СССР № 408 от 09.09.1980 г., и в дальнейшем в него несколько раз вносились изменения. В настоящее время Схема рыбопромыслового районирования Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна включает следующие зоны и подзоны:

67.01 – зона Чукотская, 61.01 – зона Западно-Беринговоморская, 61.02.1 – подзона Карагинская, 61.02.2 – подзона Петропавловско-Командорская, 61.03.1 – подзона Тихоокеанская (Северо-Курильская зона), 61.03.2 – подзона Охотоморская (Северо-Курильская зона), 61.04.1 – подзона Тихоокеанская (Южно-Курильская зона), 61.04.2 – подзона Охотоморская (Южно-Курильская зона), 61.05.1 – подзона Северо-Охотоморская, 61.05.2 – подзона Западно-Камчатская, 61.05.3 – подзона Восточно-Сахалинская, 61.05.4 – подзона Камчатско-Курильская, 61.06.1 – подзона Приморья (зона Японское море), 61.06.2 – подзона Западно-Сахалинская (зона Японское море) [2].

Эти акватории обычно обеспечивают почти 70% ежегодной российской добычи водных биоресурсов, в 2017–2019 гг. вылов составил 3,1–3,4 млн т. Российский промысел минтая осуществляется на протяжении всей экономической зоны в северо-западной части Тихого океана – от южных подзон Японского моря (Приморье, Западно-Сахалинская) до северных в Беринговом море. Промысловая значимость разных акваторий неодинакова. Для целей настоящего исследования нами выделены следующие акватории: Японское, Охотское моря, воды Курильских островов (тихоокеанские и охотоморские), тихоокеанские воды восточной Камчатки (подзона Петропавловско-Командорская) и западная часть Берингова моря (подзона Карагинская и зона Западно-Беринговоморская). В целом это соответствует популяционной организации минтая, предложенной В.П. Шунтовым с соавторами (1993) [3], которая представлена в виде трех основных систем – Берингова, Охотского и Японского морей с сопредельными тихоокеанскими водами. Вклад перечисленных районов в суммарный ежегодный российский объем вылова минтая в 2001–2019 гг. показал, что основными районами его промысла являются Охотское море и западная часть Берингова моря, дающие более 85% добычи этого вида (таблица).

Доля добычи минтая в разных промрайонах в суммарном улове за 2001–2019 гг. (%)

| Район | Японское море | Воды Курильских о-вов | Охотское море | Воды восточной Камчатки | Берингово море |
|---------|---------------|-----------------------|---------------|-------------------------|----------------|
| Доля, % | 0,5 | 8,3 | 58,7 | 4,7 | 27,8 |

С начала XXI в. среднегодовой объем добычи минтая увеличился в 1,7 раза, но динамика величины и доли в отдельных промысловых районах изменялась значительно по 5-летиям (рис. 2). Так, в рассматриваемый период уловы минтая возросли в водах Охотского моря, Курильских островов и восточной Камчатки, а в Японском море и на западе Берингова моря остались примерно на том же уровне. Добыча минтая в Охотском море увеличилась почти вдвое, в прикурильских водах – более чем в семь раз, в прикамчатских водах – выше чем в четыре раза. Рост вылова минтая в Охотском море, начиная с 2015 г., был отмечен ранее [2]. Так, в Охотском море в текущем столетии (до 2015 г.) увеличилось и число промысловых усилий (судосуток), и улов на усилие, тогда как у восточной Камчатки и Северных Курил количество судосуток промысла не возросло, но увеличился улов на усилие, а в западной части Берингова моря значение этих показателей не изменилось вовсе [2]. Поскольку улов на усилие – индикатор состояния промысловых запасов рыб, следует признать, что запасы минтая в Охотском море, водах Курильских островов и восточной Камчатки в исследуемый период возросли, и согласиться с выводом о том, что современное глобальное потепление благоприятно отразилось на состоянии и устойчивости сырьевой базы российского рыболовства в дальневосточных морях [4].

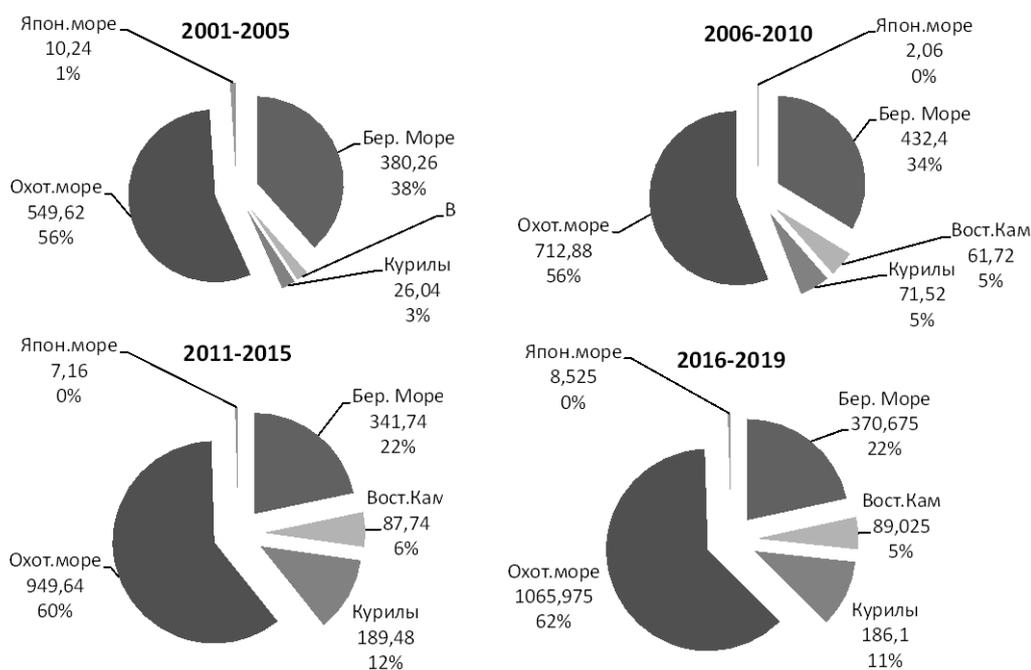


Рис. 2. Средние уловы минтая (тыс. т) и их доля (%) в разных промрайонах в суммарном его вылове в указанный период

Отдельно необходимо рассмотреть промысел минтая в зоне Чукотская, которая включает воды вдоль Чукотского побережья вплоть до границы между акваториями российской и американской юрисдикции. Ежегодный вылов минтая в этом секторе в 2008–2019 гг. изменялся от 1,8 до 5,3 тыс. т (рис. 3). Следует отметить, что за последние два года уловы минтая уменьшились более чем в два раза. Является ли этот факт свидетельством сокращения ресурсов минтая или причиной является снижение промысловой активности, можно в определенной степени разобраться при использовании информации о результатах последних научных исследований.

В частности, в 2019 г. была осуществлена самая масштабная на сегодняшний день трансарктическая экспедиция на научно-исследовательском судне «Профессор Леванидов», в ходе которой были обследованы акватории арктических морей от г. Анадыря до г. Мурманска. Так, отмечен значительный рост численности промысловых рыб в Чукотском море. По предварительным оценкам, количество минтая по сравнению со съемкой 2018 г. возросло здесь более чем в 50 раз, а биомасса крупных рыб этого вида составила 890 тыс. т [5]. Согласно документу «Общий допустимый улов... в 2021 г. по сравнению с 2020 г.», в 2021 г. в зоне Чукотская разрешено добыть 5 тыс. т минтая, а в Чукотском море – даже 37,2 тыс. т [6].

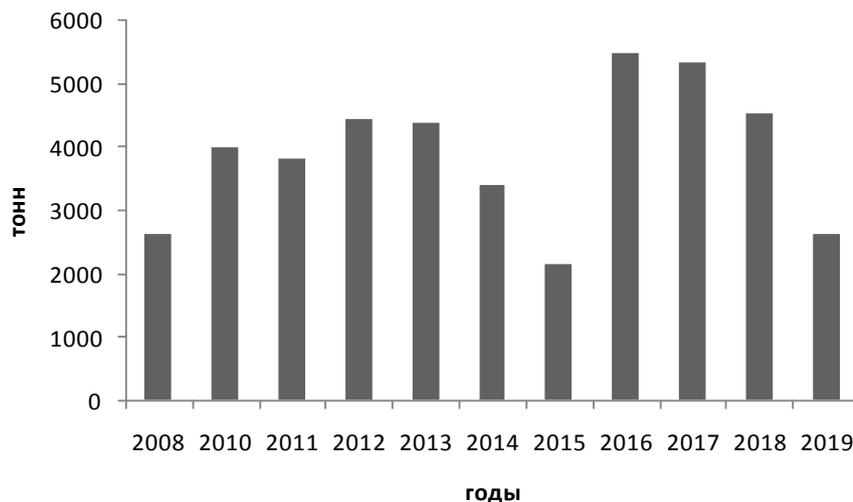


Рис. 3. Уловы минтая в зоне Чукотская (тонн)

По мнению Е.Е. Овсянникова, заведующего лабораторией минтая и сельди Тихоокеанского филиала ВНИРО, ближайшие перспективы промысла минтая в основных районах промысла – в Охотском и Беринговом морях – оцениваются на уровне выше среднего. Тем не менее с 2023–2024 гг. в Охотском море может начаться снижение промыслового запаса минтая, что приведет к сокращению вылова. В северо-западной части Берингова моря снижения ресурсов минтая не произойдет, и здесь можно будет в эти годы, как и сейчас, вылавливать около 400 тыс. т этого вида [7].

Таким образом, поскольку 62% минтая добывается российскими рыбаками в Охотском море, наиболее вероятным представляется снижение суммарной добычи этой рыбы в ближайшие годы. В целом это согласуется с перспективным прогнозом вылова других основных промысловых рыб Северной Пацифики – тихоокеанской сельди и лососей, для которых также некоторые исследователи ожидают снижения ежегодного вылова.

Литература

1. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры. Вклад в обеспечение всеобщей продовольственной безопасности и питания. – Рим: ФАО, 2016. – 216 с.
2. Варкентин А.И., Сергеева Н.П. Промысел минтая (*Theragra chalcogramma*) в прикамчатских водах в 2003–2015 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Петропавловск-Камчатский, 2017. – Вып. 47. – С. 5–45.
3. Минтай в экосистемах дальневосточных морей / В.П. Шунтов, А.Ф. Волков, О.С. Темных, Е.П. Дулепова. – Владивосток: ТИНРО, 1993. – 426 с.
4. Шунтов В.П., Иванов О.А. Климатические изменения и современное состояние биоты российских вод дальневосточных морей // Известия ТИНРО. – Владивосток, 2019. – Т. 197. – С. 83–107.
5. Рыбохозяйственные исследования в Чукотском море на НИС «Профессор Леванидов» в августе 2019 г.: некоторые предварительные результаты // Труды ВНИРО / А.М. Орлов, А.Н. Бензик, Е.В. Ведищева, С.В. Гафицкий, К.М. Горбатенко, С.В. Горянина, В.Л. Зубаревич, К.В. Кодрян, М.А. Носов, С.Ю. Орлова, А.П. Педченко, М.О. Рыбаков, А.М. Соколов, А.А. Сомов, С.Н. Субботин, М.Ю. Таптыгин, Ю.Л. Фирсов, А.С. Хлебородов, В.Г. Чикилев. – 2019. – Т. 178. – С. 206–220.
6. Общий допустимый улов водных биоресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации, территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации, в Каспийском море, а также в озере Байкал с впадающими реками, на 2021 год в сравнении с 2020 годом [Электронный ресурс]. – URL: <http://azniirkh.vniro.ru/category/materialyi-odu/> (дата обращения: 06.03.21).
7. Как в ОДУ глядели [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.eastrussia.ru/material/kak-v-odu-glyadeli/> (дата обращения: 06.03.21).

УДК 597.552.511(268.45)

С.И. Долотов

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

**ДИНАМИКА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПОПУЛЯЦИИ АТЛАНТИЧЕСКОГО ЛОСОСЯ
SALMO SALAR L. РЕКИ БЕЛОУСИХА (БАССЕЙН БАРЕНЦЕВА МОРЯ)
ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОЙ ДЕПРЕССИИ ЧИСЛЕННОСТИ**

Воспроизводство атлантического лосося р. Белоусиха в 2009–2020 гг. формировалось на фоне значительного снижения вылова нерестовых мигрантов, обусловленного усилением охраны от нелегального лова и замены любительского рыболовства с изъятием на лов по принципу «поймал – отпустил». Характер изменений численности молоди в этот период указывает на несомненное наличие положительных тенденций и в то же время на незавершенность процесса восстановления популяции семги спустя 12 лет после радикальной смены приоритетов в эксплуатации запаса.

Ключевые слова: легальное и нелегальное рыболовство, атлантический лосось, сеголетки, пестрятки, численность.

S.I. Dolotov

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

**DYNAMICS OF ATLANTIC SALMON *SALMO SALAR* L. POPULATION RECOVERY
IN THE BELOUSIHA RIVER (THE BASIN OF THE BARENTS SEA)
AFTER A LONG DEPRESSION OF ABUNDANCE**

The population of Atlantic salmon in the Belousiha River in 2009-2020 existed in the conditions of a significant decrease in the adult fish catch, which occurred due to increased protection from illegal fishing and the development of caught-released angling. The nature of changes in the juveniles number during this period indicates the undoubted presence of positive trends and, at the same time, the incompleteness of the process of salmon population restoring in 12 years after a radical change in priorities in the operation of the stock.

Key words: legal and illegal fishing, Atlantic salmon, fry, parr, abundance.

Атлантический лосось (семга) является одним из ценных видов рыб, обитающих в водных системах северо-запада и севера европейской части России. Нарушение среды обитания, распространение болезней, нерациональная эксплуатация запасов привели к заметному сокращению его численности. В качестве одной из главных причин формирования этих негативных процессов рассматривается нелегальный вылов лососей непосредственно в речных системах. Усиление их охраны, в том числе за счет развития организованного любительского рыболовства, проводимого преимущественно с выпуском пойманных рыб, рассматривается в качестве наиболее действенной меры, направленной на стабилизацию и рост запасов семги [1]. При этом вопрос о возможных сроках восстановления ее численности даже в условиях резкого снижения рыболовной нагрузки остается открытым. В этой связи практический интерес представляет изучение динамики воспроизводства лососевых популяций, существовавших в условиях различной интенсивности охраны от браконьерства и радикальной смены приоритетов в любительском рыболовстве. Одной из них является популяция семги р. Белоусиха, данные по численности и эксплуатации запаса которой обсуждаются в настоящей работе.

Объектом исследования являлась популяция атлантического лосося р. Белоусиха, расположенной в центральной части баренцевоморского побережья Мурманской области. Река вытекает из оз. Тирьявр и впадает в эстуарий р. Воронья (рис. 1).



Рис. 1. Схема р. Белоусиха с обозначением станций электролова.
Красным пунктиром обозначено распространение семги

Магистральный водоток р. Воронья с 1970-х г. утратил значение для воспроизводства семги вследствие зарегулирования. Район ее нижнего течения, в том числе водосбор р. Белоусиха, до конца 1960-х г. характеризовался труднодоступностью и отсутствием постоянного населения.

Численность сеголеток семги определялась в 2009–2020 гг. по результатам облова электроловильным аппаратом контрольных участков, расположенных в среднем течении отрезка реки, осваиваемого семгой. Работы проводились ежегодно в сентябре. Участки облавливались трехкратно. При каждом облове визуально определялось количество сеголеток (молодь в возрасте 0+) и пестряток (возраст 1+ и старше). Численность рыб рассчитывалась по методу удаления [2]. Динамика ее межгодовых изменений анализировалась с применением функции скользящего среднего с трехлетними периодами сглаживания [3].

В качестве критериев оценки состояния воспроизводства семги принимались изменения количества ее разновозрастной молоди. Известно, что численность сеголеток может рассматриваться как показатель эффективности нереста в предшествующий год [4]. Количество пестряток более 40 экз/100 м² соответствует благополучному ходу воспроизводства. Нахождение его значений в диапазоне 20,1–40 экз/100 м² указывает на удовлетворительное состояние запасов при их неполном соответствии потенциально возможной величине. Численность в границах 10,1–20 экз/100 м² говорит об неудовлетворительном воспроизводстве [5]. Количество, приближающееся к 100 экз/100 м² или несколько превышающее этот предел, признается близким к возможному максимуму численности [4, 6, 7]. На основании собственных данных уровень 10 экз/100 м² и меньшие значения численности рассматриваются в качестве свидетельства критического состояния воспроизводства.

Характеристика рыболовства приводится на основании собственной информации, собранной при полевых работах, архивных данных официальной статистики и отчетов о вылове, публикуемых пользователем рыболовного участка на р. Белоусиха, предоставляемого для организации любительского рыболовства [8].

Условия обитания и численность семги. Экологическая ситуация в бассейнах р. Белоусиха и соседних водных систем характеризуется практически полной сохранностью исторически сложившихся экосистем и ландшафтов, а также отсутствием источников масштабного загрязнения окружающей среды. Семга осваивает р. Белоусиха на протяжении 15 км от устья, до истока из оз. Перхьявр (см. рис. 1). Площадь ее нерестово-выростного фонда оценивается в 9,9 га [9].

Судить о количестве заходивших в данную реку нерестовых мигрантов можно только по результатам их прямого подсчета на рыбоучетном заграждении в 60-х г. прошлого века, когда в течение двух сезонов было учтено 180 и 400 экз. [10]. Потенциальную численность нерестового стада семги этой реки можно оценить на основании возврата лососей в другие баренцевомор-

ские реки Мурманской области, среди которых наиболее качественный учет нерестовых мигрантов производился на р. Тулома. Известно, что их возврат в эту водную систему изменялся в пределах 11,7–52,1 экз/га при среднемноголетней величине 26,4 экз/га [11]. Аппроксимируя эти данные на имеющуюся в р. Белоусиха нерестово-выростную площадь, получаем возможные границы изменения численности нерестового стада семги – 115–515 экз., при среднемноголетней величине 260 экз.

Количество сеголеток в 2009 и 2010 г. составляло 4,9 и 7 экз/100 м² соответственно. С 2011 по 2018 г. оно варьировало в пределах от 30 до 123,9 экз/100 м². Максимальные значения – 313,3 и 169,7 экз/100 м² – были отмечены в 2019 и 2020 г. соответственно. В целом за 2009–2020 гг. динамика изменений численности сеголеток характеризовалась наличием тенденции к росту, наиболее выраженной в конце этого периода (рис. 2).

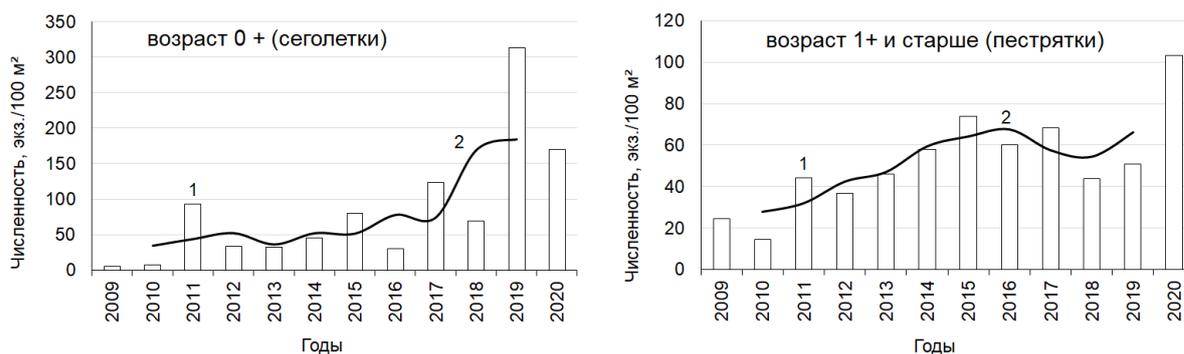


Рис. 2. Численность молоди семги на контрольных участках в р. Белоусиха в 2009–2020 гг.:
1 – ежегодные значения, 2 – график функции скользящего среднего

Количество пестряток в 2009 и 2010 гг. составляло 24,5 и 14,6 экз/100 м² соответственно. В следующие три года оно изменялось от 36,8 до 45,9 экз/100 м². В 2014–2017 гг. их численность не опускалась ниже 58 экз/100 м², а ее максимум достигал 73,9 экз/100 м². В 2018 и 2019 г. количество рыб было несколько ниже, чем в 2014–2017 гг., однако значительно превышало уровень 40 экз/100 м². В 2020 г. численность была максимальной за период наблюдений, достигнув значения 103,3 экз/100 м². В целом за 2009–2020 гг. в динамике изменений численности пестряток прослеживалась тенденция к постепенному увеличению (рис. 2).

Характеристика рыболовства. Промышленный лов семги непосредственно в р. Белоусиха не проводился. Нелегальный лов стал регулярным явлением с конца 1960-х г. в связи с прокладкой дорог в нижнем течении р. Воронья, сделавшей водоемы этого района доступными для посещения рыбаками. До начала 1990-х г. негативное воздействие нелегального лова на воспроизводство семги в значительной степени нивелировалось за счет эффективной рыбоохраны. С последнего десятилетия XX в. масштабы браконьерства на реках Мурманской области значительно возросли. Как следствие, уже в начале XXI в. нелегальное изъятие семги даже в протяженных водных системах могло достигать 70% [12–14]. Река Белоусиха в силу незначительной длины и высокой доступности также не могла стать исключением. Здесь активно проводился лов спиннингами и сетями. Популярность получила подводная охота, эффективность которой была обусловлена мелководностью реки, при заходе в которую лососи вынуждены скапливаться в многочисленных неглубоких ямах. Бесконтрольному развитию незаконного лова в этот период способствовало значительное снижение интенсивности рыбоохранных мероприятий. Ситуация изменилась с 2009 г., когда река была выделена под рыболовный участок, предназначенный для организации любительского рыболовства. Его пользователем была организована охрана всего лососевого участка реки. Уже в первые годы ее интенсивность была доведена до уровня, при котором браконьерство стало заведомо невыгодным занятием.

Разрешенный любительский лов семги открыт на р. Белоусиха с 1972 г. До 1992 г. он проводился только по разрешениям, дающим право на рыбалку в течение 6 часов с изъятием 1 лосося. С 1993 г. стал возможен и лов по разрешениям с выпуском пойманных рыб, но вплоть до 2008 г. он так и не приобрел широкой популярности среди рыбаков. С 2009 г. лов семги проводится почти исключительно по принципу «поймал – отпустил».

Воздействие рыболовства на репродуктивную часть популяции семги. До 1992 г. какие-либо данные о величине вылова с изъятием лососей отсутствуют. В 1993–2005 гг. он изменялся от 15 до 162 экз. (рис. 3) при среднемноголетней величине 69 экз. в год.

Информации о количестве выловленных в 2006–2008 гг. экземпляров семги нет. Данные о вылове по принципу «поймал – отпустил» с 2009 по 2014 г. также отсутствуют. В 2015–2020 гг. вылов варьировал от 134 до 314 экз. (рис. 3). В среднем за этот период вылавливалось 203 экз. в год.

На основании представленных выше данных можно судить об интенсивности воздействия рыболовства на репродуктивную часть популяции семги. Так, в 1993–2005 гг. вылов нерестовых мигрантов при любительском лове с изъятием составлял в среднем 69 экз., что соответствует 26% среднемноголетней потенциальной величины нерестового стада. С учетом нелегального вылова, который даже в обширных водных системах может достигать 70%, ежегодное изъятие семги из р. Белоусиха в этот период как минимум значительно превышало половину нерестового стада. Очевидно, что положение не улучшилось и в 2006–2008 гг., поскольку ситуация с охраной, любительским и нелегальным ловом оставалась неизменной.

С 2009 г. любительский лов с изъятием был прекращен. В течение первых лет в результате усиливающейся охраны реки нелегальный вылов сократился до минимума. Воздействие на численность лосося стал оказывать только любительский лов с выпуском рыб, средний вылов при котором за 2015–2020 гг. составил 203 экз. При этом рыболовстве величина отсроченной смертности семги после выпуска в реку не превышает 10% [15]. Исходя из этого, средний ущерб от лова по принципу «поймал – отпустил» оценивается на уровне 20 экз. в год, или менее 8% от потенциальной средней численности нерестового стада.

Динамика восстановления популяции семги. Малочисленность рыб возрастной группы 0+ в 2009 и 2010 г. свидетельствует о неэффективности нереста в 2008 и 2009 г., обусловленной низкой численностью популяции, сформировавшейся под воздействием многолетнего изъятия более половины производителей и, возможно, недостаточностью мер по охране рыболовного участка в первые годы его существования. Умеренное увеличение количества сеголеток в 2011–2018 гг. указывает на постепенный рост численности нерестовых мигрантов в период 2010–2017 гг. Выраженный подъем числа молодежи этой возрастной группы в 2019 и 2020 г. обусловлен значительным увеличением количества производителей в 2018 и 2019 г.

Изменения численности пестряток также указывают на положительные сдвиги в ходе воспроизводства семги. В 2009–2010 гг. оно имело характер, близкий к неудовлетворительному. Однако уже в 2011–2020 гг. темпы воспроизводства значительно возросли. Так, большинство значений численности в этот период соответствуют значительной величине запаса. Кроме того, в 2020 г. количество пестряток приблизилось к возможному максимуму. Следует отметить, что в популяциях семги с высокими темпами воспроизводства, сохраняющимися на протяжении длительного времени, периодические подъемы численности пестряток к предельному уровню являются нормой. В нашем случае такой всплеск их количества отмечен только один раз за весь период наблюдений, и лишь 12 лет спустя с начала радикальных положительных изменений ситуации с нелегальным и любительским рыболовством. Это говорит о незавершенности процесса восстановления популяции семги р. Белоусиха после продолжительной депрессии численности, сформировавшейся вследствие длительной нерациональной эксплуатации.

Таким образом, в 2009–2020 гг. воспроизводство семги р. Белоусиха формировалось на фоне значительного снижения изъятия нерестовых мигрантов, обусловленного усилением охраны от нелегального лова и заменой любительского рыболовства с изъятием на лов по принципу «поймал – отпустил». Характер изменений численности молодежи в этот период указывает на наличие выраженных положительных тенденций в ходе воспроизводства и в то же время на незавершенность процесса восстановления рассматриваемой популяции семги спустя 12 лет после изменения приоритетов в эксплуатации запаса.

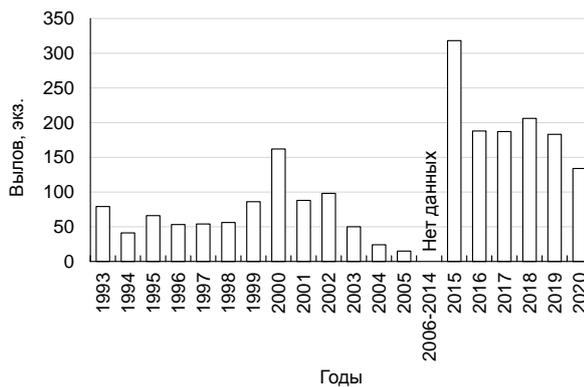


Рис. 3. Вылов производителей семги в р. Белоусиха при любительском лове в 1993–2005 и 2015–2020 гг.

Литература

1. *Зубченко А.В.* Особенности биологии, состояние и управление запасами атлантического лосося (*Salmosalar L.*) Кольского п-ова: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. – Петрозаводск, 2006. – 50 с.
2. *Zippin C.* The removal method of population estimation // *J. of Wildlife Management.* – 1973. – № 22. – Р. 82–90.
3. *Грешилов А.А., Стакун В.А., Стакун А.А.* Математические методы построения прогнозов. – М.: Радиоисвязь, 1997. – 112 с.
4. *Niemelä, E., Julkunen, M. & Erkinaro, J.* Densities of the juvenile Atlantic salmon *Salmosalar L.* in the subarctic Teno River watercourse, northern Finland // *Boreal Env. Res.* – 1999. – № 4. – Р. 125–136. ISSN 1239-6095.
5. *Зубченко А.В., Прусов С.В., Алексеев М.Ю.* Оценка состояния запасов атлантического лосося (*Salmosalar L.*) в реках Мурманской области по данным съемок плотности молоди // XII Съезд Гидробиологического общества при РАН. Тез. докл. Петрозаводск, 16–20 сентября 2019 г. – С. 172–174.
6. *Шустов Ю.А.* Экология молоди атлантического лосося. – Петрозаводск, 1983. – 152 с.
7. Биологические особенности молоди лососёвых рыб в реках Карелии и Кольского полуострова / *Ю.А. Шустов, И.А. Тыркин, И.Л. Щуров, Д.Э. Ивантер, Е.Н. Белякова.* – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2013. – 74 с.
8. Река Белоусиха [Электронный ресурс]. – URL: <http://belousiha.ru/ru/report> (дата обращения: 20.02.2021).
9. *Долотов С.И.* Влияние гидростроительства на условия воспроизводства и численность атлантического лосося *Salmosalar L.* рр. Терiberка и Воронья (Кольский п-ов, бассейн Баренцева моря) // Водные и наземные экосистемы: трофические уровни и проблемы поддержания биоразнообразия: Материалы всерос. конф. с межд. участием. – Вологда, 24–28 ноября 2008 г. – С. 273–276.
10. *Азбелев В.В.* Семга Баренцева моря // Рыбы Мурманской области. – Мурманск: Мурманское книжное изд-во, 1966. – С. 169–176.
11. *Долотов С.И.* Влияние гидростроительства на воспроизводство атлантического лосося р. Тулома // Рыбное хозяйство. – 2007. – № 6. – С. 50–54.
12. *Павлов Д.С., Лупандин А.И., Калюжин С.М.* Миграционное поведение атлантического лосося реки Тулома в условиях зарегулированного стока // Биология, воспроизводство и состояние запасов анадромных и пресноводных рыб Кольского полуострова. – Мурманск: Изд-во ПИНРО, 2005. – С. 150–165.
13. *Алексеев М.Ю., Зубченко А.В., Криксунов Е.А.* Применение имитационного математического моделирования для оценки величины нелегального вылова семги (*Salmo salar*) в реке Умба // Вопросы рыболовства. – 2006. – Т. 7, № 2. – С. 318–325.
14. *Самохвалов И.В., Прусов С.В., Зубченко А.В.* Нелегальный лов атлантического лосося *Salmo salar* в бассейне Нижне-Тулломского водохранилища Мурманской области // Вопросы рыболовства. – 2014. – Т. 15, № 1 (57). – С. 111–117.
15. *Prusov S.V., Kuzmin D.O.* Capture rate of gill-hooked Atlantic salmon in catch and release fishery on some rivers of the Kola Peninsula, Russia // Report of the Working Group on North Atlantic Salmon (WGNAS), 30 March – 8 April, Copenhagen, Denmark: Working Paper, 2009/18.

УДК 639.3:597.552.511

О.В. Зеленников¹, И.В. Плискунов², И.А. Вараксин²

¹ Санкт-Петербургский государственный университет,
Санкт-Петербург, 199034;

² ЗАО «Курильский рыбац»,
с. Рейдово, Сахалинская область, 694535
e-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru

ОСОБЕННОСТИ ВЫРАЩИВАНИЯ МОЛОДИ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA* НА ТЕПЛОВОДНОМ ЗАВОДЕ ПРУДОВОГО ТИПА

Выращивали молодь кеты на тепловодном рыбоводном заводе прудового типа в течение четырех рыбободных циклов; выпуск молоди осуществляли в июне 2017, 2018, 2019 и 2020 годов. Если зародышей в период первой половины эмбрионального развития выращивали при температуре выше 10°C, то наблюдали увеличение гибели молоди на всех этапах эмбрионального, личиночного и малькового периодов. Если температура воды при начале инкубации икры была ниже 8°C, то гибель молоди не превышала 15%, т. е. соответствовала нормативу.

Ключевые слова: Сахалинская область, Итуруп, рыбободный завод, температурный режим, мальки кеты.

O.V. Zelennikov, I.V. Pliskunov, I.A. Varaksin

¹ St. Peterburg State University,
St. Petersburg, 199034;

² CJSC "Kurilskiy Rybak",
Reidovo village, Sakhalin region, 694535
e-mail: oleg_zelennikov@rambler.ru

FEATURES OF CHUM SALMON *ONCORHYNCHUS KETA* YUVENILE GROWING AT THE WARM WATER FISH FARM OF POND TYPE

Young chum salmon were raised at a warm-water pond-type fish farm for four fish-breeding cycles; juveniles were released in June 2017, 2018, 2019 and 2020. If embryos during the first half of embryonic development were grown at temperatures above 10°C, then an increase in the death of juveniles was observed at all stages of the embryonic, larval and fry periods. If the water temperature at the beginning of the incubation of eggs was below 8°C, then the death of fry did not exceed 15%, i.e. corresponded to the standard.

Key words: Sakhalin region, Iturup, fish farm, temperature regime, chum salmon fry.

Тихоокеанский лосось кета *Oncorhynchus keta* Walbaum наряду с горбушей является главным объектом заводского выращивания как в Сахалинской области [1], так и в Северной Пацифике в целом [2]. И если условия выращивания молоди горбуши на лососевых рыбободных заводах (ЛРЗ) в Сахалинской области являются сравнительно сходными [3, 4], то условия выращивания молоди кеты на разных предприятиях различаются принципиально [5]. Среди этих заводов есть сравнительно холодноводные предприятия, изначально предназначенные для воспроизводства молоди горбуши, например, такие как ЛРЗ «Лесной», «Анивский» или «Урожайный» [5], и, напротив, есть тепловодные заводы, работающие с использованием большого объема грунтовых вод, например, ЛРЗ «Охотский» [6] или «Бухта Оля» [7]. Но наиболее тепловодным предприятием в Сахалинской области является ЛРЗ «Янкито» на острове Итуруп. Однако в ходе выращивания на нем молоди кеты специалисты заметили увеличения отхода, особенно в периоды инкубации икры и выдерживания личинок, когда численность погибших особей наиболее трудно подсчитать.

С учетом возникших предположений цель работы – проанализировать условия воспроизводства кеты на ЛРЗ «Янкито» в связи с возможным сверхнормативным отходом молоди.

Перед тем как представить полученные данные, отметим, что ЛРЗ «Янкито» – это не только самый тепловодный лососевый завод в Сахалинской области, но также и первый лососевый рыбоводный завод прудового типа, который полноценно был введен в эксплуатацию к 2016 г. На заводе такой конструкции инкубация икры и выдерживание зародышей после их вылупления осуществляется в гравийных аппаратах, а кормление мальков – в общем пруду под открытым небом. В сезоне 2016–2017 гг. температура воды в начальный период инкубации икры была чуть выше 10°C, в дальнейшем изменялась незначительно и начала заметно варьировать уже только в период кормления молоди (рис. 1, А). В результате выращивания при таком режиме общий инкубационный отход составил около 25%. Образование локальных заморных зон указывало на то, что причиной повышенного отхода могло быть неравномерное водоснабжение. И именно на улучшение водообмена были направлены первоначальные усилия рыбоводов.

Однако причину сверхнормативного отхода удалось выявить в следующем рыбоводном цикле 2017–2018 гг. Дело в том, что в 2017 г. была крайне малорыбная путина, в ходе которой, во-первых, план был взят не в полном объеме, а во-вторых, впервые на ЛРЗ «Янкито» завезли партию икры с другого предприятия – ЛРЗ «Бухта Оля», причем не перед началом инкубации, а на стадии глазка после выборки отхода.

В результате в партиях икры, которые изначально инкубировали на ЛРЗ «Янкито», отход до выборки первоначального отхода составил около 17%. Но главное – отход в этих партиях продолжался и после выборки и до вылупления зародышей составил еще около 5%. Отход в партиях икры, перевезенных с ЛРЗ «Бухта Оля», после выборки составил всего 0,4%. Такое сравнение заставило обратить внимание не на динамику водообмена, а на температурный режим и именно в сравнительно высокой температуре искать причину повышенной гибели зародышей.

С учетом выявленных наблюдений в сезоне 2018–2019 гг. на ЛРЗ «Янкито» инкубировали лишь небольшую партию икры – 3,1 млн шт., тогда как большую часть икры инкубировали на других, более холодноводных предприятиях: на ЛРЗ «Курильский» – 14,6 млн шт., на ЛРЗ «Китовый» – 5,5 млн. Температура воды при инкубации икры на этих заводах была сходной и с 8°C в начале инкубации постепенно понизилась до 2°C к моменту выборки отхода (рис. 1, Б).

То, что на ЛРЗ «Янкито» была заложена сравнительно небольшая партия икры, позволило подать для ее инкубации воду холодного ручья, которая в ограниченном объеме есть на заводе. В результате температура воды при инкубации икры – в среднем около 7°C (рис. 1, Б) – хоть и была выше, чем на двух других заводах, но значительно ниже, чем в двух предыдущих циклах на самом ЛРЗ «Янкито».

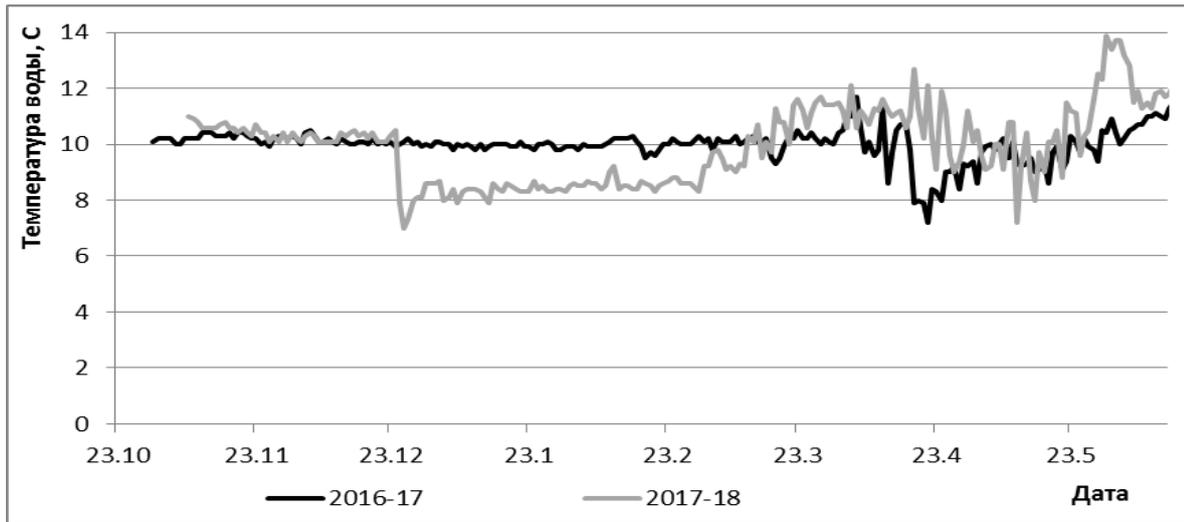
В итоге отход в разных партиях до выборки на всех трех заводах был сходный и составил от 4 до 6%. Отход после выборки икры и до вылупления зародышей был единичным; после вылупления и до начала кормления – в среднем 6% и в период кормления – 1%. Таким образом, при выращивании молоди кеты на ЛРЗ «Янкито» был получен нормативный отход зародышей, личинок и мальков на всех этапах рыбоводного цикла.

Успешный опыт выращивания молоди кеты был практически в том же виде повторен в сезоне 2019–2020 гг. Икру на инкубацию разместили на двух рыбоводных заводах: «Янкито» – 2,4 млн шт. и «Китовый» – 21,1 млн шт. В начале инкубации температура воды на ЛРЗ «Китовый» составила 8,5°C, затем постепенно понизилась до 4,3°C (рис. 1, В). Температура на ЛРЗ «Янкито» была несколько выше, но также последовательно понизилась с 9,5 до 4,5°C.

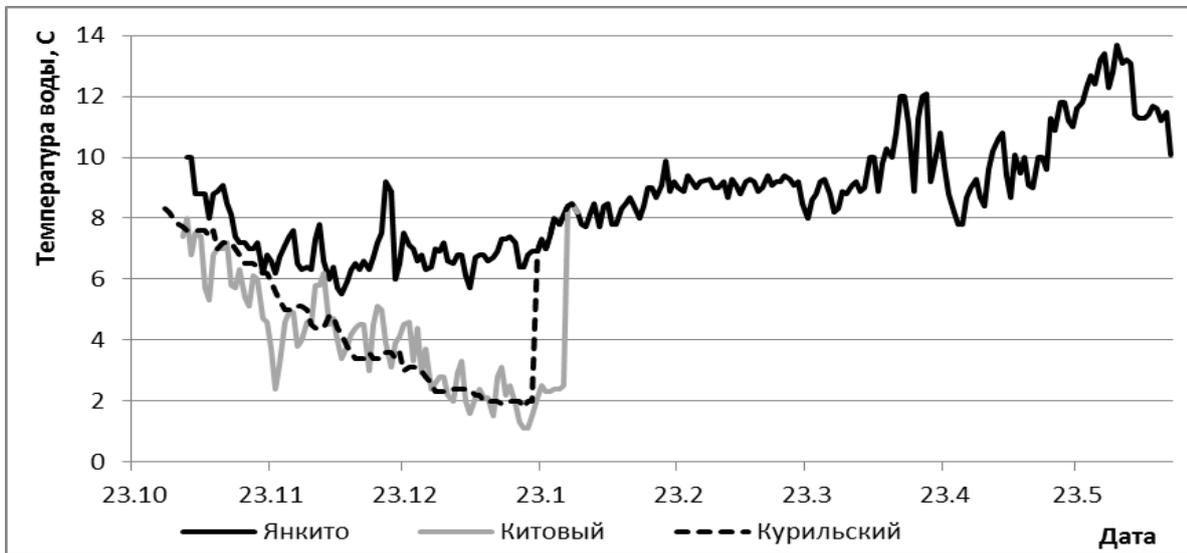
В результате отход зародышей до выборки на обоих заводах был одинаковым и составил 5,5%. Отход после выборки икры и до вылупления зародышей был единичным, а за весь период выращивания до выпуска был равен около 12%.

Таким образом, в процессе инкубации икры при более низкой температуре период от закладки до вылупления, с одной стороны, удлинился на месяц, а с другой стороны, закончился при меньшей сумме градусо-дней – 535,2 и 522,9 в третьем и четвертом циклах (см. таблицу).

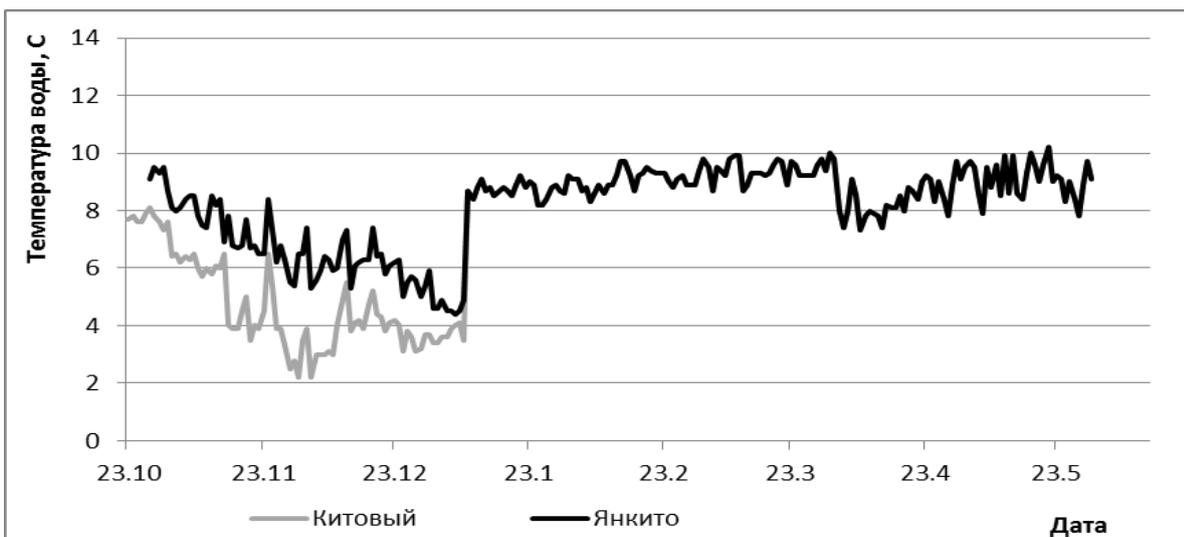
Следует особо подчеркнуть, что инкубация икры при пониженной температуре никак не сказалась на рыбоводно-биологической характеристике выпущенной молоди. Так, по итогам двух первых рыбоводных циклов молодь выпускали в среднем 10 июня при массе тела 1 595,1 мг, а по итогам двух последних циклов молодь в среднем также выпустили 10 июня, но при большей массе тела – 1 811,3 мг (см. таблицу). Таким образом, рыбоводам в полной мере удалось сохранить тепловодные характеристики завода «Янкито», ведь интенсивный соматический рост молоди начинается в период ее кормления [6].



А



Б



В

Рис. 1. Температура воды при выращивании молоди кеты на ЛРЗ «Янкито», в цикле 2016–2017 и 2017–2018 (А), на ЛРЗ «Янкито», «Китовый» и «Курильский» в цикле 2018–2019 (Б), на ЛРЗ «Янкито» и «Китовый» в цикле 2019–2020 (В)

Характеристика молоди кеты первой (перв.), средней (сред.), последней (посл.) партий, а также усредненные данные при ее выращивании на ЛРЗ «Янкито»

| Закладка | | Вылупление | | | Начало кормления | | | Выпуск молоди | | |
|-----------------------|--------------|--------------|-------------------|--------------|------------------|----------------------|--------------|---------------|----------------------|----------------|
| Партия | Дата | Дата | Гр. дни / сут | Масса, мг | Дата | Гр. дни / сут | Масса, мг | Дата | Гр. дни / сут | Масса, мг |
| 2016–2017 годы | | | | | | | | | | |
| Перв. | 31.10 | 02.12 | 650,2 / 64 | 248,0 | 11.03 | 1 329,1 / 132 | 333,0 | 07–15.06 | 2 179,9 / 220 | 1 607,2 |
| Сред. | 05.11 | 08.01 | 659,1 / 65 | 249,7 | 21.03 | 1 377,3 / 137 | 339,0 | | – | |
| Посл. | 21.11 | 23.01 | 643,9 / 64 | 250,3 | 31.03 | 1 315,3 / 131 | 346,0 | | 2 061,5 / 207 | |
| = | 08.11 | 31.12 | 651,4 / 64 | 249,3 | 21.03 | 1 340,6 / 133 | 339,3 | 10.06 | 2 097,7 / 214 | 1 607,2 |
| 2017–2018 годы | | | | | | | | | | |
| Перв. | 08.11 | 12.01 | 642,6 / 66 | 257,6 | 12.03 | 1 154,6 / 125 | 399,0 | 10–11.06 | 2 127,6 / 215 | 1 583,0 |
| Сред. | 13.11 | 17.01 | 630,0 / 66 | 250,9 | 15.03 | 1 128,1 / 123 | 390,0 | | – | |
| Посл. | 24.11 | 26.01 | 589,6 / 64 | 253,2 | 19.03 | 1 052,0 / 116 | 383,0 | | 1 963,7 / 200 | |
| = | 15.11 | 18.01 | 620,7 / 65 | 253,9 | 15.03 | 1 111,6 / 121 | 390,7 | 10.06 | 2 045,7 / 208 | 1 583,0 |
| 2018–2019 годы | | | | | | | | | | |
| Перв. | 30.10 | 07.02 | 506,3 / 101 | 248,6 | 01.04 | 978,6 / 154 | 325,0 | 13–20.06 | 1 752,6 / 227 | 2 194,2 |
| Сред. | 01.11 | 13.02 | 539,6 / 105 | 257,3 | 03.04 | 981,6 / 154 | 320,0 | | – | |
| Посл. | 04.11 | 21.01 | 559,8 / 79 | 253,0 | 12.03 | 984,9 / 129 | 374,0 | | 1 993,1 / 225 | |
| = | 01.11 | 03.02 | 535,2 / 95 | 253,0 | 20.03 | 981,7 / 146 | 339,7 | 16.06 | 1 872,9 / 226 | 2 194,2 |
| 2019–2020 годы | | | | | | | | | | |
| Перв. | 23.10 | 24.01 | 508,8 / 94 | 250,0 | 24.03 | 981,3 / 147 | 409,0 | 01–08.06 | 1 686,9 / 223 | 1 428,4 |
| Сред. | 25.10 | 26.01 | 509,7 / 94 | 248,2 | 28.03 | 952,6 / 144 | 403,0 | | – | |
| Посл. | 28.10 | 16.01 | 548,1 / 81 | 249,8 | 12.03 | 956,5 / 148 | 418,0 | | 1 864,2 / 225 | |
| = | 25.10 | 22.01 | 522,2 / 90 | 249,3 | 21.03 | 963,5 / 146 | 410,0 | 04.06 | 1 775,6 / 224 | 1 428,4 |

По совокупности приведенных данных возникает вопрос, возможно ли было своевременно определить причину повышенной гибели зародышей. С одной стороны, хорошо известно, что в индивидуальном развитии зародыша любого вида рыб диапазон толерантности к любому из внешних факторов является самым узким именно в периоды дробления и гастрюляции [8]. Так, в федеральном селекционно-генетическом центре рыбоводства «Ропша» при выращивании радужной форели при температуре 20–21°C от вылупления до полового созревания было установлено, что самая высокая температура воды, при которой отход зародышей в период дробления был близок к нормативному, была равна 12,0°C [9]. Однако радужная форель уже несколько веков является объектом селекции [10]. Применительно к кете было неизвестно, какой должна быть максимально высокая температура в период дробления. Сейчас мы только уверены в том, что максимально высокая температура оказывается выше 9,5°C. Обратит внимание на высокую температуру как главную причину сверхнормативной гибели молоди мешали и наблюдения за рыбой – динамика вытока воды из инкубационных аппаратов, образование заморных зон и др., явно указывали на то, что массовая гибель рыб могла быть связана с особенностями водообмена. Не исключено, и даже вполне вероятно, что обе эти причины – высокая температура и недостаток водообмена действовали одновременно, внося свой вклад в гибель молоди.

Литература

1. Леман В. Н. Смирнов, Б.П. Точилина Т.Г. Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // Труды ВНИРО. – 2015. – Т. 153. – С. 105–120.
2. Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Лососеводство в зарубежных странах северо-тихоокеанского региона // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2011. – Вып. 22. – С. 28–48.

3. Зеленников О.В., Юрчак М.И. Гаметогенез тихоокеанских лососей. 1. Состояние гонад у молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Вопросы ихтиологии. – 2019. – Т. 59, № 6. – С. 741–744.
4. Сравнительная характеристика молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области / О.В. Зеленников, К.А. Проскуряков, Г.С. Рудакова, М.С. Мякишев // Биология моря. – 2020. – Т. 46, № 1. – С. 14–23.
5. Коломыцев В.С., Лапина А.Е., Зеленников О.В. Состояние яичников у молоди кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) осенней и летней рас при ее выращивании на рыбоводных заводах Сахалинской области // Биология моря. – 2018. – Т. 44, № 1. – С. 36–40.
6. Самарский В.Г. Формирование размерного состава молоди кеты и структуры ее чешуи в условиях искусственного воспроизводства: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – М., 2005. – 22 с.
7. Литвиненко А.В., Корнеева Е.И. Опыт выращивания молоди кеты на лососевом рыбноводном заводе «Бухта Оля» // Известия КГТУ. – 2017. – № 44. – С. 28–37.
8. Зеленников О.В. Влияние закисления воды на становление и развитие воспроизводительной системы рыб в раннем онтогенезе: Дис. ... канд. биол. наук. – СПб., 1997. – 220 с.
9. Зеленников О.В., Голод В.М. Гаметогенез радужной форели *Parasalmo mykiss*, выращенной от вылупления до полового созревания при температуре около 20°C // Вопросы ихтиологии. – 2019. – Т. 59, № 1. – С. 68–79.
10. Богерук А.К., Евтихьева Н.Ю., Ильясов Ю.И. Каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ. – М. Агропресс, 2001. – 206 с.

УДК 639.271(265.54)

А.Ч. Ким, Д.М. Ложкин

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

**ПРОМЫСЕЛ И БИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ
CRASSOSTREA GIGAS (THUNBERG, 1793) В ЗАЛИВЕ АНИВА (ОСТРОВ САХАЛИН)**

В работе приведены материалы, касающиеся промысла тихоокеанской устрицы в заливе Анива. Дана сравнительная характеристика пространственного распределения моллюска в бухте Лососей и лагуне Буссе. Оценена величина промыслового запаса и возможного вылова. Рассмотрена размерно-возрастная структура вида.

Ключевые слова: тихоокеанская устрица, бухта Лососей, лагуна Буссе, промысел, запас, размер, возраст.

A.Ch. Kim, D.M. Lozhkin

*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 PACIFIC OYSTER *CRASSOSTREA GIGAS*
(THUNBERG, 1793) IN THE ANIVA BAY (SAKHALIN ISLAND)**

The data on banded fishery of Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) in the Aniva Bay are presented. A comparative characteristic of bivalve spatial distribution is shown in the Salmon Bay and the Busse Lagoon. The value of the commercial stock and available catch were estimated. The size-age structure of the species is described.

Key words: Pacific oyster, the Salmon Bay, the Busse Lagoon, fishery, stock, size, age.

Тихоокеанская устрица *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) – один из наиболее перспективных объектов промысла в прибрежье о. Сахалин. Интенсивная эксплуатация запасов моллюска в сочетании с природными факторами среды в заливе Анива привела к существенному сокращению численности его популяции. Поэтому целью данной работы является анализ промысла и состояния ресурсов устрицы в бух. Лососей и лаг. Буссе (Восточно-Сахалинская подзона) за период с 2010 по 2020 гг.

В основу работы положены материалы, собранные в лаг. Буссе и в бух. Лососей (район с. Песчанское) в 2010–2020 гг. [1–9]. Биологический анализ и промеры выполнены согласно общепринятой в гидробиологии методике [10]. Всего было промерено 4557 особей.

Плотность поселения оценивали с помощью метода площадного учета [11–13]. Запас рассчитывается традиционным методом страт (с выделением зон равновеликих уловов) [14].

Для определения возраста устрицы использовали формулы (1) и (2), выведенные Шпаковой Т.А., Чумаковым Д.Е. [3] для лагуны Буссе и Ким А.Ч., Гон Р.Т. [15] для бухты Лососей:

$$t = \frac{W - 0,3223}{49,961}, \quad (1)$$

где t – возраст устрицы (лет) для лагуны Буссе; W – общая масса тела (г) для каждой особи;

$$t = 1,2251 \sqrt{\frac{W}{14,258}}, \quad (2)$$

где t – возраст устрицы (лет) для бухты Лососей; W – общая масса тела (г) для каждой особи.

Промысел тихоокеанской устрицы сосредоточен в северо-западной части залива Анива – в приливно-отливной зоне бухты Лососей. Сильный промысловый пресс негативно сказался на состоянии популяции. В течение ряда лет наблюдалось переосвоение ресурса (рис. 1). Объемы вылова превышали заявленные квоты в разы. В то же время значения рекомендованного вылова уменьшались. По данным ОМС и СВТУ Росрыболовства, наибольшие величины изъятия были зафиксированы в 2015–2019 гг. (471,4–863,1%).

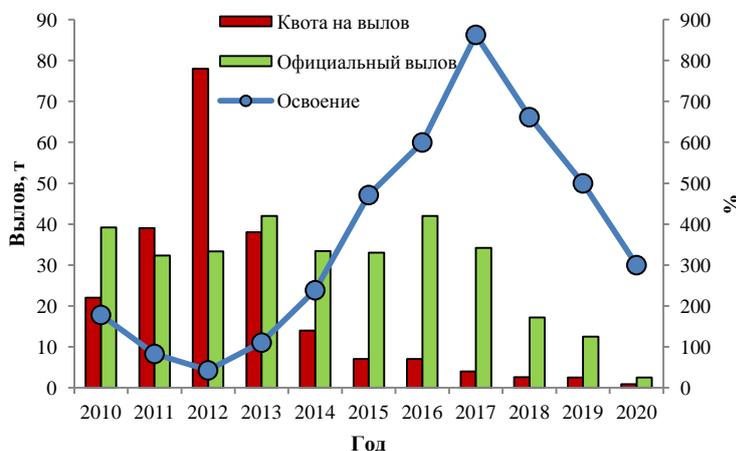


Рис. 1. Промысловая статистика вылова устрицы в Восточно-Сахалинской подзоне

В 2020 г. общий и промысловый запасы в Восточно-Сахалинской подзоне снизились до критического уровня – 55,6 и 8,5 т соответственно (рис. 2). В итоге это привело к прекращению промышленного лова устрицы с 2021 г. Доля промысловых особей (высота раковины от 120 мм и более), вылов которых разрешен согласно Правилам рыболовства, в 2020 г. составила 15% в бух. Лососей и 8% в лаг. Буссе.

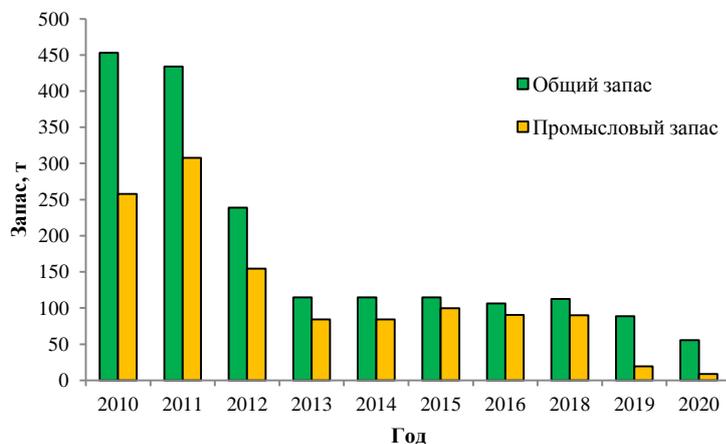


Рис. 2. Динамика общей биомассы и промыслового запаса устрицы в Восточно-Сахалинской подзоне

Как результат – возросший интерес к моллюску повлек за собой изменения в промысловых и биологических показателях. Чрезмерная добыча устрицы прежде всего отразилась на снижении ее численности. На рис. 3 и 4 в качестве сравнительной оценки представлено пространственное распределение локальных группировок исследуемого вида в бух. Лососей и лаг. Буссе. К концу второго десятилетия 2000-х гг. соотношение количества ресурса в обоих районах заметно обеднело. Так, в бух. Лососей основные скопления моллюсков локализованы в юго-восточной части «банки» (рис. 3). Максимальная величина плотности снизилась со 148 экз/м² в 2014 г. до 9 экз/м² в 2019 г. (в 2020 г. – не более 4 экз/м² [16]).

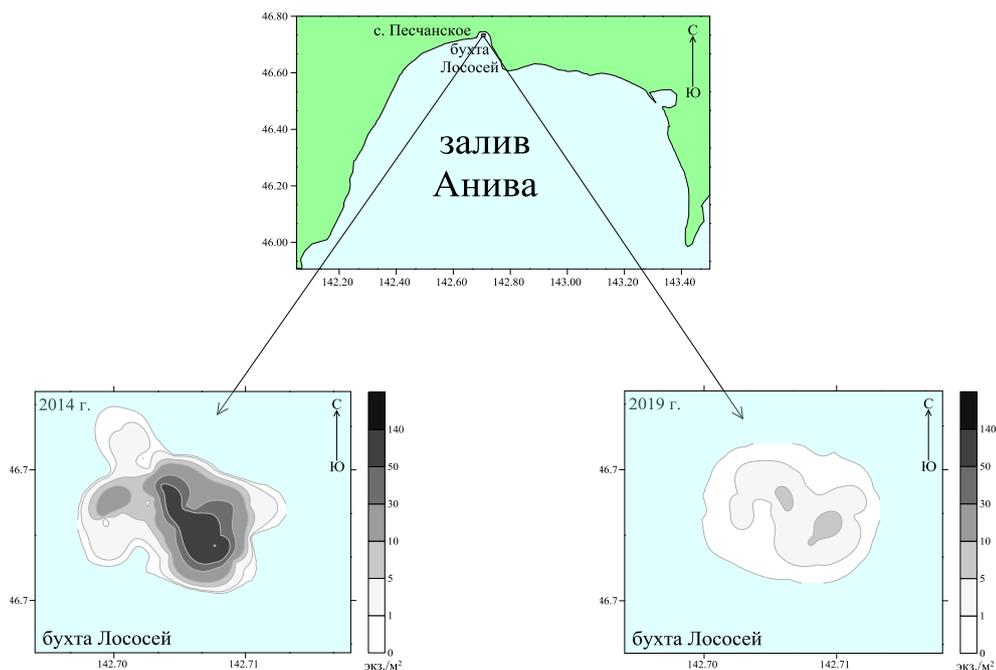


Рис. 3. Пространственное распределение удельной плотности (экз./м²) устрицы в бухте Лососей в 2014 и 2019 гг.

В лаг. Буссе в 2010 г. (и на протяжении нескольких лет – до 2015 г.) основные скопления моллюсков располагались вдоль 2-й протоки (рис. 4). В том же году на левой стороне 1-й косы численность поселений достигла исторического максимума – 488 экз/м². В то же время небольшие скопления формировались на 3-й косе. Необходимо отметить, что данный водоем является природным парком, где промышленный лов запрещен [17]. В туристско-рекреационной зоне допускается любительское рыболовство. К 2019 г. по обеим сторонам 2-й протоки на устричных банках либо встречался сплошной тафоценоз, либо скопления были компактные. На банках, что располагаются вдоль 1-й и 2-й проток, насчитывалось от 3 до 32 экз/м² и от 16 до 28 экз/м² соответственно. Массово устрица стала концентрироваться вдоль 3-й протоки, моллюсков можно было встретить до 284 экз/м².

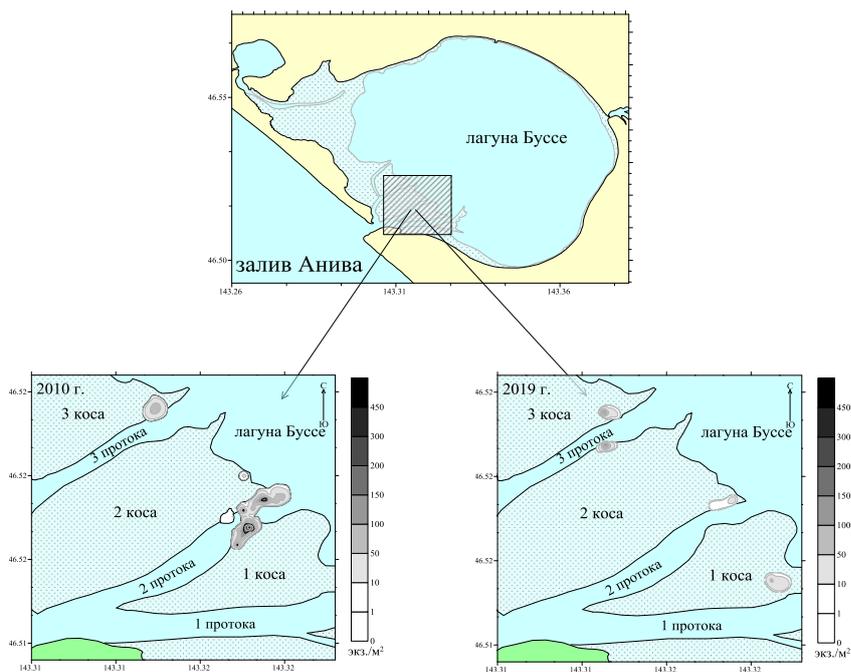


Рис. 4. Пространственное распределение удельной плотности (экз./м²) устрицы в лагуне Буссе в 2010 и 2019 гг.

Из-за регулярного и сверхлимитного изъятия ресурса для восстановления его запаса включаются защитные биологические механизмы. Прежде всего это касается размерного состава моллюска. В обоих районах перестройка доминирующих особей происходила на протяжении всего исследуемого периода. Для примера взяты два года, как для бух. Лососей (рис. 5, а), так и для лаг. Буссе (рис. 5, б). Размерные кривые в 2013 г. в лаг. Буссе и в 2015 г. в бух. Лососей сходны между собой наличием одной и той же четко выраженной моды, которая к 2020 г. переместилась в сторону меньших (непромысловых) размеров раковины.

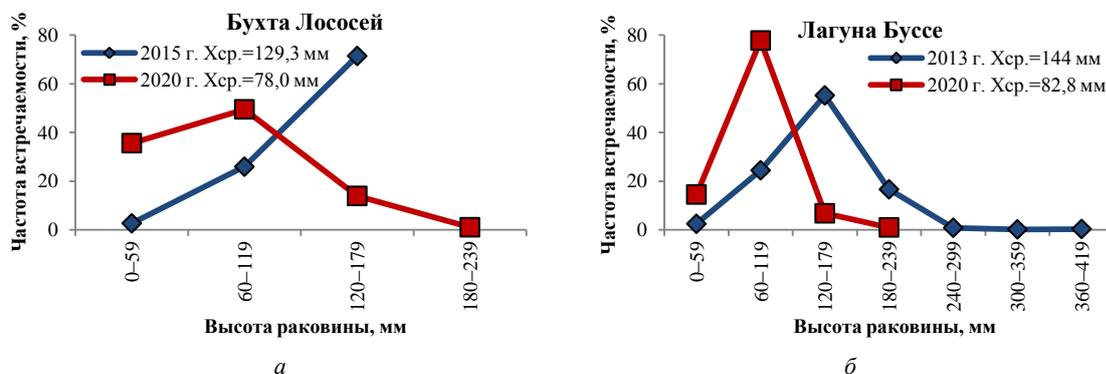


Рис. 5. Размерный состав устрицы в бухте Лососей (а) в 2015 и 2020 гг. и в лагуне Буссе (б) в 2013 и 2020 гг.

Изменение возрастного ряда также имело закономерный характер для интенсивно эксплуатируемой популяции. Полученный анализ позволил выявить значительное омоложение скоплений устрицы вследствие ежегодного перелова в бух. Лососей (рис. 6, а). В 2020 г. в популяции начала преобладать молодежь (от 0+ до 2+ лет). За период 2013–2020 гг. было выделено 25 возрастных классов. В лаг. Буссе наблюдалась аналогичная ситуация. В результате активного любительского лова, не исключая браконьерский, произошло смещение модальных классов в сторону снижения количества старше возрастных особей (рис. 6, б). В 2020 г. в уловах заметно доминировали однолетня и двухлетня особи. Вместе с тем стоит учесть влияние природных факторов среды (температура, соленость и т. д.), которые вносят свой вклад в рост и развитие моллюска в местах его поселения.

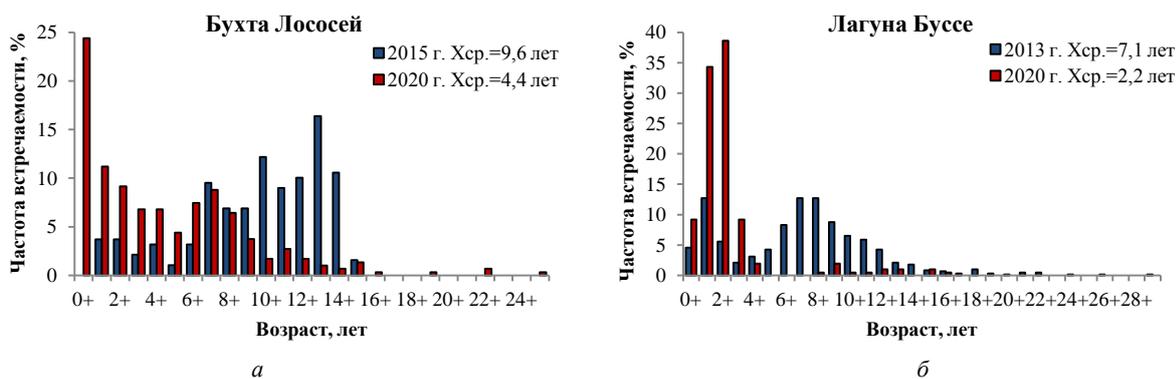


Рис. 6. Возрастной состав устрицы в бухте Лососей (а) в 2015 и 2020 гг. и в лагуне Буссе (б) в 2013 и 2020 гг.

Таким образом, в заливе Анива произошли явные изменения в сторону уменьшения размерно-возрастных характеристик устрицы. В последние годы наблюдается омоложение скоплений моллюсков. Эти изменения сопровождаются закономерным давлением со стороны промысловиков, любителей-рыболовов, браконьеров в совокупности с внешними природными условиями районов.

Литература

1. Чумаков Д.Е., Гон Р.Т., Амелян А.А. Распределение, численность и особенности биологии двустворчатых моллюсков (рудитапес, устрица, спизула) в заливе Анива: Отчет о НИР. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2012. – 48 с. – Науч. арх. № 11662 н/а.

2. Чумаков Д.Е., Крылова Ю.А. Оценка современного состояния поселений гигантской устрицы в заливе Анива (бухта Лососей, лагуна Буссе) Восточно-Сахалинской подзоны: Отчет о НИР. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2013. – 18 с. – Науч. арх. № 11754 н/а.
3. Шпакова Т.А., Чумаков Д.Е. Размерно-возрастная структура промысловых скоплений устрицы в лагуне Буссе: Отчет о НИР (промежуточный). – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2013. – 24 с. – Науч. арх. № 11841 н/а.
4. Гон Р.Т., Сергеенко В.А., Сафроненко В.А. Отчет о результатах научных исследований по двустворчатым моллюскам в Восточно-Сахалинской подзоне (залив Анива, лагуна Буссе) с мая по ноябрь 2014 г.: Отчет о НИР. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2014. – 20 с. – Науч. арх. № 11991 н/а.
5. Сергеенко В.А. Отчет о научно-исследовательской работе по гигантской устрице и пеструшке филиппинскому (рудитапесу) в заливе Анива (бухта Лососей, лагуна Буссе) Восточно-Сахалинской подзоны в июне – августе 2015 г.: Отчет о НИР. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2015. – 28 с. – Науч. арх. № 12136 н/а.
6. Сергеенко В.А. Отчет о научно-исследовательской работе по гигантской устрице и пеструшке филиппинскому (рудитапесу) в заливе Анива (бухта Лососей, лагуна Буссе) Восточно-Сахалинской подзоны в июле – августе 2016 г. при техническом содействии ЗАО «РОМОНА-САХАЛИН»: Отчет о НИР. – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2016. – 31 с. Науч. арх. № 12180 н/а.
7. Ким А.Ч., Гон Р.Т., Сафроненко В.А. Изучение биологического состояния рудитапеса филиппинского *Ruditapes philippinarum* и устрицы гигантской *Crassostrea gigas* в лагуне Буссе и бухте Лососей (Восточно-Сахалинская подзона) с июня по июль 2018 г.: Отчет о НИР (рейсовый). – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2018. – 62 с. – Науч. арх. № 12371 н/а.
8. Ким А.Ч., Гон Р.Т., Яковлев Н.Р. Распределение численности двустворчатых моллюсков в лагуне Буссе и бухте Лососей (Восточно-Сахалинская подзона) с мая по июнь 2019 г.: Отчет о НИР (рейсовый). – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2019. – 43 с. – Науч. арх. № 12676 н/а.
9. Ким А.Ч., Гон Р.Т. Изучение биологического состояния устрицы гигантской *Crassostrea gigas* в бухте Лососей и лагуне Буссе (Восточно-Сахалинская подзона) с мая по июнь 2020 года: Отчет о НИР (экспедиционный). – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2020. – 36 с. Науч. арх. № 12739 н/а.
10. Методы изучения двустворчатых моллюсков: Труды Зоологического института АН СССР. Т. 219 / Под ред. Г.Л. Шкорбатова, Я.И. Старобогатова. – Л.: ЗИН, 1990. – 206 с.
11. Скарлато О.А., Голиков А.Н., Грузов Е.Н. Водолазный метод гидробиологических исследований // Океанология. – М.: Наука, 1964. – № 4. – С. 710–711.
12. Левин В.С., Шендеров Е.Л. Некоторые вопросы методики количественного учета макробентоса с применением водолазной техники // Биология моря. – 1975. – № 1. – С. 64–70.
13. Левин В.С. Промысловая биология морских донных беспозвоночных и водорослей. – СПб.: ПКФ "ОЮ-92", 1994. – 240 с.
14. Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. – М.: Пищевая пром-сть, 1968. – 288 с.
15. Ким А.Ч., Гон Р.Т. Размерно-возрастная структура устрицы гигантской *Crassostrea gigas* в бухте Лососей (залив Анива): Отчет о НИР (промежуточный). – Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2019. – 38 с. – Науч. арх. № 12693 н/а.
16. Ким А.Ч. Результаты исследований устричной «банки» в бухте Лососей в 2020 году // Вестник сахалинского музея. – Южно-Сахалинск, 2020. – № 4 (33). – С. 91–95.
17. О создании природного парка Лагуны Буссе: Постановление Правительства Сахалинской области от 10.09.2020 г. № 424 [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.docs.cntd.ru/document/570918525> (дата обращения: 19.02.2020).

УДК 639.2"2015-2019"

С.В. Лисиенко, К.А. Грибова

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

**АНАЛИЗ ОСВОЕНИЯ ДОЛЕЙ КВОТ ДОБЫЧИ ГИДРОБИОНТОВ
ПОЛЬЗОВАТЕЛЯМИ В МНОГОВИДОВОЙ ПРОМЫСЛОВОЙ СИСТЕМЕ
В ПЕРИОД 2015–2019 ГОДОВ (НА ПРИМЕРЕ ОСВОЕНИЯ МАКРУРУСА)**

В процессе исследования производственной деятельности добывающего флота по освоению ресурсного потенциала в многовидовой промысловой системе, в данном случае в Восточно-Камчатской зоне Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, в период 2015–2019 гг., установлен ряд недоосваиваемых объектов. Вследствие чего возникла необходимость рассмотреть процесс распределения и освоения долей квот добычи (вылова) гидробионтов для принятия обоснованных наукой решений по продуктивному использованию ресурсного потенциала многовидовой промысловой системы.

Ключевые слова: ресурсный потенциал, доли квот, степень освоения долей квот, пользователи.

S.V. Lisienko, K.A. Gribova

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

**ANALYSIS OF HYDROBIONTS QUOTA DEVELOPMENT IN A MULTISPECIES FISHING
SYSTEM FROM 2015 TO 2019 (ON THE EXAMPLE OF GRENADIER DEVELOPMENT)**

A number of underdeveloped objects were identified when studying the fishing fleet development of the resource potential in the multi-species fishing system, namely the eastern zone of Kamchatka of the Far Eastern fishery basin, during 2015–2019. As a result, it became necessary to consider the process of distribution and development of quotas for the production (catch) of hydrobionts in order to make science-based decisions on the productive use of the resource potential in a multi-species fishing system.

Key words: resource potential, shares of quotas, degree of quotas share development, users.

В настоящее время организация и планирование любой промысловой деятельности рыбодобывающих компаний начинается с получения долей квот добычи (вылова) гидробионтов. Таким образом, после утверждения Федеральным агентством по рыболовству объемов общих допустимых уловов (ОДУ) и (или) рекомендуемых выловов начинается заявочная компания по заключению договоров пользования водными биологическими ресурсами, куда рыбодобывающие предприятия направляют заявки с указанием объектов промысла, районов промысла и объемов вылова. Все полученные заявки обрабатываются, и с учетом интересов всех рыбодобывающих предприятий утверждается приказ на получение долей квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов по пользователям.

С момента получения долей квот добычи (вылова) гидробионтов рыбодобывающие компании начинают процесс планирования промысловой деятельности, что в итоге должно привести к получению максимальной прибыли и освоению долей квот добычи (вылова) гидробионтов [1]. Но как показывают проведенные ранее исследования промысловой деятельности флота в многовидовой промысловой системе – Восточно-Камчатской зоне в период 2015–2019 гг., степень освоения гидробионтов имеет хронически нестабильный характер, установлен ряд объектов с низкой степенью освоения. «Промысловый пресс» рыбодобывающих компаний на одни объекты сменяется полной незаинтересованностью другими не менее перспективными объектами промысла, что впоследствии влечет за собой нерациональное использование ресурсного потенциала многовидовой промысловой системы [2].

Таким образом, для принятия обоснованных научной решений по продуктивному использованию ресурсного потенциала многовидовой промысловой системы возникла необходимость рассмотреть процесс освоения долей квот добычи (вылова) гидробионтов пользователями в многовидовой промысловой системе – Восточно-Камчатской зоне – с входящими в нее подзонами Карагинской и Петропавловск-Командорской во временном отрезке 2015–2019 гг. Процесс освоения долей квот добычи (вылова) гидробионтов будет рассмотрен на примере освоения макруров, т. к. данный объект относится к ряду объектов с низкой степенью освоения.

Степень освоения макруров в исследуемый период имела нестабильный волнообразный характер. Так, в Карагинской подзоне степень освоения ОДУ макруров имела следующее распределение по годам: 2015 г. – 79%; 2016 г. – 60%; 2017 г. – 91%; 2018 г. – 95%; 2019 г. – 43%. В Петропавловск-Командорской подзоне степень освоения ОДУ макруров в период 2015–2017 гг. равнялась нулю, несмотря на ежегодное утверждение объемов ОДУ, в 2018 г. и 2019 г. степень освоения макруров имела значения 58 и 94% соответственно [2].

Согласно данным Росрыболовства в период 2015–2019 гг. в Восточно-Камчатской зоне с входящими в нее подзонами договора о закреплении долей квот добычи (вылова) макруров были заключены с девятью пользователями [3–7]. Распределение долей квот добычи (вылова) макруров по пользователям за исследуемый период представлено в табл. 1.

Таблица 1

Распределение долей квот добычи (вылова) макруров по пользователям в Восточно-Камчатской зоне в период 2015–2019 гг.

| Пользователи | Доли квот, % | | | | |
|------------------------------------|--------------|---------|---------|---------|---------|
| | 2015 г. | 2016 г. | 2017 г. | 2018 г. | 2019 г. |
| Карагинская подзона | | | | | |
| П. 1 | 26,3 | 26,3 | 26,3 | 26,3 | 26,3 |
| П. 2 | 29,7* | 29,7 | 35,8 | 35,8 | 35,8 |
| П. 3 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 | 0,2 |
| П. 4 | 2* | 2 | 2 | 2 | 2 |
| П. 5 | – | 7,0* | 26,9* | 35,1 | 35,1 |
| П. 6 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 | 0,3 |
| П. 7 | 25,7 | 25,7 | – | – | – |
| П. 8 | 1,7 | 1,7 | – | – | – |
| Петропавловск-Командорская подзона | | | | | |
| П. 9 | 91 | – | – | – | – |
| П. 7 | – | – | – | 95 | 95 |

* Перераспределение долей квот у пользователей в течение промыслового года.

Из данных табл. 1 следует что, за период 2015–2019 гг. объем долей квот не изменялся у следующих пользователей: пользователь 1 – 26,3%; пользователь 3 – 0,2%; пользователь 4 – 2%; пользователь 6 – 0,3%. У пользователя 2 объем долей квот на промысел макруров за исследуемый период увеличился от 29,7% в 2015–2016 гг. до 35,8% в 2017–2019 гг. Пользователь 5 в 2015 г. не участвовал в получении долей квот, а в период с 2016 по 2019 гг. объем долей квот увеличился с 7% в 2016 г. до 26,9% в 2017 г. и далее до 35,1% в 2018–2019 гг. Пользователь 8 получал доли квот в период 2015–2016 гг. в размере 1,7%, но с 2017 г. перестал принимать участие в распределении долей квот добычи (вылова) макруров в Карагинской подзоне. Аналогичная ситуация произошла в Петропавловск-Командорской подзоне у пользователя 9, который в 2015 г. получил 91% долей квот на добычу (вылов) макруров, а далее перестал участвовать в распределении долей квот. Пользователь 7 в 2015–2016 гг. в Карагинской подзоне получил доли квот в размере 25,7%, в 2017 г. не принимал участие в распределении, но в 2018–2019 гг. данный пользователь получил 95% квот на добычу (вылов) макруров в Петропавловск-Командорской подзоне.

Таким образом, в Карагинской подзоне в период 2015–2019 гг. основными держателями долей квот на промысле макруров являлись пользователи 1, 2, 5 и 7, на их долю в среднем за исследуемый период приходилось 90% от общего допустимого улова, а в Петропавловск-Командорской подзоне – пользователь 7.

Далее рассмотрим, как были освоены пользователями полученные доли квот добычи (вылова) макруров в Восточно-Камчатской зоне в период 2015–2019 гг. (табл. 2) [8–9].

**Освоение долей квот добычи (вылова) макрурусов пользователями
в Восточно-Камчатской зоне в период 2015–2019 гг.**

| Пользователи | Квота, т | Вылов, т / % |
|------------------------------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|----------|--------------|
| | 2015 | | 2016 | | 2017 | | 2018 | | 2019 | |
| Карагинская подзона | | | | | | | | | | |
| П. 1 | 526,3 | 526,2 / 100 | 526,3 | 526,2 / 100 | 526,3 | 526,2 / 100 | 526,3 | 526,2 / 100 | 526,3 | 97,3 / 18,5 |
| П. 2 | 594,4 | 594,3 / 99 | 594,4 | 470,7 / 79,2 | 716,1 | 716,1 / 100 | 716,1 | 716,1 / 100 | 716,1 | 115,8 / 16,2 |
| П. 3 | 4,2 | 2,9 / 70,1 | 4,2 | 4,1 / 98,5 | 4,2 | 4,1 / 98,5 | 4,2 | 4,1 / 98,5 | 4,2 | 4,2 / 100 |
| П. 4 | 40,1 | 40,1 / 100 | 40,2 | 40,1 / 99,8 | 40,2 | 40,1 / 99,8 | 40,2 | 40,1 / 99,8 | 40,2 | 40,1 / 99,8 |
| П. 5 | – | – | 139,7 | 139,7 / 100 | 537,4 | 537,4 / 100 | 702,2 | 601,6 / 85,7 | 702,2 | 690,9 / 98,4 |
| П. 6 | 6,1 | 5,9 / 96,5 | 6,1 | 4,5 / 73,6 | 6,1 | – / – | 6,1 | 4,5 / 73,6 | 6,1 | – / – |
| П. 7 | 513,7 | 406 / 79 | 513,7 | 6,0 / 1,2 | – | – | – | – | – | – |
| П. 8 | 34,5 | – / – | 34,5 | – / – | – | – | – | – | – | – |
| Петропавловск-Командорская подзона | | | | | | | | | | |
| П. 9 | 136 | – / – | – | – | – | – | – | – | – | – |
| П. 7 | – | – | – | – | – | – | 286 | 162,5 / 57 | 286 | 281 / 98 |

Из данных табл. 2 следует, что пользователи 8 и 9 вообще не осваивали полученные ими доли квот на добычу (вылов) макрурусов. Пользователь 6 в 2015 г. освоил полученные им доли квот на 96,5%, в 2016 г. и в 2018 г. – на 73,6%, а вот в 2017 г и в 2019 г. доли квот данным пользователем освоены не были. Пользователь 4 в 2015 г. освоил доли квот на 100%, в период 2016–2019 гг. доли квот им осваивались на 99,8%. Пользователь 3 в 2015 г. освоил доли квот на добычу (вылов) макрурусов в объеме 70,1%, в период 2016–2018 гг. – на 98,5%, а в 2019 г – на 100%.

Пользователь 1 в период 2015–2018 гг. осваивал полученные им доли квот на добычу (вылов) макрурусов в 100%-ном объеме, но в 2019 г. степень освоения доли квот данной компании снизилась до 18,5%. Пользователь 2 в 2015 г. освоил доли квот в размере 99%, в 2016 г. степень освоения составила 79,2%, в период 2017–2018 гг. данный пользователь освоил доли квот на 100%, но в 2019 г. степень освоения доли квот добычи (вылова) макрурусов снизилась до 16,2%. Пользователь 5 в период 2016–2017 гг. осваивал доли квот на 100%, в 2018 г. степень освоения снизилась до 85,7%, а уже к 2019 г. увеличилась до 98,4%. Пользователь 7 осваивал доли квот следующим образом: в Карагинской подзоне степень освоения доли квот в 2015 г. равнялась 79%, в 2016 г. – 1,2%; в Петропавловск-Командорской подзоне степень освоения доли квот в 2018 г. была равной 57%, в 2019 г. – 98%.

В результате проведения анализа было установлено, что степень освоения ресурсного потенциала макрурусов в многовидовой промысловой системе – Восточно-Камчатской зоне напрямую зависит от степени освоения долей квот добычи (вылова) основных держателей квот, а именно пользователей 1, 2, 5 и 7. Подтверждением этого является недоосвоение долей квот добычи (вылова) макрурусов в Карагинской подзоне в 2019 г. пользователями 1 и 2, которое привело впоследствии к общему снижению степени освоения ОДУ макрурусов. Истинные причины недоосвоения долей квот добычи (вылова) макрурусов пользователями нам не известны, ими могут оказаться как сложные гидрометеорологические условия района промысла, биологическое состояние объекта добычи, нестабильная промысловая доступность ресурса, так и нерациональное распределение промысловых мощностей, потери промыслового времени по причинам физического и морального износа флота, отвлечения судов от промысла в связи с ростом непроизводительных затрат времени [10].

Наделяя сегодня пользователей государственным ресурсом в виде долей квот добычи (вылова) гидробионтов, государство рассчитывает на полное освоение ресурсного потенциала многовидовой промысловой системы. А как видно из проведенного анализа по освоению долей квот добычи (вылова) макрурусов в многовидовой промысловой системе – Восточно-Камчатской зоне в период 2015–2019 гг., не всегда пользователям удается выполнить плановые показатели, установленные государственными органами по освоению ресурсного потенциала. Таким образом, считаем своевременным и необходимым пересмотреть систему закрепления долей квот добычи (выловов) водных биологических ресурсов, приступить к разработке новых научно обоснованных схем оптимизации промысла.

Литература

1. *Лисиенко С.В., Грибова К.А.* Промысловая зона как базисный объект системного исследования при формировании современного подхода к организации, планированию и управлению процессами и системами промышленного рыболовства (на примере Восточно-Камчатской зоны Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна) // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. – 2020. – № 3. – С. 27–39.
2. *Грибова К.А.* Современное состояние промысла макрurusов в Восточно-Камчатской зоне // Материалы VI Междунар. науч.-технич. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых «Рыболовство – аквакультура». – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. – С. 15–19.
3. О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов для осуществления промышленного рыболовства на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации по пользователям в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне на 2015 год: Приказ Федерального агентства по рыболовству от 3.12.2014 г. № 931.
4. О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов для осуществления промышленного рыболовства на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации по пользователям в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне на 2016 год: Приказ Федерального агентства по рыболовству от 10.12.2015 г. № 926.
5. О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов для осуществления промышленного рыболовства на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации по пользователям в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне на 2017 год: Приказ Федерального агентства по рыболовству от 9.12.2016 г. № 799.
6. О распределении квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов для осуществления промышленного рыболовства на континентальном шельфе Российской Федерации и в исключительной экономической зоне Российской Федерации по пользователям в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне на 2018 год: Приказ Федерального агентства по рыболовству от 13.12.2017 г. № 858.
7. О распределении объема части общедопустимого улова водных биологических ресурсов, утвержденного применительно к квоте добыче (вылова) водных биологических ресурсов во внутренних морских водах Российской Федерации в территориальном море Российской Федерации, на континентальном шельфе Российской Федерации, в исключительной экономической зоне Российской Федерации, для осуществления промышленного рыболовства и (или) прибрежного рыболовства по пользователям Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна на 2019 год: Приказ Федерального агентства по рыболовству от 24.12.2018 г. № 761.
8. Статистические данные Федерального агентства по рыболовству и Центра мониторинга и связи [Электронный ресурс]. – URL: <http://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/ekonomika-otrasli/statistika-i-analitika> (дата обращения: 20.02.2021).
9. Освоение общих допустимых уловов и квот [Электронный ресурс]. – URL: <http://fish.gov.ru/otraslevaya-deyatelnost/organizatsiya-rybolovstva/osvoenie-obshchikh-dopustimykh-ulovov-i-kvot> (дата обращения: 20.02.2021)
10. *Лисиенко С.В.* Совершенствование организации ведения добычи водных биологических ресурсов с целью успешной реализации стратегического развития отечественного рыболовства // Рыбное хозяйство. – 2013. – № 3. – С. 17–21.

УДК 639.2"2018-2019"

С.В. Лисиенко, О.Е. Конинская

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

АНАЛИЗ ПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА ПО ОСВОЕНИЮ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ РЫБОЛОВСТВА В ЮЖНО-КУРИЛЬСКОЙ ПРОМЫСЛОВОЙ ЗОНЕ В 2018–2019 ГОДАХ

В статье изложены результаты анализа работы флота в Южно-Курильской зоне в период 2018–2019 гг. Определены типы добывающих судов, способствующих наибольшему освоению ресурсного потенциала промысловой зоны.

Ключевые слова: структура работы флота, ресурсный потенциал, многовидовая промысловая система, типовой состав судов, количественный и качественный состав промыслового флота, объемы вылова.

S.V. Lisienko, O.E. Koninskaya

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

ANALYSIS OF FISHING FLEET FOR FISHING RAW MATERIAL BASE DEVELOPMENT IN THE SOUTH KURIL FISHING ZONE DURING 2018–2019

The analysis of the fleet operation in the South Kuril zone in the period 2018–2019 was presented in the article. The types of fishing vessels that develop the resource potential of the fishing zone are determined.

Key words: fleet operation structure, resource potential, multi-species fishing system, typical composition of vessels, quantitative and qualitative composition of the fishing fleet, catch volumes.

В целях совершенствования организации ведения рыбодобывающей деятельности в промысловых зонах рыбохозяйственных бассейнов на современном этапе развития промышленного рыболовства необходимо рассматривать ее системно с учетом всех составляющих. Помимо освоения сырьевой базы и достижения запланированных объемов добычи (вылова) водных биоресурсов, особую важность имеет исследование количественного и качественного состава промыслового флота, осуществляющего рыбодобывающий процесс [2–4].

Для проведения анализа промыслового флота по освоению сырьевой базы рыболовства в Южно-Курильской промысловой зоне в 2018–2019 гг. необходимо провести исследование количественных и качественных показателей промыслового флота, а также изучить видовой и качественный состав водных биоресурсов [3, 4].

На промысле в Южно-Курильской зоне принимали участие 11 типов судов в 2018–2019 гг. Добыча ВБР велась судами: БМРТ, РТМС, РМС, РТМ, СРТМ, СРТР, СТР, СЯМ, СДС, РС, МДС [5]. Количество промысловых единиц и классификация по типу добывающих судов в Южно-Курильской зоне в период 2018–2019 гг. представлены в таблице [5].

Таблица

Типовой и количественный состав судов в Южно-Курильской зоне в период 2018–2019 гг.

| № п/п | Тип судна | Количество добывающих судов в Южно-Курильской зоне, ед. | |
|-------|-----------|---|---------|
| | | 2018 г. | 2019 г. |
| 1 | БМРТ | 35 | 26 |
| 2 | МДС | 22 | 30 |
| 3 | РМС | 4 | 3 |

| № п/п | Тип судна | Количество добывающих судов в Южно-Курильской зоне, ед. | |
|-------|-----------|---|---------|
| | | 2018 г. | 2019 г. |
| 4 | РС | 15 | 17 |
| 5 | РТМ | 2 | 2 |
| 6 | РТМС | 1 | 3 |
| 7 | СДС | 9 | 13 |
| 8 | СРТМ | 36 | 43 |
| 9 | СРТР | – | 1 |
| 10 | СТР | 30 | 43 |
| 11 | СЯМ | 2 | 4 |
| 12 | Другие | 4 | 3 |
| ИТОГО | | 160 | 188 |

На основании представленных статистических данных в таблице можно сделать следующий вывод, что в исследуемый период серьезных изменений не случилось. Промысловую деятельность вели в Южно-Курильской зоне в 2018 г. 10 основных типов судов, их общее количество составило 160 ед., а в 2019 г. 12 основных типов судов вели промысловую деятельность в числе 188 ед.

На промысле водных биоресурсов в период 2018–2019 гг. в Южно-Курильской зоне главным образом промысловое усилие было определено судами типов БМРТ, РТМС, СРТМ, СТР.

Четкую тенденцию снижения объемов вылова биологических ресурсов показывают представленные данные. В 2018–2019 гг. в Южно-Курильской промысловой зоне были извлечены соответствующие объемы вылова водных биоресурсов, они имели следующие значения: 212 654,42 т в 2018 г., а в 2019 г. снизились до 122 484,69 т [5].

Структура работы флота в Южно-Курильской зоне в 2018–2019 гг. представлена на рис. 1 и 2.

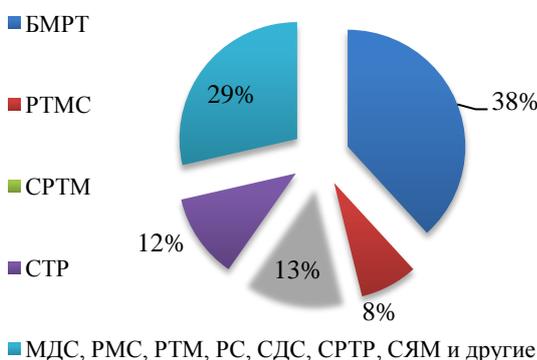


Рис. 1. Объемы вылова водных биоресурсов типовым составом судов, приведенные к общему вылову по Южно-Курильской зоне в 2018 г.

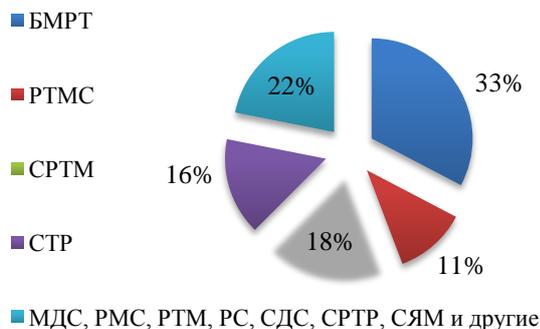


Рис. 2. Объемы вылова водных биоресурсов типовым составом судов, приведенные к общему вылову по Южно-Курильской зоне в 2019 г.

Освоение сырьевой базы в Южно-Курильской зоне в 2018–2019 гг. было произведено судами типов: БМРТ, РТМС, СРТМ, СТР. В 2018 г. объемы вылова водных биоресурсов судами типа БМРТ составил 38%, РТМС – 8%, СРТМ – 13%, СТР – 12%, удельный вес вылова водных биоресурсов судами типов: МДС, РТМ, РМС, РС, СДС, СРТР, СЯМ и другие составил 29%. В 2019 г. удельный вес вылова водных биоресурсов в Южно-Курильской зоне судами БМРТ составил 33%, СРТМ – 18%, СТР – 16%, РТМС – 11%. 22% добыли суда типов: МДС, РМС, РС, РТМ, СДС, СРТР, СЯМ и другие [1, 5].

Названным типовым составом было освоено в среднем 74% сырьевой базы Южно-Курильской промысловой зоны в 2018–2019 гг.

Судами БМРТ были получены высокие объемы вылова в зоне в 2018–2019 гг. Данные суда успешно вели промысел в течение исследуемых годов в зоне 12 видов водных биоресурсов. Общий объем вылова ВБР в Южно-Курильской зоне составил 82 258,5 т в 2018 г., а в 2019 г. снизился до 40 071,8 т. [5].

Суда БМРТ в Южно-Курильской зоне в исследуемые года вели промысел: минтая, дальневосточной сардины (иваси), морского ежа серого, трески, кальмара командорского. Их объемы вылова имели следующие значения в период 2018–2019 гг.: минтай в 2018 г. 23 640,44 т, а в 2019 г. снизился до 14 398,77 т; объемы скумбрии составляли в 2018 г. 35 933,87 т, а вот в 2019 г. упали до 5 587,11 т; дальневосточная сардина (иваси) имела объемы в 20 530,5 т, в 2019 г. – 18 772,45 т; морской еж серый в 2018 г. – 313,44 т., в 2019 г. – 175,58 т; треска 2018 г. – 279,19 т, 2019 г. – 18,87 т; кальмар командорский в 2018 г. – 248,32 т, а в 2019 г. увеличился до 754,93 т. Прочие объекты имели объем в 2018 г. – 1 312,74 т, а в 2019 г. – 364,09 т [1, 5].

Весьма эффективную работу в Южно-Курильской зоне в период 2018–2019 гг. вели суда типа СРТМ в отношении 12 видов водных биоресурсов. Общий объем вылова ВБР в Южно-Курильской зоне в 2018 г. составил 30 773,62 т, а в 2019 г. объемы снизились до 22 270,16 т [5].

В Южно-Курильской зоне в исследуемый период суда типа СРТМ вылавливали минтай, скумбрию, дальневосточную сардину (иваси), кальмар командорский, терпугов, треску, морского ежа серого. Объемы вылова минтая снизились с 13 860,21 т в 2018 г. до 8 808,41 т в 2019 г.; у скумбрии объемы вылова снизились в четыре раза, в 2018 г. – 7 968,11 т, в 2019 г. – 1 873,84 т; объемы дальневосточной сардины (иваси) имели незначительные изменения в 2018 г. – 2 908,45 т, а в 2019 г. – 2 424,59 т; объемы вылова кальмара командорского с 3 400,65 т в 2018 г. увеличились до 5 632,34 т в 2019 г.; объемы терпугов в период 2018–2019 гг. снизились с 792,68 т до 494,78 т; объемы вылова трески в 2018 г. – 710,31 т и 53,04 т в 2019 г. соответственно. Прочие объекты – 1133,21 т в 2018 г., в 2019 г. – 1 127,44 т [1, 5].

В Южно-Курильской зоне в период 2018–2019 гг. судами типа СТР отмечалась хорошего уровня работа. Данные суда производили промысловый вылов 16 видов ВБР. Общие объемы вылова в исследуемой зоне сократились с отметки в 25 189,24 т в 2018 г. до 19 242,25 т в 2019 г. [5].

В Южно-Курильской зоне объектами добычи с судов типа СТР были: минтай, дальневосточная сардина (иваси), скумбрия, кальмар тихоокеанский. Объемы вылова в период 2018–2019 гг.: минтай – 7 760,4 т – 6 232,63 т; дальневосточная сардина (иваси) – 8 798,62 т – 7 401,32 т; скумбрия – 5 830,81 т – 1 223,48 т; кальмар тихоокеанский – 620,06 т – 2 197,35 т. Прочие объекты – 1 179,35 т – 2 187,47 т [1, 5].

Суда типа РТМС показали неплохой уровень работы по освоению промысловых запасов в Южно-Курильской зоне в период 2018–2019 гг. На промысле 10 видов ВБР успешно участвовал данный тип судов. Данными судами в Южно-Курильской зоне были добыты следующие объемы вылова: они составили 17 924,37 т и 14 116,56 т в 2018 г. и в 2019 г. соответственно [5].

В Южно-Курильской зоне суда типа РТМС добывали в основном минтай, дальневосточную сардину (иваси) и скумбрию. В исследуемой зоне объемы вылова в период 2018–2019 гг. были следующие: объемы дальневосточной сардины (иваси) в период 2018–2019 гг. с 9 167,73 т снизились до 4 352,93 т, объемы вылова минтая в 2018 г. равнялись 7 623,03 т, но в 2019 г. объемы упали до отметки в 692,19 т; выловы скумбрии с 758,96 т в 2018 г. достигли 8 583,47 т в 2019 г. Прочие объекты имели незначительную разницу в объемах добычи и равнялись 374,65 т в 2018 г. и 487,97 т в 2019 г. соответственно [1, 5].

В результате проведенного топологического анализа производственной деятельности промыслового флота по освоению сырьевой базы рыболовства в Южно-Курильской промысловой зоне в 2018–2019 гг. было получено, что добыча промысловых запасов велась 12 типами судов.

В процессе ведения добычи водных биоресурсов судами: БМРТ, СРТМ, СТР, РТМС, которые освоили сырьевую базу в исследуемой промысловой зоне в 2018–2019 гг., составляет в среднем 74%.

Общий вылов судами типов БМРТ, СРТМ, СТР, РТМС промысловых объектов был за счет вылова объектов, имеющих важное промысловое значение. Однако прочие объекты были недоосвоены или совсем не освоены, значения объемов вылова данных объектов были минимальны. Данные объекты являются маловостребованными на отечественном потребительском рынке рыбопродукции.

Таким образом, в целях совершенствования организации ведения рыбодобывающей деятельности в промысловых зонах рыбохозяйственных бассейнов на современном этапе развития промышленного рыболовства был проведен анализ количественных и качественных показателей добывающего флота в Южно-Курильской зоне в 2018–2019 гг. Проведенный анализ предоставит возможность начать разработку организационно-управленческого образца организации ведения добычи недоосваиваемых и маловостребованных водных биологических ресурсов в целях развития промышленного рыболовства.

Литература

1. Лисиенко С.В., Конинская О.Е. Исследование количественных и качественных показателей освоения ресурсного потенциала многовидовой промысловой системы «Южно-Курильская зона Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» в период 2015–2019 гг. // Научные труды Дальрыбвтуза. – 2020. – Т. 54, № 4. – С. 12–17.

2. Лисиенко С.В. Совершенствование организации ведения добычи водных биологических ресурсов с целью успешной реализации стратегического развития отечественного рыболовства // Рыб. хоз-во. – 2013. – № 3. – С. 17–21.

3. Лисиенко С.В. О многовидовом рыболовстве в контексте совершенствования системной организации ведения промысла ВБР // Рыб. хоз-во. – 2013. – № 4. – С. 34–41.

4. Лисиенко С.В. Современный подход к решению проблемы повышения качества рыболовства на основе совершенствования организации ведения добычи водных биологических ресурсов (на примере Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна) // Научно-практические вопросы регулирования рыболовства: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Владивосток: Дальрыбвтуз, 2017. – С. 77–81.

5. Статистические данные Федерального агентства по рыболовству и Центра мониторинга и связи. 2020 [Электронный ресурс]. – URL: <http://fish.gov.ru/>.

УДК 639.2.081.1

Д.А. Пилипчук

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

ИСТОРИЯ ПРИМЕНЕНИЯ ОРУДИЙ РЫБОЛОВСТВА НА ОЗЕРАХ И РЕКАХ В ЗАПАДНЫХ И АРКТИЧЕСКИХ ЧАСТЯХ РОССИИ

В исследуемом районе описывается местное речное и озерное рыболовство. При лове рыбы ловцы собираются вместе, составляя как бы одно хозяйство, принадлежащее одному собственнику, ведут свои промыслы, если не вместе, то, по крайней мере, по одному и тому же способу и по одной системе. Или не объединяются в большие общества в какой-нибудь местности в определенное время, а ловят каждый у себя дома. Сам промысел носит тогда местный, раздробленный характер, так что часто и породы рыб, на которые лов преимущественно направляется, и орудия лова у них совершенно различны.

Ключевые слова: рыболовство, орудия лова, история промысла, лов в реках и озерах, объекты промысла, рыбак.

D.A. Pilipchuk

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

HISTORY OF FISHING EQUIPMENT USE ON LAKES AND RIVERS IN WESTERN AND ARCTIC PARTS OF RUSSIA

The local river and lake fisheries are described in the study area. For fishing the fishers gather together, forming one farm belonging to the same owner, and produce their crafts. They may not join together but act according to the same method and the same system. Also they may not unite in large societies on any localities at a certain time, but each of them may fish domestically. Then the craft itself has a local fragmented character. Therefore, often both the fish species and the fishing gear completely differ.

Key words: fishing, fishing gear, fishing history, fishing in rivers and lakes, fishing objects, fisher.

В эпоху неолита (около 8–3 тыс. лет до н. э.) значение рыболовства возросло. Основное население обитало на берегах водоемов. Жить у воды и не ловить рыбу было невозможно. Поэтому рыболовство в то время имело равную значимость с охотой. Возможно, эти два вида охоты – на рыб, населяющих водоемы, и на животных на суше – появились примерно одновременно [1].

Древняя Русь была одной из самых рыбных держав мира. Развитие рыболовства в России нашло свое отражение в многочисленных литературных источниках, большинство которых относятся к XIX в. [2].

Рыболовство являлось одним из главных видов хозяйства. Оно давало основное продовольствие. Рыболовством занимались преимущественно мужчины, но часто им помогали и женщины. Добыча рыбы велась с помощью традиционных для того времени орудий: сетей, крючковой снасти и др. Каждое из них применялось в зависимости от времени года, уровня воды, состояния погоды и т. д. Основную роль в промысле играли сетные орудия лова [3].

Так, например, зимний лов производится почти исключительно подледными неводами. Невода имеют около 178 м в крыле и большую мелкоячеистую мотню, т. к. мелкоячеистая сеть использовалась для мелких рыб, например для снека. В притоне бывает от 8 до 9 ячей на 5 см, в остальной же ее части по 6 ячей на 5 см. В крыле идет частая сеть, иногда же эту часть крыла

делают и из самого частого притона. Затем следует так называемая полевая сеть, по 4 ячеи на 5 см, и наконец, редкая мережа, по 8 ячей на 20 см. Такая мелкость ячей вредна даже для снетков, потому что вылавливают даже тех, которые еще только прошлой весной вывелись [4].

Кроме неводо ловят зимой еще ставными сетями, называемыми здесь мережами. Они имеют 36 м в длину и 2,7 – ширину. Их ставят на кольях, вбиваемых в дно через проруби, и выставляют рядами иногда сетей в 100 и в 150 длиной, если позволит место. Эти сети крупноячейные и предназначены для лова судаков, лещей и вообще крупной рыбы [5].

Неводной лов производится артелями, называемыми здесь, как и самые зимние невода, тугасами. Они бывают в крыле до 213 м. Для неводной тяги надо еще иметь длинное ужище, т. е. веревку, прикрепляемую к каждому крылу для тяги. Сетные невода назывались по-разному – бродниками, тугасами, кереводами (однокрылые невода), воротницей [6].

Зимний лов начинается как только озеро покроется льдом. Но этот лов производится недалеко от берега, где участки так широки, что нельзя сбиться и зайти в чужие воды.

Кроме неводного лова, единственный значительный зимний лов производится только мережами, т. е. ставными сетями. Они должны выставляться так, чтобы не мешать тяге неводами, и потому утвердилось правило выставлять их только вдоль по участковым граням [6].

К весне, когда лед становится непрочным, прекращается подледное рыболовство и начинается лов в реках, которые расходятся ранее озера и куда идут некоторые рыбы метать икру. Лов производится неводами как в самых реках, так и перед их устьями. Невода эти точно такие же, как и зимние, но короче, т. к. реки имеют всего от 14 до 20 м в ширину. Около 30 неводо занимаются этим ловом, причем закидывают разом по десять неводо один сзади другого через всю реку, и едва успев выбрать, закидывают вновь. В невод попадает сразу до 60 кг рыбы. Но гораздо значительнее еще лов саками. Это простой сетной мешок, или мотня, около 2 м в диаметре и от 2 до 4 м длиной, надетый на обруч, прикрепленный к палке. Его опускают с берега и, захватив густой стаей идущего снетка, вытаскивают на берег. Мелкоячейные саки иногда совсем залепляются икрой, так что их трудно бывает вытащить [6].

Кроме этих способов лова, используемых только весной, как только озеро очистится ото льда, начинают ловить себрами, составляющими главное орудие лова на талой воде, подобно тому, как невод есть главное орудие подледного лова. Себра не что иное, как двойной невод, или, лучше сказать, – это два невода, закидываемые вместе, которые помогают друг другу и которыми ловят заодно. Невода эти редкочейные, так как ими ловят не снетков, а крупную рыбу, и имеют по 100 м в крыле. Этот сложный способ лова двумя и даже четырьмя неводами составляет исключительную особенность северного озерного лова и не встречается ни в морях, ни в реках. Другую особенность озерного неводного лова составляет то, что здесь лишь в редких случаях тянут невод на берег, большей же частью вытягивают его на лодки [7].

Кроме себр используют в летнее время еще рюсы, ставные сети и мутники, а осенью, т. е. с половины августа и сентября, продолжая ловить всеми этими снастями, ловят еще зимним тугасом снетков.

Летний лов гораздо разнообразнее зимнего и производится неводами и корюховыми кереводами, ставными сетями. Эти невода закидывают за 2 км от берега на глубине 10 и 12 м и тянут с берега воротом. Вытягивание невода продолжается около семи часов. В прежние времена, когда летний лов был гораздо изобильнее, захватывали до 819 кг сига в одну тоню [6, 7].

Ставные сети имеют 38 м в длину и 2,75 м. Они состоят из ячей несколько крупнее 4 см в сторону от узла до узла (на 40 см 8 ячей). С этими сетками выезжают на больших лодках, называемых соймами, на глубокие места. На каждый порядок сетей полагается по четыре больших камня, служащих вместо якорей, и у каждого камня по кубасу, или поплавку с шестом, для обозначения места. Кроме этого к нижней тетиве сетей привязаны небольшие камни, т. е. грузила, а к верхним поплавкам – сделанные из трубки свернутой коры [7].

На всем пространстве южной части некоторых озер главное и даже почти исключительное орудие лова есть матка, т. е. мережа или вентерь огромных размеров, с которыми могут равняться только громадные вентерья. Впрочем, и матки бывают различных размеров. Самые большие имеют до 24 м в длину и до 5,5 м в диаметре первого обруча, начиная от которого матка конусообразно суживается. Эти матки имеют семь обручей и три горла.

В осеннее время используют лов плавными сетками, состоящими из трех сетных полотен, из которых два наружных – крупноячейные ячеи, а внутренняя делается из толстой пряжи с ячеями

различной величины, смотря по рыбе, для которой сеть предназначена. По две сети связываются вместе и привязываются каждым концом к лодке, которые, разъехавшись на всю длину сети и натянув паруса, быстро плывут по ветру. Время от времени лодки сближаются, сеть вытягивается, и из нее выбирают застрявшую рыбу, которая, пройдя сквозь крупные ячей передней сети, попадает в ячей средней и вдавливает ее кошелом в ячей задней сети. Гораздо затруднительнее лов сетями в безветренную погоду [5, 7].

На основании вышесказанного можно сделать вывод о том, что в данном регионе основными сетными орудиями рыболовства являлись мережи, ставные и плавные сети, вентери и невода. В зависимости от времени года эти орудия рыболовства могли быть модифицированы для конкретного места постановки или определенного размера рыб.

Литература

1. *Гущин А.В. и др.* История рыболовства: рыбаки неолита Северо-Западной Африки // Рыбное хозяйство. – 2008. – № 1. – С. 104–107.
2. *Куза А.В.* Рыбный промысел в Древней Руси. – М.; СПб.: Нестор-История, 2016. – 208 с.
3. *Мандрик А.Т.* История рыбной промышленности российского Дальнего Востока (50-е годы XVII в. – 20-е годы XX в.). – Владивосток: Дальнаука, 1994. – 192 с.
4. *Мандрик А.Т.* История рыбной промышленности российского Дальнего Востока (1927–1940 гг.). – Владивосток: Дальнаука, 2000. – 158 с.
5. *Горнова А.М.* О состоянии рыболовства в арктических акваториях // Арктика и Север. – 2016. – № 25.
6. *Данилевский Н.Я.* Исследования о состоянии рыболовства в России. – С.-Петербург, 1871. – Т. 8. – С. 316.
7. История рыболовства [Электронный ресурс]. – URL: http://boomerangclub.ru/up/images/informaciya/priroda-sakhalina-i-kuril/multemediinie-diski/salmon/baza/pages/6_17.htm (дата обращения: 15.03.2021).

УДК 639.2/.3+597.556.331.1

В.А. Коржев, М.В. Почтарь

*Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ПИНРО им. Н.М. Книповича),
Мурманск, 183038*

**СТАТУС КЛЮВОРЫЛОГО ОКУНЯ (*S. MENTELLA* И *S. FASCIATUS*)
В РАЙОНЕ ЗМ (БАНКА ФЛЕМИШ-КАП СЗА) И СТРАТЕГИЯ УПРАВЛЕНИЯ
ЗАПАСОМ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРИ НИЗКОЙ ЧИСЛЕННОСТИ
ВЕЛИЧИНЫ ПОПОЛНЕНИЯ С УЧЕТОМ ПРЕДОСТОРОЖНОГО ПОДХОДА**

Оценка морских окуней банки Флемиш-Кап (микрорайон ЗМ) проводится для клюворылого окуня, который рассматривается как одна управленческая единица, состоящая из двух популяций очень похожих видов, населяющих банку Флемиш-Кап: *S. mentella* и *S. fasciatus*. Причиной такого подхода является историческое доминирование этой группы в коммерческом улове окуней в ЗМ, несмотря на появление случайных уловов золотистого окуня (*S. marinus*) в середине 2000-х годов и при возобновлении промысла трески в 2010 г. на банке Флемиш-Кап. Эти новые реальности вызвали пересмотр оценок улова с целью разделения коммерческого улова и прилова окуней в ЗМ на уловы золотистого (*S. marinus*) и клюворылого (*S. mentella* и *S. fasciatus*) окуней.

Оценка запаса выполнена методом XSA (расширенный анализ выживания), в котором в качестве настроечного файла используется возрастная матрица численности за 1989–2018 гг. по съемкам ЕС.

Прогноз состояния запаса на краткосрочный 2020–2022 гг. и среднесрочный 2020–2029 гг. периоды выполнен с использованием модернизированной программы детерминированного прогноза (MFDP). Рассматривались сценарии низкого предполагаемого пополнения, наблюдаемого на современном периоде.

В настоящее время и в течение ближайших лет будущее состояние клюворылого окуня в ЗМ продолжает зависеть от того, как выживание молодых пререкрутов может восстановить или не восстановить численность, и с какой скоростью, от ее фактической долгой депрессии во времени.

Ключевые слова: клюворылый окунь, запас, управление, прогноз.

V.A. Korzhev, M.V. Pochtar

*Polar branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography
(PINRO named after N.M. Knipovich),
Murmansk, 183038*

**STATUS OF DEEPWATER REDFISH (*S. MENTELLA* AND *S. FASCIATUS*) IN 3M DISTRICT
(FLEMISH-CAP-SZA BANK) AND STRATEGY OF MANAGING STOCK IN PRESENT
CONDITIONS DUE TO LOW SIZE OF RECRUIT-STOCK VALUE SUBJECT
TO PRECAUTIONARY APPROACH**

The assessment of the sea perches of the Flemish Cap banks (micro-district 3M) is carried out for the deepwater redfish, which is regarded as one management unit consisting of two very similar species inhabiting the banks of Flemish Cap: *S. mentella* and *S. fastuscia*. The reason for this approach is the historical dominance of this group in the commercial catch of perches in 3M district, despite the appearance of occasional catches of rosefish (*S. marinus*) in the mid-2000s and when resuming cod fishing in 2010 at the Flemish Cap Bank. These new realities caused the reexamination of the catch estimates in order to separate commercial perch catch and by catch in 3M district into catches of rosefish (*S. marinus*) and deepwater redfish (*S. mentella* and *S. fasciatus*).

The stock assessment was performed by the XSA method (advanced survival analysis), in which the age matrix of the population for 1989–2018 due to EU survey is used as a tuning file.

The forecast of the stock condition for the short-term 2020–2022 and medium-term 2020–2029 periods was made using the modernized deterministic forecast program (MFDP). The scenarios of low expected replenishment observed in the modern period were considered.

Currently, and in the coming years, the future state of the deepwater redfish in 3M district continues to depend on how the survival of juveniles can or cannot restore the population and at what rate it can leave long depression period.

Key words: deepwater rockfish, stock, management, prognosis.

Три вида морских окуней населяют банку Флемиш-Кап: глубоководный морской окунь-клювач (*Sebastes mentella*) с максимальной численностью на глубинах более 300 м; золотистый морской окунь (*Sebastes marinus*) и американский морской окунь (*Sebastes fasciatus*), предпочитающие более мелкие воды менее 400 м.

Оценка запаса морских окуней в 3М проводится для клюворылого окуня, который рассматривается как одна управленческая единица, состоящая из двух популяций: *S. mentella* и *S. fasciatus* [1]. Клюворылый окунь составляет большую часть биомассы морских окуней (в среднем 78% по данным серии съемок ЕС на банке Флемиш-Кап в 1988–2018 гг.) и большинство – в коммерческих уловах.

Клюворылые окуни банки Флемиш-Кап являются долгоживущими видами с медленным ростом, медленным созреванием и длительным процессом формирования пополнения до достижения длины 30–32 см. Популяции окуня-клювача и окуня американского имеют сходный темп роста длины, а особенно самок в возрасте до 20 лет [2, 3].

Запас клюворылого окуня в 3М эксплуатируется не только донными, но и пелагическими тралами. Из-за сходства внешней морфологии окуней в коммерческих уловах они сообщены совместно. Исторически большинство пелагических и донных коммерческих уловов в 3М представляют собой смесь окуня-клювача и окуня американского. В приловах при промысле черного палтуса в 3М наблюдалось до 100% *S. mentella*. Объем промысла морских окуней в 3М увеличился с 20 000 тонн в 1985 г. до 81 000 т в 1990 г., непрерывно снижаясь затем до 1998–1999 гг., когда минимальный улов около 1 000 т был зарегистрирован в качестве прилова при промысле черного палтуса. Это падение вылова было связано с одновременным сокращением биомассы запасов и промысловых усилий на данном промысле в первой половине 1990-х годов. С 2000-х годов в уловах зафиксирован поэтапный рост со среднего уровня в 3 000 т (2000–2004 гг.) до 7 000 т (2005–2017 гг.) и до 10 478 т в 2018 г.; принятый на 2018–2019 гг. ОДУ составил 10 500 т.

Размерный состав коммерческого улова и прилова. Структура коммерческого улова по размерным группам (по длине) показывает относительную стабильность в период 1989–2003 гг., при этом средняя длина за год находится в пределах 27–33 см. Затем до 2016 г. отмечается увеличение в уловах доли особей меньших размеров и средняя длина снижается до 24–27 см до 2016 г. Последовательность появления богатых годовых классов и снижение размера запаса, отмечаемое в 2007–2018 гг. по результатам съемок ЕС, объясняют такое снижение средней длины в уловах до 2016 г. В последующие 2017 и 2018 гг. увеличение средней длины в коммерческих уловах клюворылого окуня в среднем с 26,3 см в 2004–2016 гг. до 29,2 см в 2018 г. могут быть следствием увеличения усилий промысла на большие глубины (300–700 м) для большей части промысла 2017–2018 гг.

Возрастной состав. Возрастной состав общего улова получен с помощью размерно-возрастных ключей окуня-клювача в 1990–2007 и 2009–2018 гг. До 1993 г. возрастная группа 8 лет была наиболее распространенной в коммерческом улове, и последовательные когорты 1981–1984 гг. были наиболее важными при прохождении через этот возраст.

Увеличение промысла креветок и сокращение промысла окуней приводят к еще более молодым модальным возрастным группам в период с 1996 по 2004 г. Когорты 1999–2002 и 2005 гг. были наиболее распространенными в общем улове на протяжении большей части лет в 2001–2012 гг., годовой класс 1999 г. в возрасте 13 лет в 2012 г. был самым старшим и самым богатым возрастным классом из учитываемых. Годовые классы 2009–2011 гг. в возрасте от 5 до 6 лет были наиболее распространенными в период с 2014 по 2016 г. В последнее время большие размеры улова соответствуют более старшим возрастам, а возраст 11 и 12 лет был наиболее распространенным в 2017 г. Однако модальные возраста вернулись к гораздо более молодым в 2018 г., особи возрастов 6 и 7 лет (когорты 2012–2011 гг.) являются наиболее распространенным в улове.

Биомасса и численность по съемкам в 1988–2018 гг. Численность и биомасса запасов сократились в первые годы проведения съемок (1988–1990/1991 гг.) и оставались затем на очень

низком уровне до 2003 г. Последовательность относительно обильных годовых классов (2001–2005 гг.), включая самую сильную из серии съемок когорту 2002 г., в сочетании с высокими показателями выживаемости привели эксплуатируемые запасы к максимуму в 2006 г. Численность годовых классов в возрасте 4 лет (пополнение) снизилась после этого и стабилизировалась на очень низком уровне последних пяти когорт, входящих в эксплуатационные запасы (2010–2014 гг.). Эксплуатируемые запасы в период 2006–2010 гг. упали, показав некоторое восстановление в 2011–2012 гг. Однако после этого индексы снова возобновляют тенденцию к снижению. По результатам проведенных съемок в период с 2006 по 2010 г. пополнение запаса показывает быстрый спад, который продолжается до настоящего времени, оставаясь ниже среднего уровня.

Класс 2007 г. был последним из вышесредних по численности, и, как показывают съемки на данный момент, перспективы восстановления для этого запаса являются мрачными. После длительного периода низких уровней нерестовой биомассы с начала 1900-х г. индексы нерестовой биомассы самок показали ее резкий рост в 2003–2009 гг., отчасти из-за высоких показателей выживаемости, отчасти из-за снижения длины созревания в этот период. Нерестовая биомасса самок по-прежнему в 2018 г. была выше среднего показателя, независимо от широких межгодовых колебаний, которые трудно объяснить, но которые, безусловно, должны быть связаны с различными тенденциями и более широкими колебаниями, наблюдаемыми в процессах созревания как *S. mentella* и *S. fasciatus* с 2011 г.

Результаты съемок показывают, что численность нескольких сильных (обильных) годовых классов (2001–2005 гг.) вызывают быстрое и резкое увеличение запасов до середины 2000-х г. В последующие годы оба показателя – и запас, и пополнение – упали так же быстро, как быстро они увеличились. Размер запаса сократился, и к 2015 г. он упал до среднего уровня, в то время как нерестовая биомасса самок оставалась относительно высокой.

Результаты расчетов XSA

Численность и биомасса. Очень высокая промысловая смертность до 1996 г. привела к быстрому сокращению биомассы промыслового и нерестового запаса. Со снижением уровня промысловой смертности снижение запаса было остановлено. Но слабые классы 1991–1998 гг. поддерживали размер запасов до 2002–2003 гг., в основном за счет выживания и роста существующих когорт. Появившиеся выше среднего по численности годовые классы в сочетании с низкой промысловой смертностью привели к быстрому росту биомассы и численности окуней с 2003 г. и к увеличению запаса до максимума в 2008–2010 гг. С 2010 г. численность окуней начала снижаться по причинам, не связанным с промыслом, но по-прежнему на 2018 г. находится на уровне выше минимума 1995–2001 гг. Биомасса снизилась и снова возросла между 2009 и 2014 гг., оставаясь, однако, на очень высоком уровне. После этого началось ее снижение, которое продолжалось до 2018 г. Однако из-за индивидуального роста и относительно низкой промысловой смертности на начало 2018 г. биомасса запаса по-прежнему находилась на высоком уровне. Те же предположения, а также тщательный пересмотр созревания по длинам с течением времени, объясняют общий рост нерестовой биомассы с 2003 г. и его поддержание на максимальном уровне в 2017–2018 гг.

Пополнение (численность в возрасте 4 года) увеличивалось в соответствии с последовательностью появления выше средних годовых классов с 1999 по 2007 г., некоторые из них были самыми высокими из наблюдаемых в серии (2002–2006 гг.). Однако с 2009 г. пополнение постоянно снижалось и на 2017–2018 гг. находилось на историческо-минимальном уровне.

Стратегия регулирования. Краткосрочные и среднесрочные прогнозы

Регулирование запаса морских окуней на банке Флемиш-Кап осуществляется установлением промысловых квот (ОДУ) и промысловой смертности F_{bar} (среднее значение F возрастов 6–16 лет). Ранее было показано, что оптимальной промысловой смертностью, обеспечивающей максимальный вылов в рамках предосторожного подхода для морских окуней, является промысловая смертность из диапазона $F_{0,1}$ и F_{max} , в зависимости от величины пополнения [4–6]. Значения ориентиров $F_{0,1}$ и F_{max} выполнено на основе кривой YPR (улов на рекрута) и: $F_{0,1} = 0,09$, $F_{max} = 0,19$.

Результаты съемок ЕС и расчеты по XSA показывают, что запас по-прежнему имеет высокую нерестовую биомассу (в результате выживания и роста выше среднего высоких 1999–2007

годовых классов), но показывают снижение промысловой биомассы, численности и пополнения. В 2017 и 2018 гг. показатели пополнения были самыми низкими за всю историю, в то время как промысловая смертность поднялась выше $F_{0,1}$ в течение терминального 2018 г.

Пополнение за 2014–2018 гг. (рассчитанное по XSA) было минимальным за весь период 1989–2018 гг. и с 2014 г. постоянно снижалось (минимум в 2018 г. – 6 215 тыс. экз. (таблица). Учитывая, что в терминальный год оценки пополнения, рассчитанные по XSA, обычно недооцениваются и ненадежны, при определении пополнения на прогнозируемые годы оценки 2018 г. не учитывались.

Краткосрочные (на три года – 2020–2022 гг.) и среднесрочные (на десять лет – 2020–2029 гг.) стохастические прогнозы улова и нерестовой биомассы самок (SSB) по четырем вариантам промысловой смертности F , постоянными в течение времени прогноза: 1) $F_{\text{bar}} = 0$ (нет промысла); 2) $F_{\text{bar}} = F_{\text{status quo}}$ (F_{bar} в 2018 г. последнем году расчета по XSA, он составил 0,2204; 3) $F_{\text{bar}} = F_{0,1} = 0,09$; 4) $F_{\text{bar}} = F_{\text{max}} = 0,19$ – были выполнены с помощью модернизированной программы детерминированного прогноза MFDP. Программа была модернизирована, с тем чтобы возможно было использовать переменное стохастическое пополнение.

Алгоритм модели использует вводные данные численности по возрастам 5–19 лет в начальный год прогнозов (2020). Начальная численность запаса в возрасте 5–19 лет представляет собой прогноз выживших по XSA к концу 2018 г., если $F_{\text{status quo}}$ будет использоваться в течение 2019 г. Все остальные входные данные (относительная промысловая смертность, вес в запасе и вес в улове, огива созревания по возрастам) берутся как средние значения за последние три года (2016–2018 гг.) с соответствующими ошибками.

Пополнение (возраст 4 года) в 2019, 2020 и 2021 гг. предполагается постоянным и равным геометрическому среднему последних пополнений (возраст 4 XSA, 2015–2017). Начиная с третьего года прогноза (2022 г.) пополнение в возрасте 4 года оценивается случайным образом путем перевыборки логарифмов остатков от геометрического среднего за 2015–2017 гг.

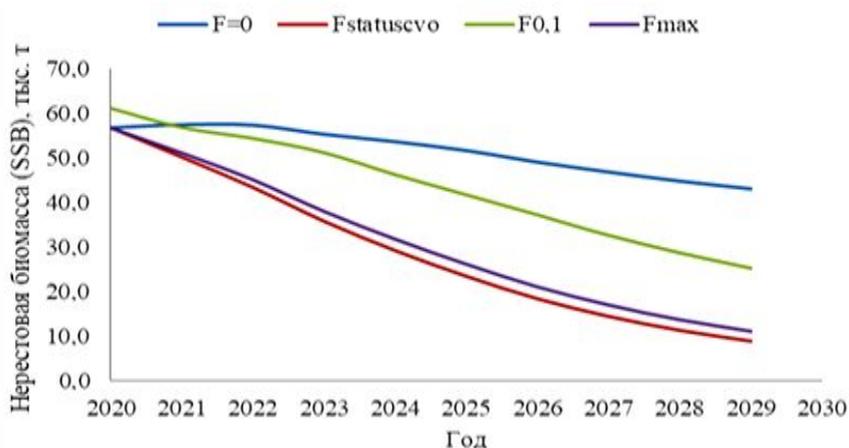
Программа используется в формате электронной таблицы Excel со всеми векторами исходных данных, необходимыми для выполнения прогнозов. Естественная смертность принята равной 0,1 для всех возрастов и лет.

Основные результаты краткосрочных прогнозов по нерестовой биомассе SSB и улова по выбранным вариантам F представлены в таблице и рисунке.

Динамика нерестовой биомассы (SSB) и вылова морских окуней на банке Флемиш-Кап в краткосрочной (2020–2022 гг.) и среднесрочной (2020–2029 гг.) перспективе при различных значениях промысловой смертности, тыс. т

| Год | F_0 | 0 | $F_{\text{status quo}}$ | 0,2204 | $F_{0,1}$ | 0,09 | F_{max} | 0,19 |
|------|--------|---------|-------------------------|--------------|-----------|---------|------------------|--------------|
| | SSB, т | Улов, т | SSB, т | Улов, т | SSB, т | Улов, т | SSB, т | Улов, т |
| 2020 | 56 649 | 0 | 56 649 | 9 540 | 56 649 | 4 107 | 56 649 | 8 324 |
| 2021 | 57 315 | 0 | 50 079 | 8 839 | 54 230 | 4 233 | 51 015 | 7 899 |
| 2022 | 57 201 | 0 | 43 307 | 7 983 | 51,012 | 4 232 | 44 983 | 7 296 |
| 2023 | 55 181 | 0 | 35 735 | 7 112 | 46 102 | 4 099 | 37 902 | 6 614 |
| 2024 | 53 546 | 0 | 29 184 | 6 229 | 41 601 | 3 873 | 31 667 | 5 873 |
| 2025 | 51 580 | 0 | 23 450 | 5 315 | 37 113 | 3 561 | 26 058 | 5 102 |
| 2026 | 49 022 | 0 | 18 412 | 4 524 | 32 537 | 3 258 | 20 981 | 4 385 |
| 2027 | 46 842 | 0 | 14 474 | 3 861 | 28 639 | 2 960 | 16 921 | 3 764 |
| 2028 | 44 818 | 0 | 11 353 | 3 284 | 25 195 | 2 664 | 13 618 | 3 268 |
| 2029 | 43,117 | 0 | 89 40 | 2 794 | 22 282 | 2 413 | 11 017 | 2 917 |

Если очень низкий уровень пополнения последних лет будет преобладать и далее, то промысел с $F_{\text{status quo}}$ и F_{max} будет поддерживать нерестовый запас SSB на начало 2022 г. близко к уровню 2012 г. – 45 000 т, это исторически еще высокий уровень SSB. Тем не менее с настоящего (2019 г.) и далее SSB будет снижаться независимо от варианта F , и более быстрыми темпами, если будет реализован любой из вариантов ($F_{\text{status quo}}$ и F_{max}). В настоящее время и в ближайшие годы будущего запаса кловорылого окуня в ЗМ продолжает зависеть от того, какой будет скорость выживания молодых пререкрутов кловорылого окуня, и смогут ли они восстановить запас после его фактической долгой депрессии во времени.



Траектории изменения нерестовой биомассы (SSB) при различной промысловой смертности и низкой величине пополнения

Запас клюворыблого окуня на банке Флемиш-Кап сокращался с 2014 г. после заметного восстановления промысловой и нерестовой биомассы самок, которое началось после 2002–2003 гг. Высокий уровень биомассы сохранялся до 2014 г. при поддержке низкой промысловой смертности и высокого индивидуального роста выживших, но не был устойчивым. После 2014 г. наблюдается устойчивое снижение численности и не наблюдаются причины в краткосрочной перспективе остановить снижение, поскольку годовые классы пополнения по-прежнему крайне слабы. Естественная смертность в последние годы (2015–2018 гг.) оставалась на уровне 0,1, как и ее величина, которая предполагалась в 1980–1990-х гг.

В современных условиях низкого пополнения запаса предлагается регулировать состояние запаса путем снижения квот вылова до 4–4,5 тыс. т.

Литература

1. Saborido-Rey F. El género *Sebastes* Cuvier, 1829 (Pisces, Scorpaenidae) en el Atlántico Norte: identificación de especies y poblaciones mediante métodos morfométricos; crecimiento y reproducción de las poblaciones en Flemish Cap. Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de Biología, Departamento de Zoología. – Madrid. Phd Thesis, 1994, xi, 276 pp.
2. Saborido-Rey F. Age and growth of redfish (*Sebastes marinus*, *S. mentella* and *S. fasciatus*) in Flemish Cap (Northwest Atlantic). *NAFO SCR Doc.* 01/109. Ser. No. N 4495, 2001. – 19 pp.
3. Особенности роста морских окуней рода *Sebastes* на банке Флемиш-Кап // Вопросы ихтиологии. – 2020. – № 1. – 10 с.
4. Korzhev V., Pochtar M. Proposals for the exploitation strategy of the Flemish Cap redfish stock. *NAFO SCR Doc.* 18/045, serial No. N6836
5. Korzhev V., Pochtar M. Proposals for redfish fishery regulation with occasional recruitment in the Flemish Cap Bank area. *NAFO SCR Doc.* 19/014, serial No. N6930
6. Alpoim- An Assessment of Beaked Redfish (*S. mentella* and *S. fasciatus*) in NAFO Division 3M (including an update for the most recent level of natural mortality) / A. Ávila de Melo, F. Saborido-Rey, M. Fabeiro, Sonia Rabade, D. González Troncoso, F. González-Costas, M. Pochtar and R. – *NAFO SCR Doc.* 19/016, Ser. No. N6932.

УДК 620.19

И.А. Романенков, И.В. Малолетко, Р.М. Трибунская

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

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЛОКАЛЬНОЙ СКОРОСТИ ПРОЦЕССОВ ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКОЙ КОРРОЗИИ

Для проектирования и оценки состояния электрохимической защиты корпусов морских судов необходимо учитывать многие факторы, в том числе и интенсивность процессов коррозии на разных участках корпусных конструкций. Морская коррозия, как и каждый электрохимический процесс, контролируется скоростью наиболее медленной из его стадий, а скорость реакций на каждой стадии определяется условиями торможения как самой реакции химической поляризации, так и транспорта реагирующих частиц и продуктов реакции в процессе концентрационной поляризации. Поэтому исходным данными при изучении кинетики электрохимической коррозии металлов являются вольт-амперные характеристики процессов поляризации. Полученные данные позволяют осуществлять выбор наиболее эффективного способа электрохимической защиты, а также определить особые зоны корпуса судна, наиболее подверженные процессам коррозии [1, 2].

В статье рассматривается методика оценки локальной скорости процессов электрохимической коррозии судовых корпусных конструкций на основании явления поляризации с использованием поляризационных кривых.

Ключевые слова: электрохимическая коррозия, химическая поляризация, вольт-амперная характеристика, электрохимическая защита.

I.A. Romanenkov, I.V. Maloletko, R.M. Tribunskaya

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

METHOD FOR ESTIMATING LOCAL VELOCITY OF ELECTROCHEMICAL CORROSION PROCESSES

It is necessary to take into account many factors, including the intensity of corrosion processes in different parts of the hull structures to design and assess the state of hulls electrochemical protection on sea vessels. Marine corrosion, as every electrochemical process, is controlled by the rate of the slowest of its stages, and the rate of reactions at each stage is determined by the conditions of inhibition of both the chemical polarization reaction itself and the transport of reacting particles and reaction products during concentration polarization. Therefore, the initial data in the study of the metals electrochemical corrosion kinetics are the current-voltage characteristics of the polarization processes. The obtained data make it possible to select the most effective method of electrochemical protection, as well as to determine the special zones of the ship's hull most susceptible to corrosion processes [1, 2].

The methodology for assessing the local rate of electrochemical corrosion processes of ship hull structures based on the phenomenon of polarization using polarization curves are described in the article.

Key words: electrochemical corrosion, chemical polarization, current-voltage characteristic, electrochemical protection.

Поляризационной кривой называют вольт-амперную характеристику процесса поляризации $\eta(j_n)$, представленную графически и смещенную по оси ординат на величину стационарного потенциала ϕ . Поляризационная кривая отражает зависимость:

$$\eta + \phi = I(j_n),$$

где j_n – нормальная составляющая плотности тока на рассматриваемой поверхности; η – перенапряжение.

Типичная форма поляризационной кривой металла в морской воде приведена на рис. 1, где область $j_n > 0$ соответствует процессу анодной поляризации, а область $j_n < 0$ – катодной поляризации [3].

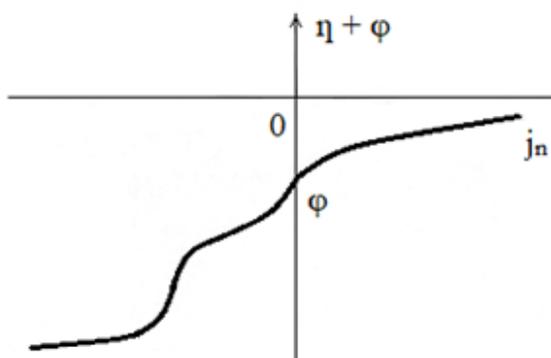


Рис. 1. Типичная форма поляризационной кривой при коррозии металлов в морской воде

Однако на практике удобнее использовать поляризационные кривые, представленные на рис. 2, где по оси абсцисс отложены значения $|j_n|$, а по оси ординат величина $-\eta + \phi$. В таком виде для каждого металла можно построить отдельно как анодную (рис. 2, кривая 1), так и катодную (рис. 2, кривая 2) поляризационные кривые [4, 5].

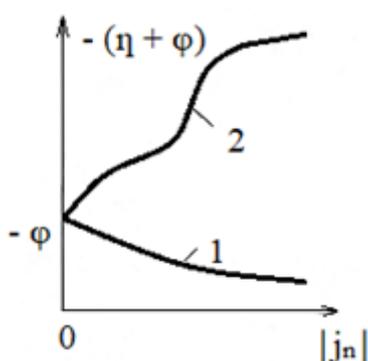


Рис. 2. Рабочие поляризационные кривые

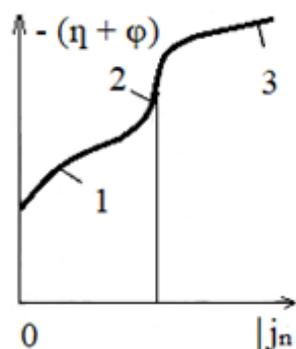


Рис. 3. Катодная поляризационная кривая

Рассматривая приведенные типичные поляризационные кривые, можно установить некоторые общие закономерности электрохимических процессов при коррозии металлов в морских условиях. Сопоставляя величины анодного и катодного перенапряжений при одной и той же плотности тока и сравнивая общий вид представленных кривых, можно заключить, что процесс морской коррозии протекает в большинстве случаев с резко выраженным катодным контролем ($\eta_k \gg \eta_a$), причем форма катодной поляризационной кривой, как правило, значительно сложнее, чем анодной. Последнее объясняется тем, что анодная кривая характеризует в основном один процесс:



тогда как катодная поляризационная кривая отражает последовательное протекание разных электрохимических процессов:



В связи с этим на катодной поляризационной кривой металла в морской воде могут быть выделены три типичных участка, представленных на рис. 3.

Участок 1 соответствует процессу химической поляризации при восстановлении растворенного кислорода.

Вольт-амперная характеристика этого процесса следует из общих соотношений теории замедленного разряда и может быть представлена в виде:

$$j_k = 2AC_s \operatorname{sh}\left(\frac{F\eta}{2RT}\right), \quad (4)$$

где j_k – катодная плотность тока; A – константа; C_s – концентрация реагирующих частиц (молекул растворенного кислорода) у поверхности реакции; F – число Фарадея; η – перенапряжение рассматриваемого процесса (отрицательное смещение потенциала катода по отношению к равновесному потенциалу); R – универсальная газовая постоянная; T – абсолютная температура.

На этом участке плотность тока относительно невелика, поэтому концентрация растворенного кислорода не лимитирует скорость рассматриваемого процесса и может быть принята постоянной для всей поверхности реакции [6, 7].

Участок 2 на рис. 3 соответствует процессу концентрационной поляризации, определяемой скоростью диффузии кислорода к поверхности катода. Вольт-амперные характеристики процесса концентрационной поляризации также могут быть представлены формулой (4), если считать входящую в нее величину C_s переменной по поверхности, что вполне допустимо, так как условия диффузии растворенного кислорода существенно разнятся на различных участках поверхности. В связи с этим вольт-амперные характеристики процесса концентрационной поляризации на различных участках катодной поверхности различны и зависят как от конфигурации этой поверхности, так и от внешних условий, в первую очередь – от условий обтекания корпуса морской водой.

Однако для вольт-амперных характеристик на различных участках поверхности сохраняются некоторые общие закономерности. Основная из них заключается в том, что при концентрационной поляризации плотность тока не может превысить некоторой предельной (для данной точки) величины, называемой плотностью предельного диффузионного тока $j_{пр}$. Величина $j_{пр}$ также зависит от условий обтекания поверхности корпуса.

Участок 3 на рис. 3 соответствует значительным перенапряжениям, которые достигаются, например, в непосредственной близости от границы металлов с большой разностью стационарных потенциалов. На этом участке рассматриваемый катодный процесс определяется восстановлением ионов водорода и в отличие от реакции (2) тормозится только химической поляризацией, так как концентрация ионов водорода в морской воде достаточно велика.

Таким образом, рассмотренные типичные поляризационные кривые в некоторых случаях отличаются от поляризационных кривых, характеризующих кинетику процессов морской электрохимической коррозии в реальных условиях. Это объясняется влиянием различных пленок на поверхности металла подводной части корпуса судна, неконтролируемых условий обтекания этой поверхности и многих других факторов [8–10].

Однако поляризационные кривые позволяют определить лишь взаимосвязь между потенциалом и плотностью тока на поверхности металла, а не сами эти величины, непосредственно характеризующие локальную скорость коррозии металла. С изменением электрохимических условий (при повреждении лакокрасочных покрытий, изменении эксплуатационных или гидрофизических условий плавания судна и т. п.) поляризационные кривые, а соответственно и результаты проводимых с их использованием расчетов, будут также меняться. Поэтому для получения достаточно полных данных распределения коррозионного потенциала и тока в процессе эксплуатации судов необходима также информация о динамике рассматриваемых электрохимических процессов [11–15].

В связи с этим при проектировании средств защиты от контактной коррозии знания одних поляризационных кривых недостаточно – они являются лишь необходимыми исходными данными при нахождении распределения потенциала и тока по корродирующей поверхности. В свою очередь, решение таких задач требует использования специальных методов расчета, моделирования и натуральных измерений [16, 17].

Литература

1. Белов О.А. Антикоррозионные мероприятия как фактор экологической безопасности на морском транспорте // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое: Материалы X Нац. (всерос.) науч.-практ. конф. – 2019. – С. 76–79.

2. Разработка мероприятий по защите корпусов судов от электрокоррозии на судоремонтных предприятиях / *О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.П. Ястребов, В.А. Ветров, А.Д. Щелканов, И.И. Бондарчук* // Техническая эксплуатация водного транспорта: проблемы и пути развития: Материалы междунар. науч.-техн. конф. – 2019. – С. 31–32.
3. *Зобочев Ю.Е. и др.* Коррозия и защита морских судов. – Л.: Судостроение. – 1973. – 392 с.
4. *Белов О.А., Зайцев С.А., Кротенко Д.С.* Общие принципы расчета и установки подвесной протекторной защиты на судах при долговременном стояночном режиме // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IX Всерос. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 114–118.
5. Оценка эффективности методик измерения потенциала стальных корпусов рыбопромысловых судов / *В.А. Швецов, О.А. Белов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина, А.Ю. Бессонов* // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Седьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2016. – С. 191–193.
6. *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. – 2018. – С. 17–20.
7. Совершенствование контроля защищенности стальных корпусов морских судов от электрокоррозии / *О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.В. Шунькин, О.А. Белавина* // Коррозия: материалы, защита. – 2018. – № 5. – С. 9–16.
8. *Белов О.А.* Проблемы защиты судов Камчатского флота от коррозии и пути их решения // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование: Материалы IX всерос. науч.-практ. конф. – 2018. – С. 110–113.
9. 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.
10. К вопросу о продолжительности периода эффективной работы систем защиты от коррозии стальных корпусов вспомогательных судов / *О.А. Белов, В.А. Швецов, Д.А. Арчибисов, О.А. Белавина* // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2017. – № 3. – С. 7–15.
11. О выборе электродов для контроля систем протекторной защиты стальных судов и кораблей / *Д.П. Ястребов, О.А. Белов, В.А. Швецов, О.А. Белавина* // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. – 2019. – № 4. – С. 39–45.
12. *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.
13. Контроль качества ремонта систем ПЗ и ЛКП на судах типа МРС / *О.А. Белов, Д.П. Ястребов, В.А. Швецов, О.А. Белавина* // Наука, образование, инновации: пути развития: Материалы Восьмой всерос. науч.-практ. конф. – 2017. – С. 58–59.
14. *Белов О.А., Швецов В.А., Ястребов Д.П.* Обоснование оптимальной периодичности контроля работы протекторной защиты стальных корпусов судов // Эксплуатация морского транспорта. – 2017. – № 1 (82). – С. 55–58.
15. 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. – № 39. – С. 6–11.
16. Патент на полезную модель RU 169581 U1, 23.03.2017. 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*; Заявитель и патентообладатель Камчатский государственный технический университет (RU). Заявка № 2016139086 от 04.10.2016.
17. Патент на изобретение RU 2643709 C1, 05.02.2018. Способ контроля защищенности стальных корпусов кораблей и судов от электрохимической коррозии и электрокоррозии / *О.А. Белов, В.А. Швецов, О.А. Белавина*; Заявитель и патентообладатель Камчатский государственный технический университет (RU). Заявка № 2017115308 от 28.04.2017.

УДК 639.2(265.53)"2020"

Ю.К. Семенов¹, А.А. Смирнов^{2,3}

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

² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО),
Москва, 107140;

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

ОСОБЕННОСТИ ПРОМЫСЛА ДОННЫХ РЫБ (ПАЛТУСОВ, ТРЕСКИ, МАКРУРУСОВ, СКАТОВ, ДЛИННОПЕРОГО ШИПОЩЕКА) В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ В 2020 ГОДУ

Рассматриваются особенности промысла донных рыб (палтусов, трески, макрурусов, скатов, длинноперого шипощека) в северной части Охотского моря. Показана изменчивость вылова по месяцам различных видов. Предложены меры по оптимизации промысла.

Ключевые слова: палтусы, треска, макрурусы, скаты, длинноперый шипошек, Охотское море, вылов, ярусы, сети.

J.K. Semenov¹, A.A. Smirnov^{2,3}

¹ Magadan branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (MagadanNIRO),
Magadan, 685000;

² Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)
Moscow, 107140;

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

FEATURES OF BOTTOM FISH FISHING (HALIBUT, COD, GIANT GRENADIE, SKATE, BROADBANDED THORNYHEAD) IN THE NORTHERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK IN 2020

The peculiarities of fishing for bottom fish (halibut, cod, giant grenadie, skate, broadbanded thornyhead) in the northern part of the sea of Okhotsk are described in the article. The variability of the catch of different species by months is shown. The measures to optimize fishing are proposed.

Key words: halibuts, cod, giant grenadies, skates, broadbanded thornyhead, the sea of Okhotsk, catch, longlines, nets.

В последние годы в северной части Охотского моря, в частности, в Северо-Охотоморской промысловой подзоне (далее – СОМ), активно развивается промысел донных рыб, который в преобладающей степени ведется ярусами и донными сетями [1, 2].

Основными объектами промысла являются палтусы, черный и белокорый (*Reinhardtius hippoglossoides* и *Hippoglossus stenolepis*), треска (*Gadus macrocephalus*), макрурусы (в основном ловится малоглазый макрурус (*Albatrossia pectoralis*)) [3], в меньших объемах осваиваются скаты, у которых в уловах доминирует щитоносный скат (*Bathyraja parmifera*) [4] и длинноперый шипошек (*Sebastolobus macrochir*).

По информации Магаданского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (МагаданНИРО), подготовленной на основе судовых суточных донесений (ССД), а также данных, поступивших от научных наблюдателей, находившихся на промысловых судах в Охотском море, мы помесечно проанализировали ход промысла донных рыб в СОМ в 2020 г.

В январе промысел донных рыб в СОМ не проводился.

В феврале ловили от одного до четырех судов-ярусоловов. Основная часть флота приступила к промыслу только в 3-й декаде месяца, затратив на промысел 19 судосудок. Суточные уловы у судов варьировали от 0,1 до 20,7 т, в среднем составляя 4,1 т. Основу вылова составляла треска, которой было выловлено 49 т (66,4% от общего вылова), ее суточные уловы колебались от 6,4 до 19,9 т, в среднем 12,3 т. На втором месте по вылову стояли скаты, их было выловлено 12,4 т (16,8%) от общего вылова, их суточные уловы варьировали от 0,06 до 5,9 т, в среднем 1,4 т. Черного палтуса было выловлено 12,2 т (16,6%), его суточный вылов изменялся от 0,05 до 1,7 т, в среднем 0,9 т. Белокорый палтус ловился в качестве прилова, добыто 0,192 т. Всего за месяц было поймано 74 т рыб, что в два раза меньше, чем в феврале 2019 г.

В марте ловили от одного до шести судов-ярусоловов и 1–7 сетеловов, затратив на промысел 204 судосудок. Суточные уловы у судов варьировали от 0,1 до 19,3 т, в среднем составляя 2,3 т. Черный палтус составлял основу уловов, его вылов составил 237,8 т (52,5%), суточные уловы колебались от 0,1 до 8,7 т, в среднем 1,3 т. На втором месте по вылову были макрурусы, их вылов составил 112,8 т (24,9%), суточные уловы варьировали от 2,3 до 19 т, в среднем 9,4 т. Скатов было выловлено 100,9 т (22,3%), суточные уловы варьировали от 0,06 до 15,5 т, в среднем 2,0 т. Белокорый палтус (0,6 т) и шипошек (0,5 т) ловились в качестве прилова. Всего за месяц было поймано 453 т рыб, на уровне марта 2019 г.

В апреле ловили от трех до девяти судов-ярусоловов и 4–8 сетеловов, затратив на промысел 379 судосудок. Суточные уловы у судов варьировали от 0 до 35,7 т, в среднем составляя 3,2 т. Доля вылова ярусоловов от суммарного объема добытых биоресурсов составила 77,5%. Черный палтус составлял основу уловов, его вылов составил 565,7 т (46,2%), суточные уловы колебались от 0 до 12,3 т, в среднем 1,6 т. Скатов было выловлено 395,7 т (32,3%), суточные уловы варьировали от 0,03 до 35,4 т, в среднем 2,7 т. Вылов макрурусов составил 240,8 т (19,7%). Суточный вылов варьировал от 0,1 до 19,7 т, в среднем 7,2 т. Треска (14,7 т), белокорый палтус (3,2 т) и шипошек (3,3 т) ловились в качестве прилова. Всего за месяц было поймано 1 223 т рыб, что в 1,7 раза выше, чем в апреле 2019 г.

В мае ловили от трех до девяти судов-ярусоловов и до пяти сетеловов, затратив на промысел 306 судосудок. Суточные уловы у судов варьировали от 0,3 до 24,3 т, в среднем составляя 3,5 т. Доля вылова ярусоловов от суммарного объема добытых биоресурсов составила 84,2%. Черный палтус составлял основу уловов, его вылов достиг 677,6 т (57,8%), суточные уловы колебались от 0,02 до 15,4 т, в среднем 1,9 т. Вылов макрурусов составил 301,1 т (25,7%). Суточный вылов варьировал от 2,3 до 23,6 т, в среднем 11,3 т. Скатов было выловлено 181 т (15,4%), суточные уловы варьировали от 0,02 до 16,8 т, в среднем 1,3 т. Треску (4,9 т) в конце месяца ловило ярусом одно судно на западе СОМ, в заливе Аян. Белокорый палтус (3,6 т) и шипошек (4,1 т) ловились в качестве прилова. Всего за месяц было поймано 1 172 т рыб, что на 188 т выше, чем в мае 2019 г.

В июне ловили от четырех до девяти судов-ярусоловов и до четырех сетеловов, затратив на промысел 251 судосудок. Суточные уловы у судов варьировали от 0,001 до 15,8 т, в среднем составляя 2,9 т. Доля вылова ярусоловов от суммарного объема добытых биоресурсов составила 84,6%. Черный палтус составлял основу уловов, его вылов был 473,1 т (60,5%), суточные уловы колебались от 0,008 до 7,8 т, в среднем 1,9 т. Скатов было выловлено 139,8 т (17,9%), суточные уловы варьировали от 0,05 до 12,9 т, в среднем 1,1 т. Вылов макрурусов составил 137,5 т (17,6%). Суточный вылов варьировал от 0,001 до 15,8 т, в среднем 6,3 т. В заливе Аян одно судно продолжало ловить треску, вылов составил 26,9 т. Суточный вылов варьировал от 0,3 до 1,3 т, в среднем 1 т. Белокорый палтус (2,9 т) и шипошек (1,5 т) ловились в качестве прилова. Всего за месяц было поймано 782 т рыб, что на 291 т меньше, чем в июне 2019 г.

В июле ловили от трех до 11 судов-ярусоловов и 2–4 сетелова, затратив на промысел 303 судосудок. Суточные уловы у судов варьировали от 0,005 до 52,1 т, в среднем составляя 4,1 т. Доля вылова ярусоловов от суммарного объема добытых биоресурсов составила 84,8%. Черный палтус составлял основу уловов, его вылов достигал 496 т (40,1%), суточные уловы колебались от 0,003 до 12,1 т, в среднем 2 т. Вылов макрурусов составил 642,7 т (51,9%). Суточный вылов варьировал от 0,6 до 52,1 т, в среднем 16,9 т. Скатов было выловлено 68,5 т (5,5%), суточные уловы варьировали от 0,02 до 10,9 т, в среднем 0,7 т. В заливе Аян 1 судно продолжало ловить треску, вылов составил 27,1 т. Суточный вылов варьировал от 0,6 до 1,4 т, в среднем 1,1 т.

Белокорый палтус (0,7 т) и шипошек (3 т) ловились в качестве прилова. Всего за месяц было поймано 1 238 т рыб, что на 443,5 т меньше, чем в июле 2019 г.

В августе в промысле участвовали от трех до 12 судов-ярусоловов, 2–7 сетелова и эпизодически один тральщик, затратив на промысел 376 судосуток. Суточные уловы у судов варьировали от 0,04 до 34,1 т, в среднем составляя 4,1 т. Доля вылова ярусоловов от суммарного объема добытых биоресурсов составила 89%. Черный палтус составлял основу уловов, его вылов составил 413,9 т (26,8%), суточные уловы колебались от 0,03 до 8 т, в среднем 1,3 т. Вылов макрурусов составил 1 066,5 т (69,1%). Суточный вылов варьировал от 1,1 до 34 т, в среднем 13,7 т. Скатов было выловлено 59 т (3,8%), суточные уловы варьировали от 0,05 до 4,5 т, в среднем 0,6 т. В заливе Аян одно судно продолжало ловить треску, вылов составил 3,1 т. Суточный вылов варьировал от 0,4 до 0,6 т, в среднем 0,35 т. Белокорый палтус (0,1 т) и шипошек (1,1 т) ловились в качестве прилова. Всего за месяц было поймано 1 544 т рыб, что на 89 т меньше, чем в августе 2019 г.

В сентябре в промысле участвовали от трех до девяти судов-ярусоловов и до семи сетеловов, затратив на промысел 271 судосуток. Суточные уловы у судов варьировали от 0,03 до 37,5 т, в среднем составляя 2,9 т. Доля вылова ярусоловов от суммарного объема добытых биоресурсов составила 84%. Черный палтус составлял основу уловов, его вылов составил 423,9 т (53,2%), суточные уловы колебались от 0,02 до 10,4 т, в среднем 1,8 т. Вылов макрурусов составил 297,7 т (37,3%). Суточный вылов варьировал от 3,4 до 37,5 т, в среднем 16,5 т. Скатов было выловлено 51,7 т (6,5%), суточные уловы варьировали от 0,05 до 4,2 т, в среднем 0,8 т. В заливе Аян одно судно продолжало ловить треску, вылов составил 21,7 т. Суточный вылов варьировал от 0,3 до 1,4 т, в среднем 1,1 т. Белокорый палтус (0,2 т) и шипошек (1,9 т) ловились в качестве прилова. Всего за месяц было поймано 797 т рыб, что на 184,3 т больше, чем в сентябре 2019 г.

В октябре в промысле участвовали от одного до шести судов-ярусоловов, затратив на промысел 83 судосуток. Суточные уловы у судов варьировали от 0,04 до 16,4 т, в среднем составляя 2,8 т.

Черный палтус составлял основу уловов, его вылов составил 151,9 т (65,5%), суточные уловы колебались от 0,04 до 10,5 т, в среднем 2,8 т. Вылов макрурусов составил 25,4 т (11%). Суточный вылов варьировал от 3,2 до 16,4 т, в среднем 8,5 т. Скатов было выловлено 5 т (2,2%), суточные уловы варьировали от 0,2 до 1,1 т, в среднем 0,6 т. В заливе Аян 1 судно продолжало ловить треску, вылов составил 49,2 т. Суточный вылов варьировал от 0,4 до 5,3 т, в среднем 2 т. В качестве прилова ловился шипошек (0,4 т). Всего за месяц было поймано 232 т рыб, что на 94,2 т больше, чем в октябре 2019 г.

В ноябре в промысле эпизодически, в первой декаде месяца участвовали два судна-ярусолова, затратив на промысел 4 судосуток. В ноябре 2019 г. промысловая активность была значительно выше (28 судосуток). Доля черного палтуса составляла 100% от общего вылова, его вылов составил 25 т, суточные уловы колебались от 1,6 до 7,4 т, в среднем 5 т.

В декабре в промысле участвовали от 1 до 3 судов-ярусоловов и эпизодически 1 сетелов, затратив на промысел 33 судосуток. Основу уловов составили макрурусы, их вылов составил 276 т (93,1%). Суточный вылов варьировал от 2,0 до 24,3 т, в среднем 10,6 т. Уловы черного и белого палтусов, скатов и трески эпизодически отмечались во второй половине месяца у одного судна-ярусолова и одного сетелова. За месяц было выловлено 0,6 т черного палтуса, 1,8 т скатов и 17,9 т трески, 27 кг белого палтуса. Всего за месяц было поймано 296 т рыб, что в пять раз больше, чем в декабре 2019 г.

Обобщая вышесказанное, можно сделать следующие выводы.

Всего в 2020 г. в промысле донных рыб в СОМ принимали участие до 12 судов-ярусоловов (их минимальное количество было в ноябре (два судна), максимальное – в июле – августе) и до семи сетеловов (минимум в декабре, когда эпизодически работало одно судно, максимум в апреле). В феврале и октябре – ноябре сетеловы в промысле участия не принимали. В январе флот не работал ввиду сложных гидрометеорологических условий (шторма, ледовые поля в районе работ). С февраля по сентябрь число судов увеличивалось, в августе их было максимальное количество (до 20), затем наблюдалось снижение их количества на промысле.

Общий вылов черного и белого палтусов, трески, макрурусов, скатов и длинноперого шипошека составил 7 836 т. Максимум месячного вылова рассматриваемых видов был достигнут в августе (1544 т), минимум в ноябре (25 т). Вылов по месяцам различных видов был неравномерным. Максимальное количество черного палтуса было выловлено в мае (678 т), минимальное – в декабре (0,6 т). Вылов макрурусов был наибольшим в августе (1 066 т) и наименьшим

в октябре (25 т). Освоение скатов было максимальным в апреле (396 т) и минимальным в декабре (1,8 т). Максимум вылова трески отмечен в октябре (49 т), минимум в ноябре (3 т). Максимальное количество белокорого палтуса было выловлено в мае (3,6 т), минимальное в декабре (0,03 т). Длинноперый шипошек лучше всего ловился в мае (4 т), хуже в октябре (0,4 т).

В целом за год освоение по видам от рекомендованных объемов в % составило: макрурусы – 88,6, скаты – 78,5, черный палтус – 57,9, треска – 35,9, белокорый палтус – 23,3, длинноперый шипошек – 10,1.

Необходимо отметить, что в отдельных районах на промысел черного палтуса оказывали негативное влияние хищные дельфины – косатки (*Orcinus orca*), которые выедали пойманных рыб из орудий лова. За месяц было отмечено семь таких эпизодов. Ущерб, наносимый этими животными промыслу палтуса, в прошлые годы в среднем составлял от 17% улова при ярусном промысле до 60% улова при промысле сетями, при этом значительная часть орудий лова приходила в негодность [5].

По сравнению с 2019 г. в 2020 г. наблюдалось отставание по вылову всех объектов (на 669 т), за исключением макрурусов и трески. С целью увеличения доли освоения черного палтуса, трески, скатов, длинноперого шипошка необходимо, как об этом говорилось ранее [6], расширять многовидовой промысел донных рыб в СОМ, выделяя при промысле черного палтуса и трески квоты и на вылов объектов прилова: скатов и длинноперого шипошка.

Литература

1. Тупоногов В.Н. Современное состояние глубоководных рыбных ресурсов дальневосточных морей и прилегающих вод Тихого океана: запасы, промысел, перспективы рыболовства // Рыбное хозяйство. – 2018. – № 4. – С. 46–55.
2. Особенности промысла донных рыб в 2019 г. в северной части Охотского моря / Ю.К. Семенов, А.А. Смирнов, Ю.А. Елатинцева, А.А. Ткаченко // Рыбное хозяйство. – 2020. – № 2. – С. 43–50.
3. Тупоногов В.И., Новиков Н.П. Макрурусы – важный резерв глубоководного промысла в дальневосточных морях // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 6. – С. 54–60.
4. Прикоки О.В., Смирнов А.А. Перспективы промысла массовых видов скатов Охотского моря // Материалы II междунар. науч.-практ. конф. «На перекрестке Севера и Востока (методологии и практики регионального развития)». – Красноярск: Научно-инновац. центр, 2017. – С. 175–177.
5. Корнеев С.И., Белонович О.А., Никулин С.В. Косатки (*Orcinus orca*) и промысел черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*) в Охотском море // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. – 2014. – Вып. 34. – С. 25–50.
6. Смирнов А.А., Семенов Ю.К. Перспективы развития многовидового промысла донных рыб в Охотском море // Материалы Всерос. науч. конф. «Устойчивое использование биологических ресурсов морей России: проблемы и перспективы». – Сочи, 2012. – С. 36–37.

УДК 639.27+594.1

Д.А. Соколенко, Е.В. Колпаков

*Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО),
Владивосток 690950
e-mail: dmitriy.sokolenko@tinro-center.ru*

**ДВУСТВОРЧАТЫЕ МОЛЛЮСКИ *PANOPEA JAPONICA* (HIATELLIDAE)
И *ZIRFAEA PILSBRYI* (PHOLADIDAE) – НОВЫЕ ОБЪЕКТЫ ПРОМЫСЛА
ДЛЯ ВОД РОССИИ**

В летне-осенний период 2017 г. с помощью легководолазного снаряжения и помпы для локального гидроразмыва грунта в юго-западной части зал. Петра Великого в диапазоне глубин 12–23 м на площади 20,8 км² исследовано поселение двух глубоко зарывающихся промысловых видов двустворчатых моллюсков *Panopea japonica* и *Zirfaea pilsbryi*. Для каждого из них приведены сведения по распределению, условиям обитания, показателям обилия, размерно-возрастной структуре, темпам роста и общим запасам. Даны рекомендации по их промышленному освоению.

Ключевые слова: двустворчатые моллюски, *Panopea japonica*, *Zirfaea pilsbryi*, ресурсы, промысел, залив Петра Великого, Японское море.

D.A. Sokolenko, E.V. Kolpakov

*Pacific branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography (TINRO),
Vladivostok 690950
e-mail: dmitriy.sokolenko@tinro-center.ru*

***PANOPEA JAPONICA* (HIATELLIDAE) AND *ZIRFAEA PILSBRYI* (PHOLADIDAE) –
NEW FISHING OBJECTS FOR RUSSIAN WATERS**

A settlement of two commercial fish species *Panopea japonica* and *Zirfaea pilsbryi* in the south-western part of Peter the Great Bay was investigated using SCUBA commercial water jet gear within 12–23 m depths range on an area of 20,8 km² in summer-fall 2017. The data on distribution, habitat conditions, abundance, size-age structure, growth rates and total stocks for each of species are described. The recommendations for commercial fishing are given.

Key words: bivalves, *Panopea japonica*, *Zirfaea pilsbryi*, stocks, fishing, Peter the Great Bay, the Sea of Japan.

В последние годы интерес рыбодобывающих предприятий к освоению глубоко зарывающихся видов двустворчатых моллюсков заметно возрос. Их привлекательность обусловлена востребованностью на рынках стран Юго-Восточной Азии. Особенно высоким спросом пользуется *Panopea japonica*. В японской и корейской литературе ее часто по аналогии с североамериканским видом *P. generosa* называют «японский гуидак» [1]. Название «гуидак» заимствовано у индейцев племени Нискволи и означает «глубоко закопанный» [2]. Недавно *P. japonica* наряду с *Zirfaea pilsbryi* были включены в список промысловых видов водных биоресурсов РФ. Однако слабая их изученность не позволяет эксплуатировать имеющиеся ресурсы на должном уровне.

Цель работы – исследовать распределение, размерно-возрастную структуру и рост двух глубоко зарывающихся видов двустворчатых моллюсков *P. japonica* и *Z. pilsbryi*, а также оценить их ресурсный потенциал и перспективы хозяйственного использования в юго-западной части зал. Петра Великого (южное Приморье).

Материал собран совместными усилиями сотрудников ТФ ВНИРО (ТИНРО) и РК «Посыетская» 21–24.06. и 18.10.2017 г. в районе Хасанского взморья между устьем р. Туманная и южной

границей ДМБГПЗ. Обследована прибрежная акватория с наименьшим уклоном дна в диапазоне глубин 12–23 м на площади 20,8 км² (рис. 1). Всего выполнено 12 водолазных станций. Количественный учет макробентоса проведен с помощью мерной рамки площадью 1 м² (1) и экшн-камеры SJCAMSJ7 Star (2):

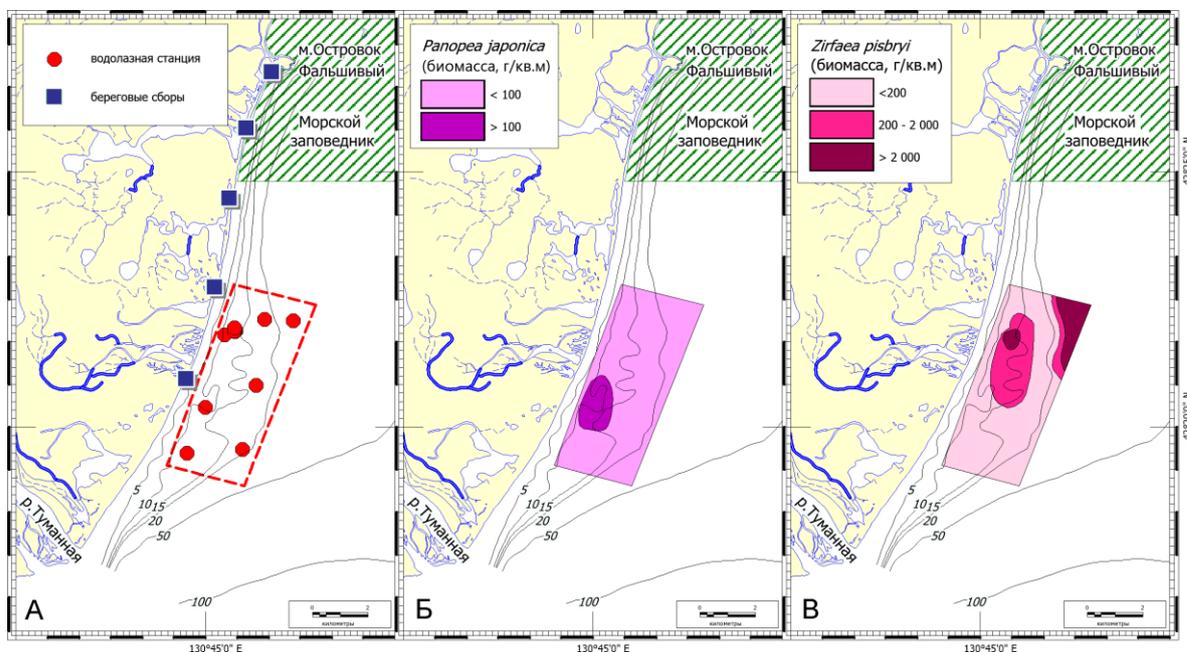


Рис. 1. Карта-схема района работ (А), биомасса *R. japonica* (Б) и *Z. pilsbryi* (В) в районе Хасанского взморья в 2017 г.

1. Глубоко зарывающихся моллюсков извлекали из донных отложений посредством помпы для локального гидравлического размыва мягкого субстрата. Помпа располагалась на борту катера и обеспечивала подачу забортной воды под давлением по полиуретановому шлангу на нужную глубину. К концу шланга была прикреплена стальная Г-образная трубка с внутренним диаметром 20 мм. При обнаружении на дне отверстий с сифонами водолаз одной рукой втыкал в грунт трубку, а другой – на ощупь искал животных до глубины 0,5–0,6 м. В общей сложности отобрано 7 экз. *P. japonica*, 17 экз. *Z. pilsbryi* (рис. 2), 2 экз. *Panomya nipponica* и 2 экз. *Mya truncata*. Массу тела особей устанавливали на электронных весах с точностью до 0,1 г.

2. Подводная съемка осуществлена методом трансект на площади 100–500 м². Видеоданные анализировали покадрово, подсчитывали общее количество отверстий с сифонами, а затем пересчитывали их пропорционально числу видов в выборке на 1 м² поверхности дна.

Полученные значения объединяли для осреднения плотности поселения и биомассы отдельно по видам на каждой станции.



Рис. 2. Внешний вид сифона и раковины с мягким телом *P. japonica* (слева) и *Z. pilsbryi* (справа)

Одновременно с водолазными исследованиями произведен разовый осмотр прилегающей береговой полосы. На пяти станциях общей протяженностью около 0,6–0,7 км собраны все субрецентные целые раковины и непарные створки *P. japonica* (45 экз.) и *Z. pilsbryi* (27 экз.). Их длину измеряли штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Индивидуальный возраст оценивали по кольцам задержки роста, хорошо различимым на поверхности створок. Для получения количественных характеристик группового линейного роста находили средние значения длины раковины каждого возрастного класса. Результаты промеров использовали для итерации коэффициентов уравнений роста Берталанфи.

Статистическую обработку первичных данных проводили с применением компьютерной программы MS Excel. Подготовка картографических материалов и расчет запаса выполнен в ГИС MapInfo Professional.

Распределение. В районе Хасанского взморья на глубинах от 12 до 23 м двустворчатые моллюски являются преобладающей группой бентоса. Глубоко в толще плотного глинистого ила и илисто-песчаного субстрата обследованной акватории обитает четыре вида. В их числе *P. japonica* и *Z. pilsbryi*, *P. nipponica* и *M. truncata*. Они образуют смешанные групповые поселения. В группах насчитывается от 2–3 до нескольких сотен особей. Внутри грунта моллюски находятся в вертикальном положении в слое 0,3–0,5 м. Обычно *P. japonica* концентрируется глубже других видов. На поверхности дна хорошо видны апикальные части их длинных сифонов с устьями входного и выводного каналов (рис. 3). Виды данной экологической группы на протяжении всей жизни остаются на месте первоначального их зарывания [3].



Рис. 3. Характер группового поселения глубоко зарывающихся видов двустворчатых моллюсков (слева) и отдельных сифонов *Z. pilsbryi* (справа) на илисто-песчаном грунте в районе Хасанского взморья, глубина 15 м

Основную роль в формировании суммарной биомассы глубоко зарывающейся инфауны играют *P. japonica* и *Z. pilsbryi*. Они агрегированно встречаются на всей площади дна и в ряде мест достигают высокого количественного развития. У *P. japonica* выявлено одно выраженное скопление на глубине 13–15 м; у *Z. pilsbryi* – 12–16 м и еще одно глубже изобаты 20 м (см. рис. 1).

В целом плотность поселения *P. japonica* изменялась от 0,1 до 4,0 экз/м² (в среднем $1,1 \pm 0,2$ экз/м²), биомасса – от 0,3 до 386,0 г/м² (в среднем $136,7 \pm 24,3$ г/м²); *Z. pilsbryi* соответственно – от 1 до 50 экз/м² (в среднем $23,0 \pm 3,4$ экз/м²) и от 165 до 6 125 г/м² (в среднем $3 070,0 \pm 186,3$ г/м²).

Общий запас *P. japonica* на площади 20,8 км² оценен в 855 т, *Z. pilsbryi* – 10 394 т.

Размерно-возрастная структура. Более полное представление о размерно-возрастной структуре *P. japonica* и *Z. pilsbryi* в районе Хасанского взморья дают береговые сборы. В отли-

чие от выборок из донного поселения, в них присутствуют раковины максимальных размеров и предельной продолжительности жизни:

– выборка *P. japonica* включала особей с длиной раковины 67–129 мм (в среднем $101,9 \pm 1,7$ мм) в возрасте 3+ ... 19+ лет (в среднем $7,4 \pm 0,7$ года). Наиболее многочисленными были раковины размером 90–120 мм (88,9%) в возрасте 5+ ... 8+ лет (75,6%) (рис. 4).

– в составе *Z. pilsbryi* отмечены особи с длиной раковины 62,4–103,2 мм (в среднем $81,4 \pm 1,7$ мм) в возрасте 4+...14+ лет (в среднем $7,1 \pm 0,4$ года). Чаще других попадались раковины размером 70–90 мм (81,5%) в возрасте 6+ ... 8+ лет (70,4%) (рис. 5).

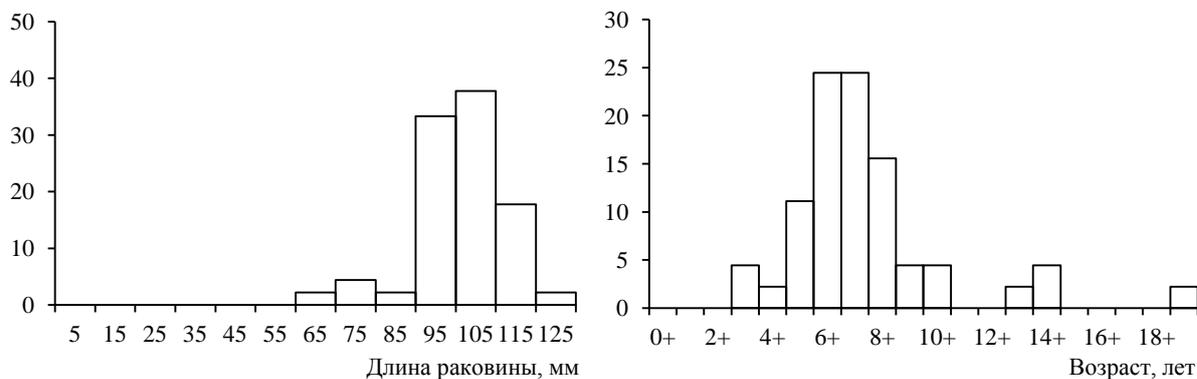


Рис. 4. Размерная (слева) и возрастная (справа) структура *P. japonica* ($n = 45$ экз.) из береговых выбросов Хасанского взморья в 2017 г. По оси ординат – частота встречаемости, %

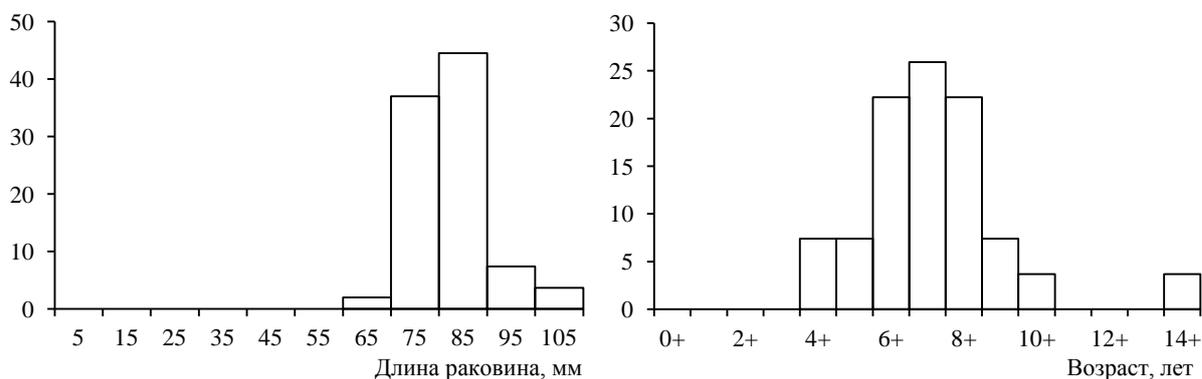


Рис. 5. Размерная (слева) и возрастная (справа) структура *Z. pilsbryi* ($n = 27$ экз.) из береговых выбросов Хасанского взморья в 2017 г. По оси ординат – частота встречаемости, %

В структуре *P. japonica* и *Z. pilsbryi* наблюдается некоторое сходство. Размерный ряд имеет укороченный вид, а возрастные признаки изменяются в широких пределах. Преобладающими являются крупные моллюски средних возрастов.

Отсутствие в пляжевых танатоценозах младше возрастных групп может быть связано с полным разрушением их менее прочных раковин при транспортировке по дну моря в периоды волнового воздействия.

Рост. Динамика возрастных изменений длины раковины *P. japonica* и *Z. pilsbryi* происходит с разной интенсивностью. Выше скорость роста у *P. japonica*. Средние размеры одновозрастных особей этого вида с первого года жизни превышают таковые у *Z. pilsbryi*. С возрастом эти различия усиливаются. На графике кривые имеют монотонно восходящую выгнутую форму без точки перегиба (рис. 6). Ежегодный прирост раковины варьирует не только в зависимости от их видовой принадлежности, но и в течение жизни одного вида. У *P. japonica* заметное снижение темпов роста наблюдается в возрасте 3+...4+ лет, у *Z. pilsbryi* – 2+...3+ лет. Связано это с достижением моллюсками половой зрелости. У половозрелых животных энергия расходуется не только на соматический, но и на генеративный рост [4]. Сообразуясь с этим, минимальную промысловую меру для *P. japonica* рекомендуем установить на уровне 80 мм, а для *Z. pilsbryi* – 60 мм. При та-

ких размерах большинство особей будут половозрелыми и хотя бы единожды участвовавшими в нересте. Групповой линейный рост *P. japonica* описывается уравнением:

$$L_t = 128,9 [1 - e^{-0,203(t - 0,060)}]; Z. pilsbryi - L_t = 103,6 [1 - e^{-0,195(t - 0,052)}],$$

где L_t – длина раковины (мм) в возрасте t (годы).

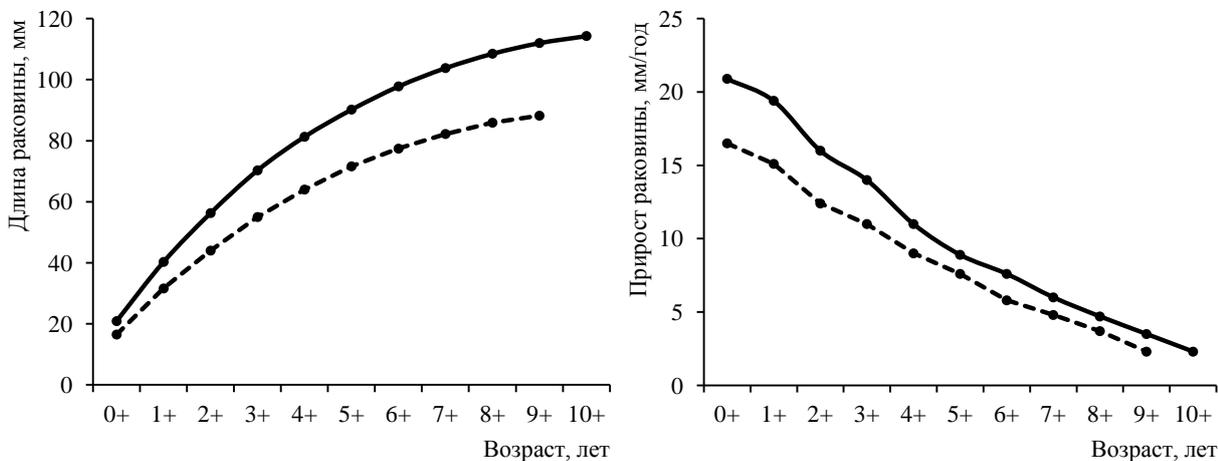


Рис. 6. Возрастные изменения длины раковины (слева) и величины ее ежегодного прироста (справа) *P. japonica* (сплошные линии) и *Z. pilsbryi* (пунктирные линии) из береговых выбросов Хасанского взморья в 2017 г.

Регулирование промысла. Разведанные запасы *P. japonica* и *Z. pilsbryi* в районе Хасанского взморья предполагают хорошие перспективы для их специализированного промысла. В случае его организации необходимо придерживаться следующих правил:

1. Добычу осуществлять водолазами с обязательным использованием оборудования для локального гидроразмыва грунта. Преимущество такого способа лова заключается в высокой селективности целевых объектов и щадящем воздействии на других представителей донных сообществ.
2. Запрет сроков проведения лова должен распространяться на время нереста и посленерестовой адаптации. Для обоих видов продолжительность этого периода составляет три месяца с начала июня до конца августа.
3. Изъятие должно проходить с соблюдением промысловой меры. Для *P. japonica* минимальный промысловый размер равен длине раковины в 80 мм, для *Z. pilsbryi* – 60 мм.
4. Эксплуатировать ресурсы в соответствии с научно обоснованной величиной общего допустимого улова (ОДУ).

В юго-западной части зал. Петра Великого в районе Хасанского взморья в диапазоне глубин 12–23 м на илистых и илисто-песчаных грунтах промысловые скопления формируют два глубоко зарывающихся вида двустворчатых моллюсков *P. japonica* и *Z. pilsbryi*. Плотность их поселения соответственно достигает 4 и 50 экз/м², биомасса – 386 и 6 125 г/м², длина раковины – 129,0 и 103,2 мм и продолжительность жизни – 19+ и 14+ лет. Промысловыми моллюски становятся по достижении длины раковины 80 и 60 мм. Разведанные запасы позволяют вести специализированный промысел этих видов.

Литература

1. Development and growth in fertilized eggs and larvae of the Japanese geoduck, *Panopea japonica* reared in the laboratory / M.-M. Nam, C. Lee, M. Kim, J.W. Kim, Y.D. Kim // Korean Journal of Malacology. – 2014. – V. 30, № 4. – P. 303–309.
2. Campbell A., Harbo R.M., Hand C.M. Harvesting and distribution of Pacific geoduck clams, *Panopea abrupta*, in British Columbia // Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. – 1998. – № 125. – P. 349–358.
3. Евсеев Г.А., Яковлев Ю.М. Двустворчатые моллюски дальневосточных морей. – Владивосток: ПК Поликон, 2006. – 120 с.
4. Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. – М.: Наука, 1976. – 291 с.

УДК 597.555.5(265.53)

**А.Н. Строганов¹, А.А. Смирнов^{2,3}, А.В. Семенова¹,
К.А. Жукова², Е.В. Пономарева¹, Ф.А. Бурлак⁴**

¹ *Московский государственный университет (МГУ),
Москва, 119234;*

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

³ *Северо-Восточный государственный университет,
Магадан, 685000;*

⁴ *Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО),
Магадан, 685000
e-mail: andrei_str@mail.ru*

О ПОПУЛЯЦИОННО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ МИНТАЯ ОХОТСКОГО МОРЯ

Проведены исследования минтая с использованием микросателлитных локусов, на материалах, собранных в 2013 г. в различных частях Охотского моря. Низкий уровень генной дифференциации не позволил выделить отличающиеся на генетическом уровне группировки минтая на акватории Охотского моря.

Ключевые слова: минтай, Охотское море, микросателлитные локусы, генная дифференциация.

**A.N. Stroganov¹, A.A.Smirnov^{2,3}, A.V. Semenova¹,
K.A. Zhukova², E.V. Ponomareva¹, F.A. Burlak⁴**

¹ *Moscow State University (MSU),
Moscow, 119234;*

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

³ *North-Eastern State University,
Magadan, 685000;*

⁴ *Magadan branch of the Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography (MagadanNIRO),
Magadan, 685000
e-mail: andrei_str@mail.ru*

ON POPULATION-GENETIC STUDIES OF THE OKHOTSK SEA POLLOCK

The studies of pollock using microsatellite loci were carried out on the materials collected in 2013 in different parts of the Okhotsk Sea. The low level of gene differentiation did not allow to identify groups of pollock that differ at a genetic level in the Okhotsk Sea.

Key words: pollock, the Sea of Okhotsk, microsatellite loci, gene differentiation.

Тихоокеанский минтай *Theragra chalcogramma* (Pallas, 1814) по азиатскому побережью Тихого океана распространен от средней части о-ва Хонсю до Берингова пролива и южной части Чукотского моря. Эта эпибентопелагическая, эулиторальная рыба – один из важнейших объектов мирового и отечественного рыбного промысла. Охотоморский минтай является основой российского рыбного промысла на Дальнем Востоке, максимальный годовой вылов его доходил до 2 млн т [1, 2]. В начале 2000-х гг. произошло значительное сокращение запасов минтая, и, соответственно, снижение уловов. Считается, что основной причиной изменений величины вылова минтая является межгодовая изменчивость численности этого вида [3, 4]. Учитывая высокое промы-

словое значение минтая, большое внимание уделяется вопросам изучения морфобиологических характеристик, популяционной структуры, что связано с необходимостью гармонизации и увеличения эффективности использования запасов этого вида [5, 6]. В различных частях Охотского моря минтай отличается особенностями линейного и весового роста, возрастной структурой, локализацией репродукционных акваторий, временем массового нереста и др. [7–10].

Несмотря на длительный период исследований минтая и осуществление работ по изучению состояния запасов, многие вопросы, связанные с биологией и особенностями популяционной структуры, при всей их важности остаются недостаточно изученными. Известно, что одним из перспективных направлений в современных условиях признается изучение изменчивости микросателлитной ДНК, демонстрирующей достаточно высокий уровень полиморфизма, стабильность и воспроизводимость получаемых результатов [11].

Наиболее полный в настоящее время анализ генетической структурированности минтая Охотского моря с применением микросателлитной ДНК был выполнен в КамчатНИРО по результатам работ 2013 г. [12]. Используемые в анализе 25 выборок охватывали все акватории Охотского моря, где обитает минтай. При этом, хотя данные биологического анализа в статье не приводятся, отмечается, что собран материал из нерестовых скоплений минтая и из различных частей моря. Несмотря на большой объем обработанного материала, достоверные отличия между некоторыми выборками, низкий уровень значений генной дифференциации не позволил выявить различия на генетическом уровне между группировками минтая в Охотском море. При этом нужно отметить, что в работе использовались в качестве маркеров микросателлитные локусы, разработанные и используемые для атлантической трески [13, 14].

Нами были проведены исследования с использованием разработанных и применяемых для минтая микросателлитных локусов [15] на материалах, собранных в 2013 г. в различных частях Охотского моря (10 выборок по 30 экз. в каждой). Результаты работ показали, что все из шести микросателлитных локусов демонстрировали средний уровень полиморфизма (число аллелей на локус от 5 до 16; уровень ожидаемой гетерозиготности от 0,42 до 0,91), позволяющий получить достаточно надежные результаты для среднего размера выборок. Полученные нами на специализированных «минтаевых» генетических маркерах результаты вполне соответствовали опубликованным ранее данным [12]: низкий уровень генной дифференциации не позволяет выделить отличающиеся на генетическом уровне группировки минтая на акватории Охотского моря. Учитывая высокую численность минтая, принимая во внимание его поведенческие особенности, отсутствие достаточно высокого уровня генной дифференциации может объясняться потоками генов между определенного уровня репродуктивно разобщенными популяциями.

Литература

1. Булатов О.А. Промысел и запасы минтая *Theragra chalcogramma*: возможна ли «турбуленция»? // Вопросы рыболовства. – 2014. – Т. 15, № 4. – С. 350–390.
2. Зверькова Л.М. Минтай: сегодня и завтра // Рыбное хозяйство. – 2016. – № 5. – С. 102–107.
3. Фадеев Н.С. Урожайность поколений североохотоморского минтая // Вопросы рыболовства. – 2001. – Т. 2, № 2 (6). – С. 299–318.
4. Смирнов А.В. Влияние некоторых биотических и абиотических факторов на выживаемость охотоморского минтая в раннем онтогенезе // Вопросы рыболовства. – 2005. – Т. 6, № 2 (22). – С. 278–297.
5. Зверькова Л.М. Минтай. Биология, состояние запасов: Монография. – Владивосток: ТИНРО-центр, 2003. – 248 с.
6. Смирнов А.В., Авдеев Г.В. Динамика размерно-возрастной структуры и формирование промыслового запаса охотоморского минтая в конце 1990-х – начале 2000-х гг. // Изв. ТИНРО. – 2003. – Т. 135. – С. 94–112.
7. Фадеев Н.С., Овсянников Е.Е. Распределение минтая в северной части Охотского моря в зимне-весенний период и динамика нереста // Изв. ТИНРО. – 2001. – Т. 128. – С. 103–124.
8. Буслов А.В. Рост минтая и размерно-возрастная структура его популяций. – Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2005. – 228 с.
9. Балькин П.А., Бонк А.А., Старцев А.В. Оценка состояния запасов и управление промыслом морских рыб (на примере минтая, сельди и сайры). – Москва: ВВФ, 2014. – 63 с.

10. Варкентин А.И. Новые данные о сроках массового нереста минтая (*Theragra chalcogramma*) у Западной Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2015. – Вып. 39. – С. 70–74.

11. Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. Молекулярное клонирование. – 1984. – М.: Мир. 480 с.

12. Дифференциация минтая (*Theragra chalcogramma*) Охотского моря по микросателлитным локусам / В.В. Савенков, Н.Ю. Шнигальская, А.И. Варкентин, О.А. Пильганчук, У.О. Муравская, А.Д. Денисенко, О.Н. Сараванский // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – 2018. – Вып. 48. – С. 5–18. DOI: 10.15853/2072-8212.2018.48.5-18.

13. Miller K.M., Le K.D., Beacham T.D. Development of tri- and tetranucleotide repeat microsatellite loci in Atlantic cod (*Gadus morhua*) // Molecular Ecology Notes. – 2000. – № 9. – P. 238–239. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.2000.00804-2.x>

14. Wesmajervi M.S., Tafese T., Stenvik J. Eight new microsatellite markers in Atlantic cod (*Gadus morhua* L.) derived from an enriched genomic library // Molecular Ecology Notes. – 2007. – № 7. – P. 138–140. <https://doi.org/10.1111/j.1471-8286.2006.01555.x>.

15. Шубина Е.А., Пономарева Е.В., Глубоков А.И. Популяционно-генетический анализ минтая *Theragra chalcogramma* (Teleostei, Gadidae) из Берингова и Охотского морей // Молекулярная биология. – 2009. – Т. 43. – № 5. – С. 918–930.

УДК 629.5.035.5

С.Н. Царенко¹, А.В. Костенко¹, Б.Н. Безлобенко²

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

² Петропавловск-Камчатский судоремонтный завод,
Петропавловск-Камчатский, 683015;
e-mail: tzarenko@rambler.ru

ПОВЫШЕНИЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГРЕБНЫХ ВИНТОВ

В работе выполнен обзор конструкций приводов гребных винтов, показаны виды и причины повреждений гребных винтов. Указывается, что при исследовании крутильных колебаний валопровод рассматривается как упругий однородный или кусочно-однородный стержень с распределенными и сосредоточенными параметрами. Приведена математическая модель изгибных колебаний с учетом продольных сил.

Ключевые слова: вал гребной, установка энергетическая, устройство дейдвудное, колебания крутильные, валопровод, математическая модель.

S.N. Tsarenko¹, A.V. Kostenko¹, B.N. Bezlobenko²

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

² Petropavlovsk-Kamchatsky Shipyard,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683015;
e-mail: tzarenkosn@yandex.ru

IMPROVING OF PROPELLER SHAFT OPERATING CHARACTERISTICS

The overview of the propeller shaft drive designs was done. The types and causes of propellers damage are shown. It is indicated that in the study of torsional vibrations the shafting is considered as an elastic homogeneous or piecewise-homogeneous rod with distributed and lumped parameters. A mathematical model of bending vibrations with regard to longitudinal forces is presented.

Key words: propeller shaft, power plant, stern gear, torsional vibrations, shafting, mathematical model.

Развитие рыбодобывающей отрасли России связано с постройкой новых судов, обладающих повышенным тоннажем, что определяет повышенные нагрузки на гребные винты. Для реализации требуемой скорости судна в условиях длительной автономности обеспечение работоспособного технического состояния гребного винта является очень важной задачей. Дейдвудное устройство является одним из самых ответственных элементов судна, поскольку передает крутящий момент к гребному винту.

Наиболее распространены ЭУ с прямой передачей (рис. 1).

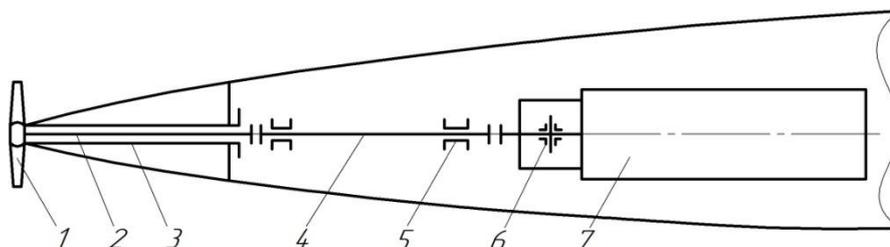


Рис. 1. Схема ЭУ с прямой передачей: 1 – гребной винт; 2 – гребной вал;
3 – дейдвудная труба; 4 – промежуточный вал; 5 – опорный подшипник;
6 – упорный подшипник; 7 – главный двигатель.

На рис. 2 показана схема дизель-редукторной передачи, которая имеет два главных двигателя, приводящих в движение один винт через соответствующую конструкцию дейдвудного устройства.

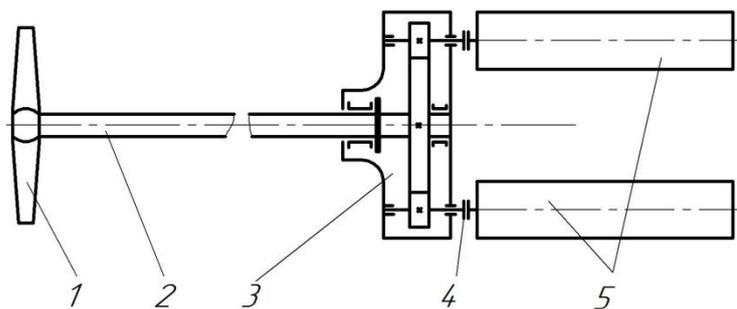


Рис. 2. Схема дизель-редукторной передачи:
1 – гребной винт; 2 – гребной вал; 3 – редуктор; 4 – муфта; 5 – главный двигатель

При эксплуатации на гребной винт действуют нагрузки, которые зависят от ряда факторов [1]: типа судна и конструкции кормовых образований; длины валопровода от двигателя к винту; конструкции дейдвудного устройства (см. рис. 1 и 2); качества изготовления и текущего состояния гребного винта, его массы; типа главного двигателя, наличия редукторов и муфт; состояния судна; состояния моря.

В таблице приведены виды повреждений гребных винтов и причины повреждений [1, 2].

Виды и причины повреждений гребных винтов

| Вид повреждения винта | Причины повреждения | Примечание |
|-----------------------------|--|---|
| Механические повреждения | Удары винтов о твердые предметы | При столкновении с небольшим предметом возникают незначительные местные погнутости кромки лопасти и вмятин. При столкновении с крупным предметом возможны погнутость лопасти, трещины на ней |
| Появление трещин | Недостаточная вязкость металла винта | Появление трещин также возможно в местах, где ранее был проведен ремонт |
| Усталостные разрушения | Работы гребных винтов под действием знакопеременных нагрузок | Усталостным разрушениям особенно подвержены латунные винты |
| Эрозионные повреждения | Кавитация | Повреждения имеют механический характер и являются результатом воздействия ударных нагрузок, образующихся при замыкании кавитационных полостей. Эрозионные повреждения лопастей связаны с увеличением водоизмещения судов и диаметра гребных винтов, с ростом скорости, а также с характерной (в особенности для одновинтовых судов) неравномерностью поля скоростей в диске гребного винта |
| Коррозионное растрескивание | Одновременное действие больших растягивающих напряжений в металле винта, близких к пределу текучести, и агрессивной окружающей среды | Разрушение вызывается суммарным воздействием эксплуатационных и остаточных напряжений, при этом последние являются наиболее опасными и могут быть вызваны локальным нагревом или охлаждением участков гребного винта при изготовлении и ремонте |

Крутящий момент, передаваемый от двигателя к винту, носит пульсирующий характер, обусловлено периодическим изменением сил в двигателе внутреннего сгорания, а с другой стороны – изменением упора винта при вхождении лопастей в зоны неравномерного попутного потока воды (вход в «теневое» кормовое пространство и выход из него). Периодические изменения крутящего момента способствуют развитию в системе двигатель – валопровод – винт крутильных и продольных колебаний. При совпадении частот вынужденных и собственных колебаний возникает явление резонанса весьма опасного для работы системы. Гидродинамическая неуравновешенность гребного винта возникает при нарушении правильного взаиморасположения лопастей или работой винта в условиях частичного погружения [1].

Остается нерешенным ряд технических задач, связанный со спецификой эксплуатации гребных винтов, в том числе из-за отсутствия универсальных математических моделей учета динамических воздействий. К таким задачам можно отнести: определение действующих на винт фактических нагрузок (в основном их определяют косвенным методом [1]); статическую и динамическую балансировку в системе винт – дейдвудное устройство – валопровод и прочее. При расчете на крутильные колебания валопроводов используют модель упругого стержня с приведенными сосредоточенными моментами инерции масс [1, 3], такой подход позволяет достаточно точно определить частотные характеристики механической системы в ограниченном спектре, но с другой стороны, точность определения динамических усилий будет зависеть от степени дискретизации модели. Также практически не рассматривается задача изгибных колебаний в системе винт – дейдвудное устройство – валопровод.

При исследовании крутильных колебаний валопровод рассматривается как упругий однородный или кусочно-однородный стержень с распределенными и сосредоточенными параметрами. Математическая модель колебаний представляет собой дифференциальное уравнение в частных производных [4]:

$$GJ_p \frac{\partial^2 \varphi}{\partial x^2} - \rho J_p \frac{\partial^2 \varphi}{\partial t^2} + \xi_1 \frac{\partial^3 \varphi}{\partial t \partial x^2} - \xi_2 \frac{\partial \varphi}{\partial t} = m(x, t), \quad (1)$$

где GJ_p – жесткость вала при кручении; ρJ_p – момент инерции массы единицы длины вала; ξ_1 и ξ_2 – коэффициенты, характеризующие внутреннее и внешнее затухание соответственно; $m(x, t)$ – интенсивность внешнего скручивающего момента; φ – угол закручивания; x – продольная координата; t – время.

При рассмотрении продольных и изгибных колебаний, как правило, пользуются принципом суперпозиций, однако при значительных величинах продольных сил такой подход является не всегда обоснованным. Математическая модель изгибных колебаний с учетом продольных сил имеет вид [4]:

$$EJ \frac{\partial^4 y}{\partial x^4} + \rho F \frac{\partial^2 y}{\partial t^2} + \mu EJ \frac{\partial^5 y}{\partial t \partial x^4} + N \frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = q(x, t), \quad (2)$$

где EJ – изгибная жесткость вала; ρF – линейная плотность; μ – коэффициент, характеризующий внутреннее затухание; N – продольная сила; $q(x, t)$ – интенсивность распределенной нагрузки; y – поперечные перемещения.

Для повышения эксплуатационных характеристик гребных винтов, а также снижения количества аварийных ситуаций необходимо провести исследования моделей (1) и (2) для различных частных случаев граничных и начальных условий. Однако в этом контексте следует рассматривать исследование динамики валопроводов не только как решение отдельных частных задач, но и проследивать эволюцию развития математической модели. Модель может развиваться как по пути ее усложнения при учете максимального числа параметров с применением к ее исследованию современных численных алгоритмов расчета и компьютерного моделирования, так и по пути упрощения путем выделения наиболее значимых влияющих факторов, что позволит выработать инженерные решения для рассматриваемой проблемы.

Литература

1. Судновий механік: Довідник / Авт. кол.: За ред. А.А. Фока, д.т.н., суд. ст. механіка. – У 3-х т. – Т. 1. – Одеса: Фенікс, 2008. – 1036 с. (рос. мовою).
2. Балацкий Л.Т., Бегагоен Т.Н. Дейдвудные устройства морских судов. – 2-с изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 192 с.
3. Gaatouche R., Redouane A., Elharraki I., et al. Optimal Feedback Control of Nonlinear Variable-Speed Marine Current Turbine Using a Two-Mass Model. J. Marine. Sci. Appl. 19, 83–95 (2020). <https://doi.org/10.1007/s11804-020-00134-6>
4. Филиппов А.П. Колебания механических систем. – Киев: Наукова думка, 1965. – 716 с.

Секция 3. СОСТОЯНИЕ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ, ПРОБЛЕМЫ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

УДК 502.51(268.45)

Е.А. Горбачева

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

ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ БАРЕНЦЕВА МОРЯ

Методом биотестирования исследована токсичность донных отложений прибрежной зоны Баренцева моря для одноклеточной водоросли *Phaeodactylum tricorutum* Bohlin и личинок жаброногого рачка *Artemia salina* L. Изучалось воздействие водных вытяжек донных отложений на размножение клеток водоросли и выживаемость рачков. Продолжительность экспериментов составляла 96 ч. Изученные донные отложения были представлены преимущественно песчаной фракцией. Вытяжки донных отложений не токсичны для водоросли *Ph. tricorutum*. Во всех вытяжках наблюдалось стимулирующее воздействие на размножение клеток водоросли. Численность *Ph. tricorutum* в вытяжках возрастала до 130–300% по сравнению с контролем. Личинки *A. salina* более чувствительны к загрязняющим веществам, накопленным в донных отложениях прибрежной зоны моря Баренцева моря, чем одноклеточная водоросль *Ph. tricorutum*. В районе исследований наряду с нетоксичными зарегистрировали слабо-, средне- и остротоксичные для личинок *A. salina* донные отложения. Токсичные донные отложения отмечали на акватории, располагавшейся напротив наиболее хозяйственно-освоенного участка побережья – от п-ова Рыбачий до губы Териберская.

Ключевые слова: биотестирование, токсичность, Баренцево море, донные отложения, *Phaeodactylum tricorutum*, *Artemia salina*.

Е.А. Gorbacheva

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

ECOTOXICOLOGICAL STUDIES OF COASTAL AREAS BED SEDIMENTS IN THE BARENTS SEA

The toxicity of bottom sediments of the Barents Sea coastal zone for the single-celled algae *Phaeodactylum tricorutum* Bohlin and larvae of the gill-legged crustacean *Artemia salina* L. was studied by bioassay. The effect of bottom sediments water extracts on the reproduction of algae cells and the survival of crustaceans was studied. The duration of the experiments was 96 hours. The studied bottom sediments were mainly represented by the sand fraction. Bottom sediment extracts are not toxic to algae *Ph. tricorutum*. Stimulating effects on the reproduction of algae cells were observed in all extracts. Number of *Ph. tricorutum* in the extracts increased to 130-300% compared to the control. The *A. salina* larvae are more sensitive to pollutants accumulated in the bottom sediments of the Barents Sea coastal zone than the single-celled alga *Ph. tricorutum*. Along with non-toxic sediments, low -, medium- and acute-toxic sediments for *A. salina* larvae were recorded in the studied area. Toxic bottom sediments were noticed in the water area located opposite the most economically developed part of the coast from the Rybachy Peninsula to the Teriberskaya Bay.

Key words: bioassay, toxicity, the Barents Sea, bottom sediments, *Phaeodactylum tricorutum*, *Artemia salina*.

Известно, что для загрязненных участков морей характерно присутствие не одного, а целого комплекса загрязняющих веществ, относящихся к разным типам техногенных воздействий [1]. Загрязняющие вещества могут как усиливать (синергизм), так и ослаблять (антагонизм) токсическое воздействие друг друга. Причем одни и те же комбинации некоторых загрязнителей могут являться синергистами при воздействии на организм в низких концентрациях и антагонистами при более высоких [2]. С помощью химико-аналитических методов удается изучить степень загрязнения водной среды отдельными поллютантами (наиболее часто определяется содержание в воде или донных отложениях тяжелых металлов, хлорорганических пестицидов, полихлорированных бифенилов, нефтяных углеводородов, фенолов и т. д.). Оценить уровень опасности для гидробионтов всего комплекса накопленных в среде загрязняющих веществ и их метаболитов, а также учесть синергические и антагонистические эффекты позволяет применение методов биотестирования.

Загрязняющие вещества, поступившие в водоемы, аккумулируются в донных отложениях. Содержание поллютантов в донных отложениях, как правило, значительно выше, чем в водных массах. Коэффициенты накопления (отношение концентрации химического соединения в отложениях к концентрации в придонном слое), например бенз(а)пирена, могут достигать 10^1 – 10^4 , полихлорбифенилов (ПХБ) и дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) – 10^2 – 10^3 [3]. Исследованиями показано, что благодаря постоянным течениям, горизонтальным и вертикальным движениям водных масс, ореолы рассеивания и концентрирования техногенных компонентов простираются на расстояния, доходящие до 1 000–1 500 км от возможных аномалообразующих источников или участков сброса поллютантов [1]. Вместе с тем наиболее загрязненными считаются донные отложения прибрежных районов и эстуариев [3].



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

Для исследования гранулометрического состава донных отложений применяли водно-ситовый метод. Изучали содержание в донных отложениях мелкодисперсной фракции ($> 0,063$ мм), песка (от 0,063 до 2 мм) и гравия (от 2 до 63 мм).

Токсичность донных отложений определяли на основании биотестирования их водных вытяжек. Перед получением водных вытяжек пробы донных осадков высушивали до воздушно-сухого состояния при температуре $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$. Высушенные донные отложения заливали водой из условно чистого района моря в соотношении 1 : 4 и перемешивали в течение 2 ч. После перемешивания пробы отстаивали в течение 1 ч при $(20 \pm 5)^\circ\text{C}$ и 20 ч при 4°C . Затем надосадочную жидкость сливали и центрифугировали 10 мин при скорости 4 000 об/мин.

В экспериментах изучали влияние водных вытяжек донных отложений на рост культуры водоросли и выживаемость рачков. При проведении исследований на водоросли *Ph. tricornutum* и личинках жаброногого рачка *A. salina* руководствовались ГОСТ Р 53910-2010 [4] и ГОСТ Р 53886-2010 [5] соответственно. Продолжительность опытов составляла 96 ч. Результаты экспериментов обрабатывали с использованием методов вариационной статистики: вычисляли среднее арифметическое и доверительный интервал.

Целью наших исследований являлось изучение методом биотестирования токсичности донных отложений прибрежных районов Баренцева моря для одноклеточной водоросли *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin и личинок жаброногого рачка *Artemia salina* L.

Донные отложения для исследований были отобраны в рейсах научно-исследовательских судов в Баренцевом море в 2009–2019 гг. Для отбора проб использовали дночерпатель Ван-Вина с площадью захвата $0,1 \text{ м}^2$. До начала экспериментов донные отложения хранили при температуре минус 18°C не более двух месяцев. Расположение станций отбора проб донных осадков представлено на рис. 1.

Донные отложения являлись нетоксичными для *Ph. tricornutum*, если в конце экспозиции количество клеток водоросли в полученной из них водной вытяжке составляло $\geq 90\%$, слаботоксичными – 89–65%, среднетоксичными – 50–64%, высокотоксичными – 0–49% от контроля. Для личинок *A. salina* донные отложения рассматривали как нетоксичные при выживаемости рачков в водной вытяжке в конце эксперимента 90–100%, слаботоксичные – 89–65%, среднетоксичные – 50–64%, высокотоксичные – 0–49%. По тест-организму, проявившему наибольшую чувствительность, устанавливали итоговую токсичность донных отложений.

По данным гранулометрического анализа в подавляющем большинстве изученных проб донных отложений преобладала песчаная (0,063–0,2 мм) фракция (таблица). Преимущественно мелкозернистой (< 0,063 мм) фракцией были представлены только донные отложения станции 3. Приблизительно в равных количествах присутствовали мелкодисперсная и песчаная фракции в донных отложениях станций 1, 2 и 4. Доля мелкозернистой фракции в донных отложениях, как правило, увеличивалась с увеличением глубины места в районе отбора проб. Так, в донных отложениях, отобранных на глубине 158–202 м, содержание мелкодисперсной фракции колебалось в интервале от 12,3 до 38,3%, 220–247 м от 41,2 до 73,2%. Исключением являются донные отложения станции 7, которые были отобраны на глубине 241 м и содержали только 17,3% мелкозернистой фракции. На изученной акватории распределение осадков контролируется рельефом дна, гидродинамикой бассейна и в большей степени придонными течениями [6].

Гранулометрический состав донных отложений, %

| № станции | Глубина, м | Фракции, мм | | | № станции | Глубина, м | Фракции, мм | | |
|-----------|------------|-------------|---------|------|-----------|------------|-------------|---------|------|
| | | < 0,063 | 0,063–2 | 2–63 | | | < 0,063 | 0,063–2 | 2–63 |
| 1 | 222 | 49,6 | 49,5 | 0,9 | 8 | 202 | 15,8 | 81,3 | 2,9 |
| 2 | 223 | 48,4 | 50,6 | 0 | 9 | 175 | 17,4 | 79,4 | 3,2 |
| 3 | 247 | 73,2 | 26,8 | 0 | 10 | 202 | 38,3 | 61,7 | 0 |
| 4 | 270 | 48,4 | 50,6 | 0 | 11 | 184 | 34,1 | 65,9 | 0 |
| 5 | 158 | 12,3 | 86,9 | 0,8 | 12 | 192 | 24,1 | 74,9 | 1,0 |
| 6 | 221 | 41,2 | 58,8 | 0 | 13 | 201 | 28,4 | 70,6 | 1,0 |
| 7 | 241 | 17,3 | 82,7 | 0 | – | – | – | – | – |

Исследованные донные отложения не токсичны для водоросли *Ph. tricornutum*. В полученных из них водных вытяжках прослеживалось стимулирующее воздействие на рост культуры *Ph. tricornutum* (рис. 2). В вытяжках донных отложений станций 4, 5, 8–10 численность водоросли в течение эксперимента возрастала до 230–300% по сравнению с контролем. Менее значительную стимуляцию роста *Ph. tricornutum* наблюдали в вытяжках донных отложений станций 1, 6, 12 и 13, в которых количество клеток водоросли не превышало 190–220% по сравнению с контролем. Минимальное влияние на размножение клеток *Ph. tricornutum* (численность увеличивалась до 130–165% по сравнению с контролем) отмечали в вытяжке донных отложений станций 2, 3, 7 и 11.

В водных вытяжках донных отложений станций 3, 5, 7, 9 и 10 наблюдали снижение выживаемости личинок *A. salina* до 80, 50, 88, 43, 81% соответственно (рис. 3). На основании результатов исследований остротоксичными для рачков можно считать донные отложения станции 9, среднетоксичными – станции 5, слаботоксичными – станций 3, 7 и 10. Нетоксичными для личинок *A. salina* оказались донные отложения остальных станций, в вытяжках из которых выживаемость рачков колебалась в интервале от 92 до 100%.

По данным исследований, личинки *A. salina* более чувствительны к загрязняющим веществам, накопленным в донных отложениях исследованных районов моря, чем микроводоросль *Ph. tricornutum*. Для личинок *A. Salina* токсичными оказались 5 из 13 изученных проб донных отложений. Ни одна из исследованных вытяжек не оказывала негативного воздействия на рост культуры водоросли *Ph. tricornutum*. Стимулирующее влияние водных вытяжек донных отложений на размножение клеток водоросли, вероятно, обусловлено повышенным содержанием в них биогенных элементов и биологически активных соединений. В донных отложениях осуществляется накопление и регенерация биогенных элементов, которые переходят в водную вытяжку. Вместе с тем низкие концентрации загрязняющих веществ также могут стать причиной стимуляции размножения клеток микроводоросли [7].

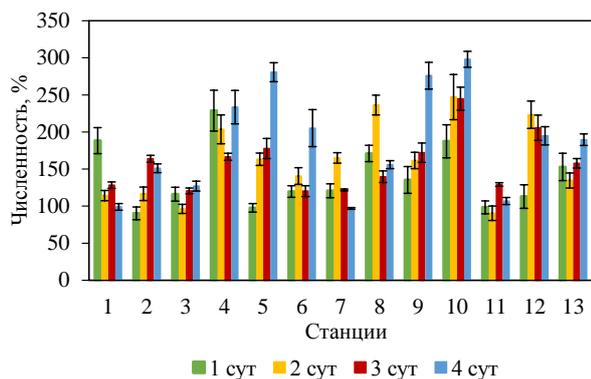


Рис. 2. Динамика численности водоросли *Ph. tricornutum* в водных вытяжках донных отложений Баренцева моря

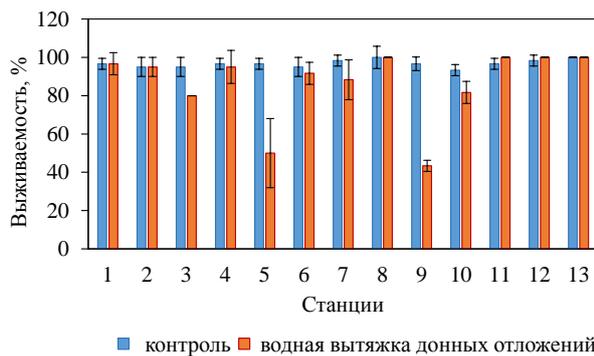


Рис. 3. Выживаемость личинок *A. salina* в водных вытяжках донных отложений Баренцева моря

Средне- и высокотоксичные для личинок *A. salina* донные отложения были отобраны на станциях 5 и 9, располагавшихся на наименьшем расстоянии от берега и на относительно небольших глубинах: 158 и 175 м соответственно. Слаботоксичные донные отложения зарегистрированы на станциях 3, 7 и 10, находившихся в более удаленных от Кольского п-ова районах и на глубинах 202–247 м. Все токсичные пробы донных осадков были отобраны на акватории, располагавшейся напротив наиболее хозяйственно-освоенного участка побережья – от п-ова Рыбачий до губы Териберская.

Гранулометрический состав токсичных донных отложений различен. Доля мелкозернистой фракции, характеризующейся более высокой сорбционной способностью и, как правило, более значительным накоплением загрязняющих веществ, изменялась в них в очень широком диапазоне – от 12,3 до 73,3%. Причем наиболее токсичные донные отложения (станции 5 и 9) отличались относительно низким содержанием тонкодисперсной фракции (см. таблицу). Вероятно, уровень содержания в донных отложениях токсичных для личинок *A. salina* химических элементов и соединений в большей степени определялся близостью к источникам антропогенного воздействия, чем гранулометрическим составом осадков. Следует учитывать и разную биологическую доступность аккумулированных в донных отложениях загрязняющих веществ. Доля биологически доступных форм металлов может существенно отличаться даже в донных отложениях с одинаковым общим содержанием металлов [8].

В формировании картины загрязнения района исследований существенный вклад вносят местные источники антропогенного воздействия. Отмечают, что зоны слабого и умеренного загрязнения тяжелыми металлами и хлорорганическими соединениями донных отложений, придонных вод и макробентоса связаны в первую очередь с расстоянием до берега Кольского полуострова как с аномалообразующим источником природного и техногенного характера [6]. Кроме того, для акватории исследований характерна высокая интенсивность судоходства. Через нее проходят маршруты плавания рыболовных и транспортных судов, перевозящих генеральные грузы, сырую нефть и нефтепродукты. Поллютанты могут поступать в район исследований также с водами Мурманского прибрежного течения, являющегося продолжением Норвежского прибрежного течения, исходным источником которого является Балтийское море [9]. Дальний атмосферный перенос преимущественно в зимний период обеспечивает поступление в арктическую атмосферу загрязняющих веществ из средних широт [10].

Согласно опубликованным данным в донных отложениях района исследований наблюдается рост техногенной нагрузки в отношении тяжелых металлов, но темпы его низкие [6]. Кроме того, в донных отложениях изученной акватории присутствуют хлорорганические соединения (ПХБ, ДДТ, гексахлорциклогексан и гексахлорбензол) и нефтяные углеводороды [1, 6, 11]. В районе, расположенном севернее губы Териберская, отмечены пробы донных отложений с высоким содержанием мышьяка и ДДТ [11]. С помощью биотестирования, как правило, невозможно выделить химические элементы и соединения, являющиеся причиной токсичности. Биотесты позволяют лишь оценить интегральную токсичность для тест-объектов всего комплекса поллютантов, присутствующих в среде. Токсичность проб донных отложений, отобранных в прибрежных районах Баренцева моря, может быть результатом как синергического взаимодействия нескольких

загрязняющих веществ, так и повышенным содержанием какого-либо одного токсиканта, определение которого, возможно, и не проводилось при химико-аналитических исследованиях.

Таким образом, по данным биотестирования в прибрежной зоне Баренцева моря наряду с нетоксичными регистрируются слабо-, средне- и остротоксичные донные отложения. Токсичные пробы донных осадков отмечали на акватории, располагавшейся напротив наиболее хозяйственно-освоенного участка побережья – от п-ова Рыбачий до губы Териберская. Наиболее чувствительны к загрязняющим веществам, накопленным в донных отложениях исследованных районов моря, оказались личинки *A. salina*.

Литература

1. Гуревич В.И. Современный седиментогенез и геоэкология Западно-Арктического шельфа Евразии. – М.: Научный мир, 2002. – 134 с.
2. Evaluating combined toxicity of binary heavy metals to the cyanobacterium *Microcystis*: A theoretical non-linear combined toxicity assessment method / C. Gao, L. Gao, P. Duan, H. Wu, M. Li // *Ecotoxicology and Environmental Safety*. – 2020. – V. 187. – URL.: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31654861> (дата обращения: 03.02.2021).
3. Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана. – М.: Флинта: Наука, 2009. – 532 с.
4. ГОСТ Р 53886-2010 Вода. Методы определения токсичности по выживаемости морских ракообразных. – М.: Стандартинформ, 2010. – 35 с.
5. ГОСТ Р 53910-2010 Вода. Методы определения токсичности по замедлению роста морских одноклеточных водорослей *Phaeodactylum tricornutum* Bohlin и *Skeletonema costatum* (Greville) Cleve. – М.: Стандартинформ, 2010. – 41 с.
6. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1 : 1 000 000 (третье поколение). Серия: Северо-Карско-Баренцевоморская. Лист S-(35), 36 – Мурманск. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2007. – 281 с.
7. Патин С.А. Влияние загрязнения на биологические ресурсы и продуктивность Мирового океана. – М.: Пищевая промышленность, 1979. – 303 с.
8. Petkowiak J., Sikora A., Biernacka E. Speciation of heavy metals in marine sediments vs their bioaccumulation by mussels // *Chemosphere*. – 1999. – V. 39 (2). – P. 313–321.
9. Воды Баренцева моря: структура, циркуляция, изменчивость / В.К. Ожигин, В.А. Ившин, А.Г. Трофимов, А.Л. Карсаков, М.Ю. Анциферов. – Мурманск: ПИНРО, 2016. – 260 с.
10. Голубева Н.И. Загрязнение атмосферы Арктики токсичными тяжелыми металлами // *Биология и океанография Северного морского пути: Баренцево и Карское моря*. – М.: Наука, 2007. – С. 173–189.
11. Новиков М.А., Жилин А.Ю. Динамика уровней загрязнения донных отложений Баренцева моря в последнее десятилетие // *Природные опасности: связь науки и практики: Материалы II междунар. науч.-практ. конф.* (Саранск, 23–24 апреля 2015 г.) – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2015. – С. 319–325.

УДК 598.2(571.66)

А.С. Гринькова^{1,2}, Ю.Н. Герасимов², Э.Р. Духова²

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

² Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН,
Петропавловск-Камчатский, 683000
e-mail: anastasiagrinkova3@gmail.com

ЗИМУЮЩИЕ ПТИЦЫ РЕКИ БЫСТРОЙ, ЦЕНТРАЛЬНАЯ КАМЧАТКА

Учеты зимующих лесных птиц в долине р. Быстрой, притоке р. Козыревки, выполнены в 2007–2020 гг. Суммарная протяженность маршрута составила 605 км. Работы выполнены в двух биотопах на двух участках, разница расположения которых над уровнем моря составила 400–550 м. В предгорье по сравнению с равнинным участком заметно снижается численность малого пестрого и трехпалого дятлов и возрастает у кочующих видов семейства вьюрковых. Численность синиц и поползней в целом существенно не изменяется. Суммарная плотность населения зимующих птиц в предгорной части несколько выше, чем в равнинной.

Ключевые слова: зимующие птицы, численность, Камчатка.

A.S. Grinkova^{1,2}, Yu.N. Gerasimov², E.R. Dukhova²

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

² Kamchatka branch of Pacific Geographical Institute FED RAS,
Petropavlovsk-Kamchatsky 683000;
e-mail: anastasiagrinkova3@gmail.com

WINTERING BIRDS OF THE BYSTRAYA RIVER, CENTRAL KAMCHATKA

Records of wintering forest birds in the valley of the Bystraya River, a tributary of the Kozyrevka River, were made in 2007–2020. The total length of the route was 605 km. The work was carried out in two biotopes on two sites, the difference in the location of which was 400–550 m above the sea level. In the foothills the number of small spotted and three-toed woodpeckers significantly decreases and increases in nomadic species of the finch family in comparison with the plain area. The number of tits and nuthatches in general does not change significantly. The total population density of wintering birds in foothills is slightly higher than in plains.

Key words: wintering birds, number, Kamchatka.

Учеты лесных зимующих птиц Камчатки были начаты в 1960-х – 1970-х гг. Н.Н. Герасимовым и Е.Г. Лобковым, а их результаты были частично опубликованы [1, 2]. В течение более 40 лет учеты проводились в различных пунктах Камчатки разными орнитологами, но систематизированные исследования не осуществлялись, либо их результаты не публиковались. Нами на регулярной основе и в большом объеме учеты стали выполняться с 2007 г. Работы велись ежегодно на одних и тех же мониторинговых участках, число которых возросло до 30, а суммарный пройденный с учетами маршрут превысил 3,5 тыс. км. Распределение зимующих птиц в зависимости от высоты над уровнем моря является одним из направлений, охваченных нашими исследованиями. Такие сравнительные учеты нам удалось выполнить в бассейне р. Быстрой, притока р. Козыревки, так как именно здесь работы проводились на участках, расположенных вдоль одной и той же реки, а разница высоты расположения которых над уровнем моря была существенной.

Всего за 14 лет регулярных работ (2007–2017 гг.) авторами с учетами лесных зимующих птиц на 4 постоянных мониторинговых участках (два находились в пойменном лесу и два – в лиственничнике) пройдено 605 км маршрутных учетов. Выбранные участки пойменного леса располагались в месте пересечения автодорогой Мильково – Ключи р. Быстрой на высоте

90–92 м над ур. м. и выше по течению от с. Эссо на высоте 480–500 м над ур. м. В этих же районах были выбраны два модельных участка лиственничника – на высоте 100–110 м над ур. м. и на высоте 500–650 м. над ур. м. В условиях Камчатки разница в расположении двух выбранных участков является существенной, она соответствует равнинным и предгорным лесам полуострова.

Нами, как и другими исследователями, работавшими на территории Камчатки, использован метод маршрутного учета с фиксированными полосами обнаружения птиц (трансектами). Для синиц, поползней и глухаря ширина полосы обнаружения составила 50 м; для дятлов, сов, свиристели и птиц семейства вьюрковых – 100 м; для черной вороны, сороки, кедровки, ястребов и соколов – 200 м; для ворона – 500 м; для беркута и орланов – 1 000 м. Количество птиц, отмеченное в полосе трансекты при прохождении маршрута, пересчитывалось на учетную площадь с целью получения плотности населения в особях на км².

Многолетний ряд результатов учетов и большой объем выполненных работ позволил нам исключить фактор случайности (результаты учетов сильно колеблются по годам) при определении закономерностей распределения птиц в зависимости от высоты над уровнем моря.

Русские и латинские названия птиц, а также их очередность в таблицах соответствуют сводке Е.А. Коблика и В.Ю. Архипова [3].

Обобщенные результаты наших исследований представлены в табл. 1 и 2. Как и в других районах и типах лесов Камчатки наблюдались очень значительные колебания численности год от года. Но мы в данном сообщении рассматриваем только средние показатели за 14 лет исследований.

Таблица 1

Плотность населения зимующих птиц в лиственничниках р. Быстрой (приток р. Козыревки) в предзимний период (особей/км²)

| Вид | Равнина | | | Предгорья | | |
|--|---------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | Min | Max | X | Min | Max | X |
| Каменный глухарь <i>Tetrao parvirostris</i> | 0 | 3,6 | 0,4 | 0 | 3,1 | 1,1 |
| Перепелятник <i>Accipiter nisus</i> | 0 | 0,7 | 0,1 | 0 | 0 | 0 |
| Ястребиная сова <i>Surnia ulula</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0,1 |
| Малый пестрый дятел <i>Dendrocopos minor</i> | 0 | 8,2 | 1,7 | 0 | 0,4 | 0,1 |
| Большой пестрый дятел <i>Dendrocopos major</i> | 0 | 1,8 | 0,6 | 0 | 4,7 | 1,4 |
| Трехпалый дятел <i>Picoides tridactylus</i> | 0 | 8,1 | 2,5 | 0 | 0,3 | 0,1 |
| Свиристель <i>Bombycilla garrulus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,6 | 0,5 |
| Ополовник <i>Aegithalos caudatus</i> | 0 | 89,1 | 25,1 | 0 | 36,9 | 19,4 |
| Пухляк <i>Parus montanus</i> | 59,7 | 189,1 | 119,7 | 61,8 | 171,4 | 109,1 |
| Московка <i>Parus ater</i> | 0 | 10,7 | 3,7 | 0 | 55,4 | 7,0 |
| Поползень <i>Sitta europaea</i> | 10,3 | 35,8 | 22,2 | 1,0 | 36,9 | 20,0 |
| Сорока <i>Pica pica</i> | 0 | 0,4 | 0,1 | 0 | 0,9 | 0,1 |
| Кедровка <i>Nucifraga caryocatactes</i> | 0,6 | 3,7 | 2,2 | 2,3 | 20,0 | 6,6 |
| Восточная черная ворона <i>Corvus orientalis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,3 | 0,6 |
| Ворон <i>Corvus corax</i> | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0,3 | 0,1 |
| Чечетка <i>Acanthis flammea</i> | 0 | 159,0 | 19,7 | 0 | 164,4 | 42,0 |
| Щур <i>Pinicola enucleator</i> | 0 | 3,7 | 1,0 | 0 | 64,5 | 21,4 |
| Клест-еловик <i>Loxia curvirostra</i> | 0 | 0,4 | 0,1 | 0 | 7,7 | 0,8 |
| Снегирь <i>Pyrrhula pyrrhula</i> | 0,5 | 9,0 | 3,4 | 0 | 50,0 | 12,2 |
| Дубонос <i>Coccothraustes coccothraustes</i> | 0 | 11,2 | 1,9 | 0 | 7,1 | 2,8 |
| В сумме все виды | 129,1 | 326,8 | 204,3 | 124,8 | 335,6 | 245,2 |

Так, плотность населения каменного глухаря в предгорье заметно выше, чем в низменных участках, но в целом этот вид малочисленный. Данные по численности соколообразных (орлан-белохвост, кречет, перепелятник) на исследованных участках, по нашему мнению, не подлежат реальному анализу в связи с редкостью птиц этой группы. Ястребиная сова в учетах редкий либо малочисленный вид, ее численность явно возрастает по мере подъема в горы.

У одного вида дятлов – большого пестрого – численность существенно не меняется в зависимости от расположения леса над уровнем моря, а у двух других – малого пестрого и трехпалого –

значительно снижается по мере подъема в горы. Так, например, трехпалый дятел в пойменном лесу в районе с. Эссо не встречен ни разу, редок он был и в предгорном лиственничнике. В лиственничниках же равнинного участка он относится к обычным видам.

Таблица 2

Плотность населения зимующих птиц в пойменном лесу р. Быстрой (приток р. Козыревки) в предзимний период (особей/км²)

| Вид | Равнина | | | Предгорья | | |
|--|---------|-------|-------|-----------|-------|-------|
| | Min | Max | X | Min | Max | X |
| Каменный глухарь <i>Tetrao parvirostris</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,5 | 0,6 |
| Перепелятник <i>Accipiter nisus</i> | 0 | 1,9 | 0,4 | 0 | 0,4 | 0,1 |
| Ястребиная сова <i>Surnia ulula</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,8 | 0,1 |
| Малый пестрый дятел <i>Dendrocopos minor</i> | 0 | 5,6 | 2,2 | 0 | 1,4 | 0,4 |
| Большой пестрый дятел <i>Dendrocopos major</i> | 0 | 8,3 | 1,8 | 0 | 9,4 | 2,0 |
| Трехпалый дятел <i>Picoides tridactylus</i> | 0 | 3,6 | 0,7 | 0 | 0 | 0 |
| Свиристель <i>Bombycilla garrulus</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Ополовник <i>Aegithalos caudatus</i> | 0 | 79,1 | 15,9 | 0 | 55,6 | 20,4 |
| Пухляк <i>Parus montanus</i> | 44,2 | 151,5 | 88,4 | 53,3 | 167,7 | 105,1 |
| Московка <i>Parus ater</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,6 | 0,7 |
| Поползень <i>Sitta europaea</i> | 1,2 | 43,8 | 30,0 | 5,9 | 44,4 | 24,5 |
| Сорока <i>Pica pica</i> | 0 | 0,8 | 0,1 | 0 | 11,0 | 2,0 |
| Кедровка <i>Nucifraga caryocatactes</i> | 0 | 1,4 | 0,7 | 0,6 | 9,4 | 4,3 |
| Восточная черная ворона <i>Corvus orientalis</i> | 0,3 | 2,1 | 1,0 | 0,6 | 5,0 | 3,2 |
| Ворон <i>Corvus corax</i> | 0 | 0,5 | 0,2 | 0 | 0,5 | 0,2 |
| Чечетка <i>Acanthis flammea</i> | 0 | 46,4 | 14,3 | 0 | 110,0 | 15,1 |
| Щур <i>Pinicola enucleator</i> | 0 | 1,8 | 0,3 | 0 | 25,4 | 8,1 |
| Клест-еловик <i>Loxia curvirostra</i> | 0 | 1,9 | 0,2 | 0 | 0 | 0 |
| Снегирь <i>Pyrrhula pyrrhula</i> | 0,6 | 30,4 | 6,0 | 0 | 28,2 | 6,0 |
| Дубонос <i>Coccothraustes coccothraustes</i> | 0 | 34,0 | 7,8 | 0 | 7,0 | 1,5 |
| В сумме все виды | 102,6 | 253,7 | 169,9 | 87,7 | 301,3 | 194,1 |

У ополовников плотность населения была примерно одинаковой, у пухляков и поползней она в целом тоже не зависела от высоты над уровнем моря.

Численность кедровок по мере подъема в горы явно увеличивается. Это отображается в результатах учетов как в лиственничниках, так и в пойменных лесах. Численность сороки и восточной черной вороны зависит от близости населенного пункта, поэтому их заметно больше в учетных, выполненных вблизи с. Эссо.

Еще одна группа, существенно влияющая на суммарную численность зимующих птиц, – это кочующие виды семейства вьюрковых: чечетка, щур, снегирь. В сумме у птиц этой группы численность в предгорных лесах выше, чем на низменности. Разница особенно выражена в лиственничниках, здесь это относится ко всем видам семейства.

В целом мы не отметили существенной разницы в суммарной численности птиц как в лиственничниках, так и пойменных лесах при подъеме в горы. В предгорной части птиц было даже несколько больше, чем на равнине. Эта разница формировалась за счет кедровок и кочующих видов семейства вьюрковых. Вероятно, эти виды находят более комфортные условия для кормления в разреженных предгорных лиственничниках по сравнению с равными участками леса.

Литература

1. Герасимов Н.Н., Герасимов Ю.Н. Зимующие птицы каменноберезников Камчатки // VII Всесоюз. орнитол. конф.: Тез. докл. – Киев: Наукова думка, 1977. – Т. 1. – С. 48–49.
2. Лобков Е.Г. Гнездящиеся птицы Камчатки. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1986. – 304 с.
3. Коблик Е.А., Архипов В.Ю. Фауна птиц Северной Евразии в границах бывшего СССР: Списки видов // Зоологические исследования / Зоологический музей МГУ. – М.: Товарищество науч. изд. КМК, 2014. – № 14. – 171 с.

УДК 630(571.66)

Г.С. Доронина

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

ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИЕ НА ТЕРРИТОРИИ КАМЧАТСКОГО КРАЯ ИНТРОДУЦИРОВАННЫМИ И МЕСТНЫМИ ДРЕВЕСНЫМИ ПОРОДАМИ

В статье рассматриваются вопросы искусственного восстановления лесного покрова Камчатского края, связанного с использованием интродуцированных и местных древесных пород.

Ключевые слова: лесовосстановление, интродукция, лесные культуры, семенной и посадочный материал.

G.S. Doronina

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

FOREST RESTORATION ON THE TERRITORY OF KAMCHATSKY REGION WITH INTRODUCED AND LOCAL TREE SPECIES

The issues of forest cover artificial restoration in Kamchatka with introduced and local tree species are considered in the article.

Key words: reforestation, introduction, forest crops, seed and planting material.

Целенаправленное лесовосстановление в Камчатском регионе началось в 60-х годах XX века. В период с середины 60-х годов до середины 80-х годов прошлого столетия лесное хозяйство на Камчатке выполняло государственную программу по ликвидации разрыва между площадями ежегодной рубки леса и проведением лесовосстановления путем посева и посадки, так как в этот период площадь ежегодной вырубki леса составляла около 10 тыс. га, в том числе хвойных насаждений – около 4 тыс. га.

В связи с отсутствием опыта по посадке леса и выращиванию семян местных хвойных пород в питомниках данная работа проводилась на территории камчатских лесхозов с нуля. За двадцать лет была создана сеть базовых лесных питомников общей площадью около 50 га. Методика выращивания посадочного материала разрабатывалась на местах. Кроме того, использовались рекомендации областной лесной почвенно-химической станции. Ежегодный объем заготовки шишек составлял до 10 т шишек лиственницы и ели, из которых получали 300–500 кг семян местных хвойных деревьев [1].

Однако качество семян основной породы – лиственницы – было невысоким. Из-за нехватки качественных семян местного происхождения Камчатка по разнарядке Министерства лесного хозяйства РСФСР получала семена из разных регионов России, что способствовало интродукции некоторых видов древесных растений.

В качестве пород-интродуцентов в лесокультурном производстве используются сосна обыкновенная, желтая, скрученная; кедр корейский и сибирский; лиственница сибирская, даурская (Каяндера) и Сукачева; ель сибирская, колючая, европейская, черная; пихта белокорая, Фразера и бальзамическая; псевдотсуга серая, тисолистная, Мензиса. При этом широкое производственное распространение получили такие древесные породы, как сосна обыкновенная, ель сибирская и лиственница сибирская. Последняя до настоящего времени является основной древесной породой в искусственном лесовосстановлении [2].

Около 70% лесных культур создавалось посевом, 23% – посадкой. В период до 2012 г. в основном создавались культуры лиственницы – более 50%, на культуры березы приходилось около 30%, на ель – около 15%. Лесные культуры березы создавались только посевом. Соотношение культур, созданных посевом и посадкой, для ели и лиственницы примерно одинаково.

Средняя приживаемость однолетних культур – 85–90%, сохранность трехлетних – 70–85%, пятилетних – 73–80%, что соответствует нормативной [2].

В результате искусственного лесовосстановления и интродукции древесных растений в настоящее время в Камчатском крае существует 7 тыс. га сосны обыкновенной, 5 тыс. га ели, около 15 тыс. га лиственницы.

Лесные культуры ели перспективны для южной части полуострова за пределами естественного распространения ели. Ель сибирская и аянская хорошо приспособлены к климатическим условиям Камчатского края и не страдают от снеголома. Начинают плодоносить в возрасте 25–30 лет при условии хорошего освещения. Перспективно создавать искусственные насаждения ели в пригородных лесах для улучшения эстетической ценности лесных участков, занятых лиственными породами, а также для плантаций новогодних елок.

Несмотря на значительные площади культур сосны обыкновенной в большинстве лесничеств полуострова, результаты ее интродукции в различных лесорастительных условиях неоднозначны. В Атласовском лесничестве, где имеются самые большие площади сосновых культур, сосна растет удовлетворительно, уже вступает в стадию активного семеношения и возобновляется естественным путем на минерализованных участках. В то же время в южных лесничествах сосна в значительной степени страдает от снеголома.

На Камчатке есть опыт выращивания кедровых сосен. По материалам Государственного лесного реестра в Ключевском лесничестве числится 4 га кедра. В Атласовском лесничестве имеется участок кедра сибирского в возрасте 30 лет, развивающийся по III бонитету. При среднем диаметре 7 см средняя высота деревьев достигает 8 м.

Создание лесных культур лиственницы курильской ограничивается трудностью заготовки семян из-за высокой степени повреждений репродуктивных органов лиственничной мухой. В различных условиях шишки повреждаются на 50–98% и на 50–73% семена в них, поэтому осуществить заготовку семян и обеспечить их высокое качество возможно при проведении мероприятий по защите урожая от вредителей шишек [3].

Существующие лесные культуры лиственницы курильской, созданные как путем посадки саженцев, так и посевом, весьма продуктивны, развиваются по I–III классу бонитета, имеют ровные стволы, хорошо очищаются от сучьев.

Посадочный материал и семена лиственницы сибирской используются на Камчатке на протяжении длительного времени. Обычно семенной материал закупается в Республике Тыва и в Красноярском крае. На некоторых участках лесные культуры вступили в стадию плодоношения. Сотрудники лесничеств отмечают высокую сохранность шишек и семян лиственницы сибирской, однако при быстром росте культур происходит искривление стволиков у значительного количества деревьев, что в будущем может сказаться на выходе деловой древесины.

Культуры лиственницы сибирской отличаются высокой продуктивностью, развиваются по I–III бонитету. В возрасте 20 лет запас может составить более 100 м³/га. Лиственницу сибирскую можно считать перспективным видом для акклиматизации ее в центральной части и на юге полуострова.

В настоящее время отмечается дефицит доступного лесокультурного фонда в Камчатском крае, особенно в южных и северных лесничествах, где не ведется заготовка древесины.

Дефицит доступных участков для создания лесных культур приводит к тому, что некоторые лесничества, такие как Елизовское и Усть-Большерецкое, вынуждены создавать подпологовые лесные культуры для выполнения плана лесовосстановительных мероприятий. Площадь земель, на которых восстановление леса может быть обеспечено только путем создания лесных культур, составляет по краю 2,6 тыс. га, или 1% от земель, нуждающихся в лесовосстановлении, и 0,01% от лесных земель Камчатского края. Доступная же для хозяйственного воздействия площадь лесокультурного фонда составляет только 1,9 тыс. га (0,7% от земель, нуждающихся в лесовосстановлении и менее 0,01% от лесных земель) [4].

Таким образом, можно сделать вывод о нецелесообразности создания лесных культур для восстановления лесного покрова Камчатского края. При современных темпах искусственного

лесовосстановления потребуется только 4–5 лет для облесения данной площади. При этом ежегодный ввод молодняков в категорию ценных в 2–3 раза превышает всю площадь доступного лесокультурного фонда. Вышеприведенные доводы доказывают необходимость прекращения искусственного лесовосстановления в Камчатском крае. Основные усилия должны быть направлены на охрану уже созданных лесных культур от пожаров и на интенсивный уход за несомкнувшимися и подпологовыми лесными культурами, что может увеличить площадь покрытых лесной растительностью земель более чем на 14 тыс. га.

Литература

1. *Шамшин В.А.* Леса Камчатки: прошлое и будущее. – М., 2005. – 216 с.
2. Материалы Государственного лесного реестра.
3. *Турков В.Г.* Плодоношение лиственницы курильской // Леса Камчатки и их лесохозяйственное значение. – М.: Изд-во Академии наук СССР, 1963. – С. 168–177.
4. Отраслевая статистическая отчетность.

УДК 628.47(571.66)

А.И. Задорожный, М.А. Симахина

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

АКТУАЛЬНЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ КАМЧАТКИ: ПЕРЕРАБОТКА МУСОРА

Неконтролируемое накопление бытовых отходов негативно сказывается на состоянии экологии Камчатского края и требует от правительства Камчатского края решительных законодательных шагов, а от населения – развития экологической грамотности.

Ключевые слова: бытовые отходы, промышленные отходы, полигон для захоронения твердых коммунальных отходов, вторсырье, мусоросортировочный комплекс, контейнерные площадки, культура переработки отходов, туристическая привлекательность.

A.I. Zadorozhny, M.A. Simakhina

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

CURRENT ENVIRONMENTAL PROBLEMS OF KAMCHATKA: WASTE RECYCLING

The unmanageable accumulation of consumer waste has a negative impact on the ecology of Kamchatka. The Government of the region should take strong legislative steps. The population should develop environmental literacy.

Key words: consumer waste, production waste, landfill for solid waste disposal, recyclable materials, waste sorting complex, container sites, waste processing culture, tourist appeal.

Проблема накопления и утилизации бытовых и промышленных отходов обостряется с каждым годом в мире в целом и в Камчатском крае в частности. Принимая во внимание высокую туристическую привлекательность Камчатского края [1], проблема переработки накопленного мусора выходит на лидирующие позиции. По состоянию на конец 2020 г. в населенных пунктах Камчатского края объем производимого мусора составляет в среднем 500 кг на человека в год. В 2020 г. россияне произвели на 20% больше бытовых отходов в сравнении с предыдущим годом. Основная причина – режим самоизоляции, который был введен на территории всей страны [2].

Кроме свежих поступлений мусора на полигоны для захоронения твердых коммунальных отходов (ТКО), на территории Камчатского края особо актуальна проблема большого количества несанкционированных свалок, которые располагаются на окраинах населенных пунктов и в лесах. Работа по выявлению незаконных свалок мусора Комитетом по природопользованию, аграрной политике и экологической безопасности Законодательного собрания Камчатского края осуществляется на постоянной основе. В 2020 г. состоялось несколько рейдов по устранению свалок представителями природоохранных структур совместно с депутатами, но решить проблему полностью не удается. Тем не менее главной проблемой является скорее не наличие отходов, а неумение грамотно ими распорядиться. По данным ГК «Ростехнологии», более 40% содержимого полигонов представляют собой ценное вторсырье, которое при должной переработке позволит сократить расходы в различных отраслях промышленности, получить удобрение, топливо и т. п. Однако в Камчатском крае в настоящее время в обработку поступает лишь 8% отходов, остальные вывозятся на полигоны для захоронения ТКО [3].

На территории г. Петропавловска-Камчатского, г. Вилючинска, Елизовского и Быстринского районов действует региональный оператор ГУП «Спецтранс», который обслуживает узаконенные объекты размещения отходов, прошедшие регистрацию как лицензированные полигоны для захоронения ТКО. На полигоне ТКО успешно работает ООО «Феникс», установившее там мусоросор-

тировочный комплекс. Предприятие перерабатывает картон, а также отделяет стекло и металл. На основе отсортированного и переработанного вторсырья предприятие изготавливает легкую и прочную дорожную плитку, в состав которой входят стекло, песок и пластик, и иную продукцию. Совместно с руководством Петропавловска-Камчатского предприятием непосредственно на контейнерных площадках установлены 60 площадок для сбора пластика и ПЭТ-тары.

Расширение количества мусоросортировочных комплексов в Камчатском крае, безусловно, необходимо, однако попытка решить эту задачу только этим путем не позволит решить проблему накопления бытового мусора. Поэтому параллельно с созданием системы переработки мусора необходимо развивать направление сортировки отходов на этапе их накопления на контейнерных площадках. В связи с этим возникает вопрос мотивации жителей Камчатского края по первичной сортировке мусора. В настоящий момент практически весь мусор, производимый населением, поступает на контейнерные площадки без какой-либо предварительной сортировки. Основными причинами этого, кроме слабой организации контейнерных площадок, является менталитет, низкая культура потребления и уровень ответственности населения [4]. Однако в Постановлении [4] не прописан механизм вовлечения населения в культуру переработки отходов и поддержания экологической ситуации в Камчатском крае.

На наш взгляд, решения данной проблемы можно добиться несколькими путями.

Во-первых, необходимо проводить работу по популяризации сортировки и разумного потребления среди населения, например в виде социальной телерекламы, билбордах на улице, стендах в торговых центрах и т. д. Во-вторых, можно ввести специальные поощрения. Для населения, ответственно относящегося к раздельному сбору мусора, отдельным постановлением краевого правительства должны быть предусмотрены скидки на услуги ЖКХ. Аналогично для предприятий – различные субсидии. В-третьих, для удобства реализации сортировки в домах необходимо централизованно приобрести специальные емкости для квартиры. Например, подобные компактные и функциональные контейнеры выпускает компания «КЕА». В-четвертых, сделать процесс рециклинга прозрачным. Каждый житель должен знать и видеть, что его труды не пропадают даром, получать моральное удовлетворение от проделанной работы. Действенными могут оказаться посты в популярных социальных сетях, с отчетами региональных операторов об обработке разделенных отходов. Необходимо, чтобы люди видели, как специальный транспорт вывозит рассортированные отходы не на свалку, а по перерабатывающим предприятиям.

Отдельным направлением должно стать экологическое образование среди подрастающего поколения. Например, в некоторых школах уже введен урок, на котором детям рассказывают о проблемах загрязнения окружающей среды бытовыми отходами, об их вреде собственному здоровью, зачем нужен раздельный сбор мусора и как правильно его сортировать, о системе обращения с ТКО. Это позволит воспитать последующее поколение в духе бережного отношения к окружающей среде, а также научиться правильно утилизировать мусор и использовать старые вещи для вторичного применения. В целях поддержания удовлетворительного экологического состояния и высокой туристической привлекательности Камчатского края необходимо увеличивать количество мусороперерабатывающих заводов на полигонах ТКО, расширять количество площадок для сбора пластика и ПЭТ-тары, а также проводить мероприятия по стимулированию населения к первичной переработке бытовых отходов. Решение данных задач невозможно без участия законодательной и исполнительной власти Камчатского края, а также активного участия населения.

Литература

1. Туризм может стать одним из драйверов развития Дальнего Востока [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.kamgov.ru/agtur/news/turizm-mozet-stat-odnim-iz-drajverov-razvitiadalnego-vostoka-37237>
2. Балакирева А.Р. Проблемы развития зеленых технологий в России и направления их решения // Экология и общество: баланс интересов: Сб. тезисов докладов участников Рос. науч. форума (г. Вологда, 16–20 ноября 2020 г.). – Вологда: ВолНИЦ РАН, 2020. – С. 170–173.
3. Лазарян С.С., Черноталова М.А. Глобальная угроза роста неравенства // Научно-исследовательский финансовый институт. Финансовый журнал. – 2017. – № 3. – С. 34–46.
4. Постановление Правительства Камчатского края от 20 ноября 2017 года № 488-П «О государственной Программе Камчатского края “Обращение с отходами производства и потребления в Камчатском крае”».

УДК 630(470.43)

В.Н. Ильина

*Самарский государственный социально-педагогический университет,
Самара, 443090
e-mail: 5iva@mail.ru*

ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КРАСНОЯРСКОГО ЛЕСХОЗА (САМАРСКАЯ ОБЛАСТЬ) И ВОПРОСЫ ЕГО СОХРАНЕНИЯ

Проведено обследование лесных сообществ на территории Красноярского лесного хозяйства (Самарская область). Лесной массив имеет высокую системообразующую и рекреационную значимость. К редким ассоциациям относятся липняк дубово-снытевый (*Tilia cordata* – *Quercus robur* – *Aegopodium podagraria*), кленовик лещиново-снытевый (*Acer platanoides* – *Corilus avellana* – *Aegopodium podagraria*) и кленовик бересклетово-ясенниковый (*Acer platanoides* – *Euonymus verrucosa* – *Galium odoratum*). В целом состояние леса неудовлетворительное, однако отмечаются и сохранившие естественные черты участки, имеющие богатую флору с редкими представителями.

Ключевые слова: флора, растительность, лес, Красноярский район, Самарская область.

V.N. Pyina

*Samara State University of Social Sciences and Education,
Samara, 443090
e-mail: 5iva@mail.ru*

FEATURES OF KRASNOYARSK FORESTRY VEGETABLE COVER (SAMARA REGION) AND ISSUES OF ITS PRESERVATION

A survey of forest communities on the territory of the Krasnoyarsk forestry (Samara region) was carried out. The forest area has a high systemic and recreational importance. Rare associations include *Tilia cordata* – *Quercus robur* – *Aegopodium podagraria*, *Acer platanoides* – *Corilus avellana* – *Aegopodium podagraria*, *Acer platanoides* – *Euonymus verrucosa* – *Galium odoratum*. In general, the state of the forest is unsatisfactory; however, there are also areas that have preserved their natural features, which have rich flora with rare representatives.

Key words: flora, vegetation, forest, Krasnoyarsk region, Samara region.

Лесная растительность определяет характер природной зоны северной части Самарской области и особенности хозяйства региона. Леса в условиях южной лесостепи находятся в экстремальных условиях произрастания, испытывают сильные антропогенные нагрузки, что снижает их ценность и ухудшает качество жизни населения.

Целью настоящего исследования является оценка современного состояния лесов Красноярского лесхоза (Самарская область). Задачи работы включают изучение флоры и растительности лесов. В ходе работ в 2012–2020 гг. использовались геоботанические, флористические и экологические методы исследования [1, 2].

Различными исследователями неоднократно констатируется факт деградации лесов Самарской области [3–15]. Согласно новому генеральному плану застройки г. о. Самара, его граница будет значительно отодвинута на северо-восток, что усугубит ситуацию. Несмотря на все возрастающую антропогенную деградацию лесов вблизи крупных городов, они еще сохраняют свое экосистемное значение. Их естественные черты как на видовом, так и на фитоценоотическом уровнях позволяют надеяться на восстановление лесов в случае более бережного к ним отношения.

В нашем случае на возможность этого указывает, во-первых, общий лесной характер флоры и наличие в ней редких представителей. К числу последних относятся лазурник трехлопастной, лихнис халцедоновый, солодка иглистая, молочай уральский, алтей лекарственный, астрагал

солодколиственный, вероника колосистая, зверобой продырявленный, ландыш майский, лютик одностебельный, мордовник настоящий, очиток пурпуровый, пирум шитковидный, смолевка зеленоцветковая. При этом первые 4 представителя занесены в Красную книгу Самарской области. Остальные, по нашему мнению, нуждаются в охране на региональном уровне.

Обследование лесов Красноярского лесничества показало их критическое состояние. Большинство массивов не ухожены, древостои изрежены, молодые вырубki загущены, в травостой проникают сорные виды флоры. Однако в ряде случаев леса сохранили как эстетическую привлекательность, так и характерную структуру.

Из числа изученных лесных сообществ редкими в регионе являются чистые дубравы и липняки естественного семенного происхождения с лещиновым подлеском и травостоем из типично неморальных видов, таких как ландыш майский, сныть обыкновенная, звездчатка ланцетовидная [16]. В ходе исследования таких древостоев нами не встречено. Все исследованные участки имели порослевое происхождение и низкобонитетные древостои 3–4-го класса.

Тем не менее к редким типам леса следует отнести три ассоциации: липняк дубово-снытевый (*Tilia cordata* – *Quercus robur* – *Aegopodium podagraria*), кленовик лещиново-снытевый (*Acer platanoides* – *Corilus avellana* – *Aegopodium podagraria*) и кленовик бересклетово-ясенниковый (*Acer platanoides* – *Euonymus verrucosa* – *Galium odoratum*).

Липняк дубово-снытевый встречается чрезвычайно редко и отличается хорошим состоянием липового древостоя, высота которого достигает 22 м, а диаметр стволов липы – до 60 см. Возраст оценивается в 80 лет. Дуб представлен во втором ярусе древостоя и имеет высоту 12–14 м и диаметр стволов 10–12 см.

В травяном покрове наблюдается доминирование сныти обыкновенной, проективное покрытие которой составляет до 60%. Флора сложена типично лесными представителями, такими как: колокольчик крапиволистный, василистник желтый, гравилат городской, будра плющевидная, ежа сборная, земляника зеленая и другими. Сорных растений не зарегистрировано, что свидетельствует о хорошей сохранности сообщества.

Кленовик лещиново-снытевый распространен довольно широко, встречается на разных типах почв в условиях переменного увлажнения. Является вторичной, производной от дубрав ассоциацией, поэтому имеет много черт лесов зонального типа.

Сомкнутость крон древостоя 0,6. В древесном ярусе доминирует клен платановидный. Деревья достигают высоты 15–17 м. Сомкнутость крон древостоя 0,5–0,7, что обуславливает слабое развитие нижних ярусов леса.

Разреженный подлесок состоит из лещины обыкновенной, иногда встречаются куртины бересклета бородавчатого. В отличие от подлеска хорошо выражен подрост основной лесобразующей породы.

В травостое доминирует сныть обыкновенная, что типично для самарских лесов. Проективное покрытие почвы травами 40–50%. Отмечены и другие лесные растения: ландыш майский, репешок обыкновенный, зверобой продырявленный, мятлик дубравный, участие синантропных видов незначительно.

Находясь в центральных частях лесных массивов, участки данной ассоциации в меньшей степени испытывают на себе влияние антропогенного фактора.

Кленовик бересклетово-ясенниковый получил большое распространение в лесах изученных массивов. В результате многочисленных рубок дуба в древостое ныне доминирует клен платановидный. Высота деревьев составляет 18–20 м, диаметр стволов до 30 см. В качестве примеси отмечаются осина и береза повислая, по краям лесного массива образуется бордюр из клена татарского.

Кустарниковый ярус составляют куртины бересклета бородавчатого, в разрывах между которыми встречаются единичные экземпляры жостера слабительного и калины обыкновенной.

Травостой ассоциации мозаичный, проективное покрытие достигает 60%. Его основу составляют пятна ясенника душистого – типичного лесного вида, который редко образует большие скопления и выходит на доминирующие позиции.

Таким образом, к редким ассоциациям Красноярского лесхоза Самарской области относятся липняк дубово-снытевый (*Tilia cordata* – *Quercus robur* – *Aegopodium podagraria*), кленовик лещиново-снытевый (*Acer platanoides* – *Corilus avellana* – *Aegopodium podagraria*) и кленовик бересклетово-ясенниковый (*Acer platanoides* – *Euonymus verrucosa* – *Galium odoratum*). Проведен-

ная оценка лесных массивов показывает на их неудовлетворительное современное состояние. Отмечается изреживание травостоя и древостоя, наличие сорно-рудеральных видов, повреждение особей древесных пород, рост тропиной сети, замусоривание и пожары. Однако в некоторых кварталах все еще отмечаются участки, сохранившие естественные черты, характеризующиеся богатой флорой и наличием редких представителей.

Литература

1. Методы изучения лесных сообществ: Монография / Е.Н. Андреева, И.Ю. Баккал, В.В. Горшков и др. – СПб.: НИИ Химии СПбГУ, 2002. – 240 с.
2. Проблемы лесной биогеоценологии / Отв. ред. А.С. Исаев. – Новосибирск, 1980. – 273 с.
3. *Ильина Н.С., Устинова А.А.* О судьбе самарских пригородных лесов // Исследования в области естественных наук и образования: Межвуз. сб. научно-исслед. работ преподавателей и студентов. – Самара: СГПУ, 2005. – С. 294–296.
4. *Симоненкова В.А.* Лесопатологическое обследование лесов Кинельского лесхоза Самарской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2006. – № 1 (9). – С. 59–61.
5. Сравнительная характеристика флоры долинных и водораздельных лесов Похвистневского района / *Е.Г. Бирюкова, Н.С. Ильина, А.А. Устинова, С.Н. Якупова* // Вестник СГПУ. Исследования в области естественных наук и образования: Сб. науч. тр. Вып. 5. – Самара, 2006. – С. 9–18.
6. *Савенко О.В.* Антропогенная трансформация флоры Мелекесско-Ставропольского ландшафтного района: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Тольятти, 2008. – 40 с.
7. *Матвеева Т.Б.* Оценка рекреационной нарушенности лесов пригородной зоны г. Самара методом дорожно-тропиночной сети // Перспективы развития и проблемы современной ботаники: Материалы II (IV) Всерос. молод. научной конф. – Новосибирск, 2010. – С. 341–342.
8. *Савенко О.В., Саксонов С.В., Сенатор С.А.* Материалы для флоры Узюковского лесного массива // Исследования в области естественных наук и образования: Межвуз. сб. науч.-исслед. работ. Вып. 2. – Самара, 2011. – С. 48–53.
9. *Антипова А.В., Прохорова Н.В.* Изучение постпирогенных процессов в естественных и искусственных сосновых лесах Самарской области // Вестник Самарского государственного университета. Естественнонаучная серия. – 2012. – № 3–1 (94). – С. 173–179.
10. *Каберкон И.М., Носова Т.М.* Современное состояние памятника природы «Морьевский лес» (Хворостянский район, Самарская область), охрана и рациональное использование его природных территорий // Экологический мониторинг и биоразнообразие. – 2016. – № 2 (12). – С. 15–17.
11. *Беспаленко О.Н., Троц В.Б., Белоусова О.А.* Особенности формирования древостоев липы мелколистной (*Tilia cordata*) в лесах северной зоны Самарской области // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2018. – № 4 (53). – С. 113–119.
12. *Троц В.Б., Беспаленко О.Н.* Дуб черешчатый (*Quercus robur* L.) в различных типах леса Сергиевского лесничества Самарской области // Вестник Бурятской государственной сельскохозяйственной академии им. В.Р. Филиппова. – 2018. – № 4 (53). – С. 133–139.
13. *Троц В.Б., Беспаленко О.Н.* Ольха черная (*Alnus glutinosa*) в водоохраных лесах Кошкинского лесничества Самарской области // Аграрная Россия. – 2018. – № 9. – С. 35–39.
14. Пространственная классификация преобладающих древесных пород на территории Самарской области по данным SENTINEL-2 и таксации леса / *А.Ю. Денисова, Л.М. Кавеленова, Е.С. Корчиков, Н.В. Прохорова, Д.А. Терентьева, Б.А. Федосеева* // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. – 2019. – Т. 16. № 4. – С. 86–101.
15. The condition of oak forests of the urbanized territories in the southeast of the European part of Russia / *V.N. Ilyina, A.E. Mitroshenkova, I.V. Nalivayko, A.A. Semenov* // Proceedings of the Seventh International Environmental Congress (Ninth International Scientific-Technical Conference) “Ecology and Life Protection of Industrial-Transport Complexes” ELPIT 2019 25-28 September, 2019, Samara-Togliatti, Russia: Edition ELPIT. Printed in Publishing House of Samara Scientific Centre, 2019. – P. 62–68.
16. *Новосельцев В.Д., Бугаев В.А.* Дубравы. – М.: Агропромиздат, 1984. – 214 с.

УДК 574.635

М.Н. Конева, Н.А. Ступникова, А.Е. Голованева

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

ОЦЕНКА САМООЧИЩАЮЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ВОДОТОКОВ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ

На основе индекса олиготрофности, рассчитанного по численности олиготрофной и сапрофитной микрофлоры, которая определялась в течение 2018–2020 гг., установлено, что водные объекты, расположенные на территории г. Петропавловска-Камчатского, такие как река Кирпичная, ручей Кабан, ручей Крутоберега, за исключением верхнего течения ручья Крутоберега, имеют низкую самоочищающую способность, обусловленную значительным антропогенным воздействием, способствующим накоплению в исследованных водных экосистемах аллохтонного органического вещества.

Ключевые слова: самоочищающая способность, водотоки, сапрофитные микроорганизмы, олиготрофная микрофлора, индекс олиготрофности.

M.N. Koneva, N.A. Stupnikova, A.E. Golovaneva

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

SELF-CLEANING CAPACITY ASSESSMENT OF URBANIZED TERRITORY WATER CURRENTS

Based on the oligotrophicity index, calculated by the number of oligotrophic and saprophytic microflora, which was determined during 2018–2020, it was established that water bodies located on the territory of Petropavlovsk-Kamchatsky, such as the Kirpichnaya river, the Kaban stream, the Krutoberega stream, with the exception of the upper reaches of the Krutoberega stream, have a low self-cleaning ability due to a significant anthropogenic impact which contributes to the accumulation of allochthonous organic matter in the studied aquatic ecosystems.

Key words: self-cleaning ability, watercourses, saprophytic microorganisms, oligotrophic microflora, oligotrophic index.

Водотоки урбанизированных территорий испытывают значительное антропогенное воздействие, связанное с поступлением в водные объекты сточных вод, несущих биологические и химические загрязнители, что обуславливает не только потенциальную опасность ухудшения качества воды, но и повышает вероятность возникновения различных инфекций и интоксикаций у населения. В связи с этим возникает необходимость проведения мониторинговых исследований для определения способности водотоков к самоочищению от загрязнения [1, 2].

Самоочищающая способность водных объектов обуславливается комплексом различных процессов – химических, физических и биологических, вклад которых в трансформацию загрязняющих веществ зависит от индивидуальных физико-географических и химико-биологических особенностей водотоков [3]. Среди разнообразных биологических форм, участвующих в очищении водных объектов от загрязнения, преобладающую роль играют микроорганизмы. Поэтому о способности водной экосистемы к самоочищению судят по количественному показателю – индексу олиготрофности, который представляет отношение количества олиготрофных микроорганизмов к числу колоний сапрофитной микрофлоры. Величина этого индекса отражает степень обогащенности среды обитания микроорганизмов органическим веществом и интенсивность процессов разложения этой органики до минеральных веществ [4].

Цель данной работы – определение самоочищающей способности водотоков, расположенных в пределах г. Петропавловска-Камчатского, на основании численности гетеротрофных микроорганизмов.

Объектами исследований явились водотоки: река Кирпичная, ручей Крутоберега и ручей Кабан, служащие приемниками коммунально-бытовых, ливневых стоков урбанизированной территории и подвергающиеся механическому загрязнению.

Река Кирпичная берет начало в оз. Плоское, расположенном на отметке 224,2 м над уровнем моря. В верхнем и среднем течении река носит название Кирпичная, впадает в оз. Халактырское и вытекает, имея одноименное название с озером. В верховьях река зарегулирована небольшим водохранилищем, ниже которого она течет в неширокой долине среди холмов и имеет предгорный характер перед выходом на равнину. Ширина реки составляет 2–3 м, скорость течения на перекатах достигает 0,6 м/с. Площадь водосбора составляет 207 км² при длине реки 24 км. Река впадает в Тихий океан [5].

Ручей Кабан берет свое начало на склонах Петровской сопки и впадает в Авачинскую бухту. Протяженность его менее 10 км. Ширина ручья составляет около 2 м, течение очень слабое и не превышает 0,2 м/с. В среднем течении в районе водозабора используется для обеспечения питьевой водой жилого района города и для производственных нужд ТЭЦ-1. В нижнем течении ручей протекает по территории госпиталя, городской больницы № 1 и населенного района «Копай» [6, 7].

Ручей Крутоберега берет начало из небольшой равнины, расположенной недалеко от лыжной базы «Лесная», и впадает в Авачинскую бухту. В среднем течении имеет предгорный характер. Ширина водотока 2,5–3 м, глубина на стержне 0,3–0,5 м, скорость течения составляет 0,6 м/с. В нижнем течении ручей имеет равнинный характер. Ширина водотока около 3 м, глубина на стержне 0,3–0,5 м, скорость течения не превышает 0,4 м/с. Через дороги ручей протекает по бетонным кульвертам [6, 7].

Пробы воды из исследуемых водотоков отбирались согласно правилам Госстандарта [8] на восьми станциях (рис. 1) в 2018–2020 гг. в основные фазы гидрологического режима водных объектов.

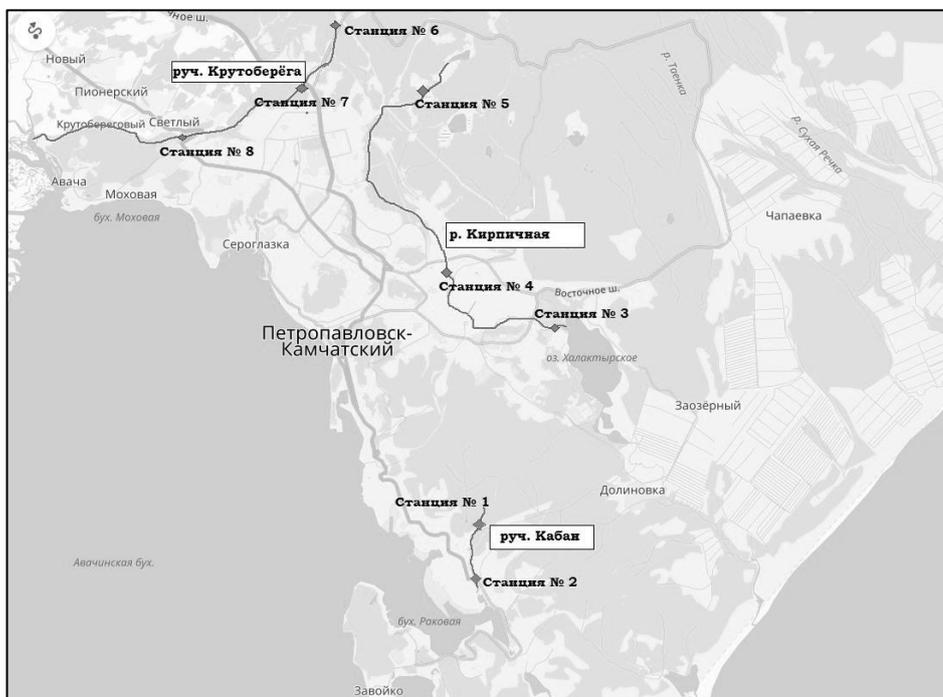


Рис. 1. Объекты исследования и станции отбора проб

В водах исследуемых водотоков определяли содержание сапрофитных и олиготрофных микроорганизмов. По соотношению их численности определяли индекс олиготрофности.

Выявление и количественный учет сапрофитных микроорганизмов проводили следующим образом. Пробы исследуемой воды разводили в стерильной воде. Из пробирки последнего разведе-

дения производили посев в чашки Петри с мясо-пептонным агаром. После чего чашки помещали в термостат при температуре 24°C. Через трое суток регистрировали результаты.

Для выявления и количественного учета олиготрофных микроорганизмов пробы исследуемой воды с разведениями высевали в чашки Петри с агаризованной водой в трех повторностях. Посевы инкубировали при комнатной температуре в течение двух недель [9].

Как показали результаты проведенного исследования, величина индекса олиготрофности исследуемых водотоков изменяется в широких пределах. Средние значения индекса представлены на рис. 2.

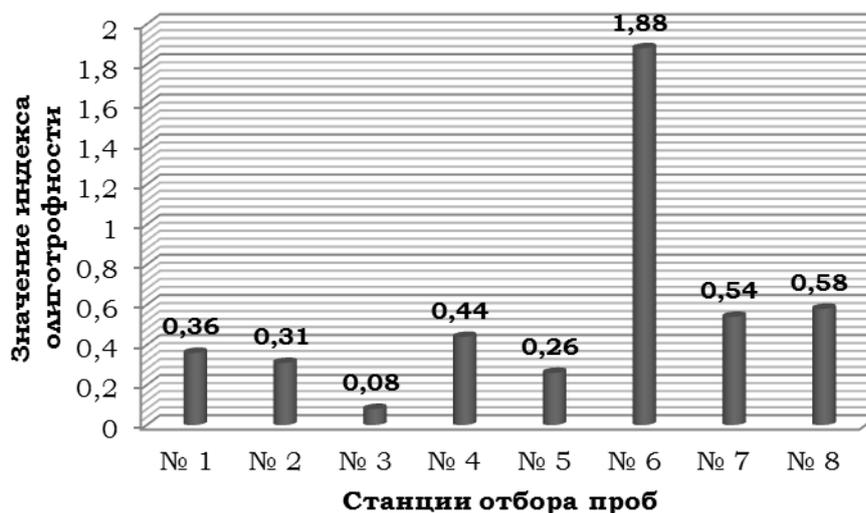


Рис. 2. Среднегодовые значения индекса олиготрофности для водотоков г. Петропавловска-Камчатского

Наибольшей самоочищающей способностью из исследуемых водотоков обладает ручей Крутоберега. В верхнем течении ручья индекс олиготрофности имеет значение больше 1, что свидетельствует об активной минерализации органического вещества и возможности данного участка ручья возвращаться в свое исходное состояние после загрязнения. Вниз по течению ручья индекс олиготрофности уменьшился, и его значение составило меньше 1, указывая на снижение буферной емкости ручья к загрязнению и на преобладание в воде ручья аллохтонного органического вещества над глубоко переработанным.

Наименьшей самоочищающей способностью характеризуется р. Кирпичная, по берегам которой располагаются жилые массивы, гаражные кооперативы, недалеко проходят автодороги. По всему течению реки индекс олиготрофности составляет меньше 1. Наиболее низкое значение индекса олиготрофности, которое близко к нулю, наблюдается в месте впадения реки в озеро Халактырское, что обусловлено активным развитием сапрофитной микрофлоры, субстратом для жизнедеятельности которой являются значительные концентрированные количества органических веществ, привнесенных в водоток из внешней окружающей среды. При этом место впадения отличается застойным характером, что также способствует аккумуляции органических веществ.

Ручей Кабан также характеризуется низкой самоочищающей способностью на всем своем протяжении. Индекс олиготрофности в верхнем и нижнем течении ручья имеет практически одинаковое значение – меньше 1, что свидетельствует о загрязнении всего ручья легкодоступным органическим веществом и незначительной потенциальной способностью вод ручья к нейтрализации поступающих загрязнителей и восстановлению первоначального состава вод.

Таким образом, можно заключить, что микробиологическая система всех исследуемых водотоков г. Петропавловска-Камчатского обладает низкой способностью к самоочищению, что обусловлено значительной антропогенной нагрузкой на них в связи с поступлением большого количества загрязнений. Наиболее неблагоприятная экологическая ситуация наблюдается в водах реки Кирпичная и ручья Кабан, она связана с несбалансированностью бактериальных процессов минерализации органического вещества и преобладанием процессов его аккумуляции над деструкцией в экосистемах водных объектов.

Литература

1. Оценка антропогенных воздействий на водные ресурсы России / *Н.И. Коронкевич, Е.А. Барабанова, А.Г. Георгиади, С.В. Долгов, И.С. Зайцева, Е.А. Какутина* // Вестник Российской академии наук. – 2019. – Т. 89, № 6. – С. 603–614.
2. *Артемьев А.С., Звягинцева А.В.* Негативное техногенное воздействие гидросферы на окружающую среду // Обеспечение экологической безопасности в чрезвычайных ситуациях: Материалы III Междунар. науч.-практ. конф. Ч. 2. – Воронеж, 2007. – С. 39–42.
3. *Гагарина О.В.* Устойчивость природных вод бассейна озера Байкал к антропогенным воздействиям // География и природные ресурсы. – 2015. – № 1. – С. 46–54.
4. *Липунов И.Н.* Основы химии и микробиологии природных и сточных вод. – Екатеринбург: Урал. гос. лесотехн. акад., 1995. – 212 с.
5. *Введенская Т.Л.* Река Кирпичная-Халактырка (Камчатка), исследованная В.Я. Леванидовым: современное экологическое состояние // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 5. – Петропавловск-Камчатский, 2011. – С. 87–88.
6. *Введенская Т.Л.* Рыбохозяйственное значение водотоков г. Петропавловска-Камчатского // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. – Вып. 23. – 2011. – С. 88–101.
7. *Введенская Т.Л., Улатов А.В.* Обзор результатов исследований состояния лососевых водных объектов с различной степенью антропогенной нагрузки в Камчатском крае // Труды ВНИРО. – Т. 157. – 2015. – С. 173–188.
8. ГОСТ 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – Введ. 21.04. 2000. – М., 2000. – 20 с.
9. *Наливайко Н.Г.* Руководство к практическим занятиям по микробиологии воды. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2010. – 114 с.

УДК [633.31/.37 +633.2:631.4](571.66)

М.Б. Кочнева, А.А. Чебурина

*Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003;
Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства,
с. Сосновка, Елизовский район, Камчатский край, 684033
e-mail: Khasbiullina@kamniish.ru*

МНОГОЛЕТНИЕ И ОДНОЛЕТНИЕ БОБОВО-ЗЛАКОВЫЕ КОРМОВЫЕ КУЛЬТУРЫ В ПОВЫШЕНИИ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ КАМЧАТКИ

В статье приведены результаты многолетних исследований Камчатского НИИСХ по изучению однолетних и многолетних бобово-злаковых культур. Показана их роль в повышении плодородия почвы, улучшении агрофизических и химических показателей плодородия, снижении засоренности полей. Рассмотрено влияние различных видов клевера в поддержании плодородия как в чистом виде, так и в бобово-злаковых травосмесях при возделывании в условиях Камчатки.

Ключевые слова: плодородие почв, многолетние культуры, однолетние культуры, клевер.

M.B. Kochneva, A.A. Cheburina

*Kamchatka State Technical University,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003;
Kamchatka Research Institute of Agriculture,
Sosnovka village, Elizovsky district, Kamchatka region, 684033
e-mail: Khasbiullina@kamniish.ru*

PERENNIAL AND ANNUAL BEAN-CEREAL FORAGE CROPS IN KAMCHATKA SOILS FERTILITY INCREASING

The results of long-term Kamchatka Research Institute of Agriculture research of annual and perennial bean-cereal crops are presented in the article. The role in increasing soil fertility, improving agrophysical and chemical indicators of fertility, reducing weed fields was analyzed. The influence of various types of clover in maintaining fertility, both in pure form and in bean-cereal grass mixtures when cultivated in Kamchatka, was considered.

Key words: soil fertility, perennial crops, annual crops, clover.

Производство сельскохозяйственной продукции является одним из самых распространенных видов человеческой деятельности. В процессе ведения сельского хозяйства меняются экологические условия окружающей среды. Площади, занятые лесами, кустарниками и лугами с разнообразной естественной растительностью, уменьшаются, терпят существенные изменения естественный биологический круговорот вследствие потери огромной массы химических элементов. Почвы в процессе длительного использования теряют свое естественное плодородие, деградируют или полностью разрушаются. Сохранение и восстановление плодородия почв является одной из главных задач в ведении сельскохозяйственной деятельности [1].

Почвы Камчатки своеобразны и не имеют аналогов на всем Дальнем Востоке, так как на полуострове процессы почвообразования определяются не только климатом, растительностью, рельефом и почвообразующими породами, но и вулканической деятельностью. Основной фонд почв на Камчатке создают охристые вулканические почвы [2]. Валовый состав охристых вулканических почв по профилю неоднороден. В верхнем гумусовом горизонте наблюдается накопление фосфора и серы. Биологическое накопление кальция, магния и калия выражено слабо. Холодный, избыточно-влажный климат способствует широкому распространению торфяно-болотных почв на полуострове. Заболочены не только территории, испытывающие добавочное

увлажнение, но и все слабо дренированные пространства. Торфяно-болотные почвы характеризуются высоким содержанием валового азота, фосфора и калия. Содержание подвижных элементов питания чрезвычайно низкое, особенно фосфора. Почвы Камчатки в естественном состоянии классифицируются как бедные питательными веществами, имеют преимущественно среднее и низкое содержание подвижного фосфора и среднее – калия [3].

Большая роль в повышении плодородия почв принадлежит многолетним и однолетним бобовым травам и зернобобовым культурам. С точки зрения сохранения и восстановления плодородия почв многолетние травы – это мощное средство предотвращения водной и ветровой эрозии почвы. Растения, обладающие мощной корневой системой, задерживают сток воды и смыв не только надземной частью, но и корневой системой, которая связывает почву и удерживает ее от сноса водой и ветром. Травы останавливают вымывание питательных веществ за пределы корнеобитаемого слоя, перекачивают элементы питания из глубоких горизонтов почвы в верхний слой. Травы семейства бобовых обогащают почву азотом, так как обладают способностью усваивать атмосферный азот. Ценность бобово-злаковых смесей многолетних трав как предшественников связана с их комплексным воздействием на плодородие почвы, урожайность последующих культур и продуктивность севооборота. И корни, и продукты их разложения положительно влияют на структуру почвы и ее гумусовый баланс, на азотный состав почвы. Благодаря большой массе растительных остатков, высокой степени их гумификации, многолетние травы стоят в первом ряду почвоулучшающих культур. Введение в севооборот бобовых трав и их смесей со злаковыми способствует накоплению в пахотном слое органического вещества и питательных элементов, повышению урожайности последующей культуры и общей продуктивности севооборота. Многолетние бобовые травы и их смеси со злаковыми травами обладают способностью повышать плодородие почв и считаются наиболее устойчивыми к неблагоприятным погодным условиям.

Под влиянием многолетних трав, особенно смеси бобовых с мятликовыми, создается мощная дернина, хорошая структура почвы, накапливается значительная масса органических остатков на большой глубине, создаются анаэробные условия. Все это ведет к существенному улучшению биологических, агрофизических и химических показателей плодородия, фитосанитарного состояния почвы и очищению поля от сорняков [4].

Травосеяние на Камчатке имеет продолжительную историю. Начало его развития заложено еще в начале прошлого века, но только в 70-е годы достигло своего развития, когда с развитием животноводства оскудели естественные луга, не получавшие удобрений и необходимого ухода.

Наиболее важными культурами для поддержания плодородия являются бобовые многолетние и однолетние травы – клевер, вика яровая. Клевер – ценное растение, используемое в смеси с другими видами многолетних бобовых и злаковых трав при создании культурных пастбищ и для улучшения естественных сенокосов [3]. Живущие на корнях клевера клубеньковые бактерии фиксируют азот из воздуха и накапливают его для последующего использования другими растениями. В наших опытах клевер накапливает ежегодно до 60–70 кг/га азота. Этот азот биологический – он не вымывается и не отравляет окружающую среду, как химический. Корни клевера перекачивают из подпахотного горизонта второй важный питательный элемент – фосфор. За 4-летнее пользование травами его накапливается с 5,8 до 8,2 мг на 100 г почвы, на 41,1%. Травосмесь из клевера с тимофеевкой накапливает к 5-му году использования ко времени распашки до 130 ц/га корневой массы в перерасчете на сухое вещество. Соотношение корневой и надземной массы составляло при этом 2 : 1 – это относится к нашему региону, в более теплых широтах оно равняется 1 : 1. По всей вероятности, растения развивают мощную корневую систему, для того чтобы на сравнительно холодных почвах, бедных питательными веществами (например, в сравнении с черноземами), обеспечить себя питанием. После распашки трав в корнях остается, как показали исследования, до 220 кг/га азота, до 70 кг фосфора и 44 кг/га калия [5].

На опытной станции в 70-х годах проводились опыты по агробиологической оценке небольшой коллекции клевера лугового при возделывании на охристо-вулканической почве. В результате сортоиспытаний среди одноукосного клевера лугового выделился целый ряд сортов, пригодных для возделывания на Камчатке. Все сорта двуукосного клевера показали непригодность к местным условиям. В 1977–1979 гг. проводили опыты по агробиологической оценке небольшой коллекции клевера ползучего при возделывании на охристых вулканических почвах. Наличие в травостоях этого вида клевера благоприятно влияет на структуру и плодородие почв. В результате исследований были выделены сорта (Волат, Scultuna) и рекомендованы для создания

пастбищных травостоев [6]. В 1999–2001 гг. также проводился опыт с клевером ползучим по подбору перспективных сортов с высокой семенной продуктивностью. По результатам исследования были подобраны наиболее подходящие образцы сортов для условий Камчатского края [7].

По биологическим особенностям и адаптационным свойствам почвенно-климатическим условиям полуострова соответствуют злаковые многолетние травы, такие как ежа сборная, овсяница луговая и мятлик луговой. В Камчатском НИИСХ на протяжении 13 лет (1992–2005 гг.) проводились испытательные и селекционные работы по подбору сортов и созданию коллекции вышеперечисленных злаковых многолетних культур. По результатам исследования были изучены и выявлены сорта таких культур, как ежа сборная, овсяница луговая и мятлик луговой, отличающиеся высокой кормовой и семенной продуктивностью, а также положительно влияющие на плодородие почв [8].

Однолетние кормовые культуры, выращиваемые в основных и промежуточных посевах специализированных севооборотов, формируют высокую урожайность, продуктивность пашни, способствуют сохранению плодородия почвы. В 1992 г. Камчатским НИИСХ проводились сортоиспытания однолетних кормовых культур для последующего использования в зеленом конвейере. В коллекцию были включены травы, мало изученные в условиях Камчатки: просо кормовое, фацелия, мальва, мелюка, амарант багряный, райграс однолетний. К моменту уборки райграс однолетний и фацелия находились в фазе цветения, а такие культуры, как просо кормовое, амарант багряный, мальва, не достигнув генеративной фазы, погибли от первого заморозка [9]. В 2017 г. была высеяна коллекция из 18 сортов вики яровой. Урожайность зеленой массы вики по сортам в питомнике колебалась в пределах 128–268 ц/га. Наибольший урожай зеленой массы получен у сорта Людмила (268 ц/га), а наименьший – у сорта Орловская-91 (105 ц/га) [10].

Таким образом, рациональный подбор сортов многолетних и однолетних бобово-злаковых трав, наиболее приспособленных к возделыванию в условиях Камчатки, позволяет не только решать вопросы повышения устойчивости и рентабельности производства сельскохозяйственной продукции, но и вносит значительный вклад в решение проблемы сохранения плодородия почвы и улучшения экологического состояния природной среды.

Литература

1. Экологические проблемы в сельском хозяйстве, причины возникновения [Электронный ресурс]. – URL: <https://ecokroshka.ru/problemy/ekologicheskie-selskoj-mestnosti.html>.
2. Система земледелия Камчатского края: Сборник научных трудов / Камчатский НИИСХ. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015 – 257 с.
3. Многолетние кормовые травы на Камчатке / Т.М. Стружкина. – Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс, 2015. – 181 с.
4. Роль многолетних трав в повышении плодородия [Электронный ресурс]. – URL: <https://mvl-saratov.ru/rol-mnogoletnix-trav-v-povyshenii-plodorodiya>.
5. Стружкина Т.М. Кочнева М.Б. Роль травосеяния в экологизации растениеводства на легких вулканических почвах Камчатки // Материалы межрегион. науч.-практ. конф. 17–19 февраля 2010. – Петропавловск-Камчатский, 2010. – С. 80–83.
6. Стружкина Т.М. Сорта клевера красного на Камчатке // Сб. науч. трудов. – Петропавловск-Камчатский, 1972. – С. 90–91.
7. Стружкина О.А. Подобрать перспективные сорта и местные дикорастущие популяции клевера ползучего с высокой кормовой и семенной продуктивностью: Отчет НИР. – Сосновка, 2001. – С. 15.
8. Стружкина Т.М. Создать сорта многолетних трав, устойчивых к неблагоприятным условиям сред, хорошо отрастающие после скашивания (ежа сборная, двукосточник тросниковидный, мятлик луговой) // Сб. науч. трудов. – п. Сосновка, 1997. – С. 196–215.
9. Стружкина Т.М., Иващенко Н.Н. Создать и оценить исходный материал кормовых культур путем привлечения местных дикорастущих форм для выведения собственных сортов различных типов использования. Изучить особенности возделывания перспективных кормовых культур // Сб. науч. трудов. – Сосновка, 1992. – С. 4–32.
10. Кочнева М.Б. Изучить бобовые однолетние и многолетние кормовые культуры, подобрать сорта для использования в бобово-злаковых травосмесях, обеспечивающих повышение белковости кормов: Отчет НИР. – Сосновка, 2017. – С. 25.

УДК 582.272.74:582.274

С.В. Малавенда¹, С.С. Малавенда², О.В. Човган¹

¹ Мурманский морской биологический институт РАН
Мурманск, 183032;

² Мурманский государственный технический университет
Мурманск, 1830101

МЕЖВИДОВЫЕ ВЗАИМООТНОШЕНИЯ ФУКУСОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ И *PALMARIA PALMATA*

Настоящая работа посвящена исследованиям биотических взаимодействий трех видов фукусовых водорослей *Fucus vesiculosus*, *F. distichus*, *F. serratus* и красной водоросли *Palmaria palmata*. Основой для работы послужили результаты нескольких лабораторных экспериментов по совместному культивированию исследуемых видов водорослей и многолетний полевой эксперимент. Все эксперименты выполняли в период с 2010 по 2017 гг. Лабораторные эксперименты проводились по схеме *F. vesiculosus* + *F. distichus*; *F. distichus* + *P. palmata*; *F. serratus* + *P. palmata*, на протяжении всех экспериментов контролировали основные физиологические параметры, такие как скорость роста длины, массы и концентрация хлорофиллов. Полевой эксперимент проводили на литорали губы Зеленецкая Баренцева моря. Закладывали три площадки, на одной удаляли *F. vesiculosus*, на другой *P. palmata*, третья была в качестве контрольной. Через два года оценивали биомассу исследуемых видов. При совместном содержании у *F. distichus*, *F. serratus* и *P. palmata* увеличивалось содержание хлорофиллов, а у *F. vesiculosus* – нет. Рост массы *P. palmata* в присутствии *F. distichus* и *F. serratus* ускорялся, влияния *P. palmata* на ростовые процессы *F. distichus* не выявлено, а у *F. serratus* в присутствии *P. palmata* рост замедлялся. Биомасса *F. vesiculosus* при удалении *P. palmata* достоверно не убавлялась, а при удалении *F. vesiculosus* биомасса *P. palmata* достоверно уменьшилась. Таким образом, фукусовые водоросли оказывают положительное влияние на рост *P. palmata*.

Ключевые слова: *Fucus vesiculosus*, *Fucus distichus*, *Fucus serratus*, *Palmaria palmata*, межвидовое взаимодействие, Баренцево море, литораль.

S.S. Malavenda¹, S.V. Malavenda², O.V. Chovgan¹

INTERSPECIFIC RELATIONSHIPS BETWEEN FUCUS ALGAE AND *PALMARIA PALMATA*

¹ Murmansk State Technical University
Murmansk, 183010;

² Murmansk Marine Biological Institute of the Russian Academy of Sciences
Murmansk, 183032

This work is devoted to the research of biotic interactions of three species of Fucus algae: *Fucus vesiculosus*, *F. distichus*, *F. serratus* and red seaweed *Palmaria palmata*. The basis for the work was the results of several laboratory experiments on the joint cultivation of the studied species of algae and long-term field experiment. All experiments were performed in the period from 2010 to 2017. Laboratory experiments were carried out by the scheme: *F. vesiculosus* + *F. distichus*; *F. distichus* + *P. palmata*; *F. serratus* + *P. palmate*. During all experiments the main physiological parameters, such as the growth rate of length, mass and concentration of chlorophylls were controlled. Field experiment was carried out in littoral Zelenetskaya Bay in the Barents Sea. Three sites were laid, on the one *F. vesiculosus* was removed, on the other *P. palmata*, was removed and the third site was control. Two years later the biomass of the studied species was assessed. Chlorophyll content in *F. distichus*, *F. serratus* and *P. palmata* increased with the joint content of species, and not in *F. vesiculosus*. The growth of *P. palmata* mass in the presence of *F. distichus* and *F. serratus* accelerated. The influence of *P. palmata* on *F. distichus* growth processes was not revealed. And *F. serratus* in the presence of *P. palmata* growth slowed down. The biomass of *F. vesiculosus* in the removal of *P. palmata* was not statistical significantly, and the removal of *F. vesiculosus*. The biomass of *P. palmata* significantly decreased. Thus, Fucus algae has a positive impact on the growth of *P. palmata*.

Key words: *Fucus vesiculosus*, *Fucus distichus*, *Fucus serratus*, *Palmaria palmata*, interspecific interaction, Barents Sea, littoral.

Один из актуальных вопросов морской биологии – аспекты функционирования и структурирования экологических сообществ. По мнению ряда исследователей, ключевым фактором в формировании биоценозов выступают конкурентные взаимоотношения между видами [1–3], которые представляют собой основную селективную силу [3]. Между водорослями-макрофитами известно много примеров положительного и отрицательного влияния друг на друга [2]. Известно, что эпифиты могут подавлять рост водорослей за счет аллелопатии или путем увеличения общей массы, способствуя отрыву базифита от субстрата [4–6]. Положительные взаимодействия внутри водорослевых сообществ, такие как мутуализм, комменсализм, протокооперация представляют собой большую значимость, чем сильная конкуренция [2, 7, 8].

Таким образом, проблема межвидовых взаимодействий водорослей-макрофитов изучена слабо, но есть потребность в такого рода информации. Наибольший интерес представляют взаимодействия наиболее массовых видов водорослей, которые дают более 80% массы сообществ литорали Мурмана: *Fucus vesiculosus*, *F. distichus*, *F. serratus* и *Palmaria palmata*. Все эти виды широко распространены, имеют промысловое значение и являются доминантами в фитоценозах на литорали. Виды многолетние, со сравнительно сложноорганизованным слоевищем. Цель данного исследования – выявление взаимного влияния видов-доминантов литорали Мурмана при совместном содержании в лабораторных сосудах. Полученные результаты дадут представление о взаимном влиянии видов и послужат основой для дальнейшего детального изучения проблемы.

Материалом для работы стали результаты нескольких экспериментов по взаимовлиянию водорослей, проводимых с 2010 по 2017 гг.

Для проведения лабораторных экспериментов водоросли видов *F. vesiculosus*, *F. distichus*, *F. serratus* и *P. palmata* отбирали на литорали бух. Белокаменная Кольского залива. Водоросли акклиматизировали 7 сут в фитотроне при температуре 7°C, при постоянном освещении (60 Вт/м²) соленостью 30‰ с постоянной барботацией среды. Смену воды проводили один раз в сутки. Далее эксперименты проводили по однофакторной схеме для каждой пары видов. Культивировались растения разных видов совместно (эксперимент), а также по отдельности в сосудах такого же объема (табл. 1). Ввиду разницы в размерах одного слоевища у разных видов, в разных вариантах объем склянок и число талломов варьировали:

- 1) *F. vesiculosus* + *F. distichus*: объем одного сосуда 2 л, культивировали по 10 талломам;
- 2) *F. distichus* + *P. palmata*: объем одного сосуда 2 л, культивировали по 15 талломам;
- 3) *F. serratus* + *P. palmata*: объем одного сосуда 3 л, культивировали по 20 талломам.

Длительность эксперимента составляла семь недель.

Состояние экспериментальных образцов оценивали по концентрации хлорофиллов *a* и *c* (в конце эксперимента), абсолютной скорости роста длины и массы (в конце каждой недели). Рассчитывали по формулам [9]:

$$GRI = \Delta l / \Delta t, \quad (1)$$

$$GRW = \Delta W / \Delta t, \quad (2)$$

где *GRI* – абсолютная скорость роста длины (см/сут), *GRW* – абсолютная скорость роста массы (г/сут), *l* – длина растений (см), *W* – масса растений (г).

Содержание хлорофиллов *a* и *c* исследовали по традиционной методике [10, 11] для бурых водорослей: в качестве растворителя использовали 95%-ный этанол, для определения хлорофилла *a* у красных водорослей – ацетон (ч.д.а).

Силу влияния растений друг на друга оценивали с использованием двухфакторного дисперсионного анализа без повторений ($\alpha = 0,05$, показатель погрешности среднего – доверительный интервал) в программе Excel 2010.

Полевой эксперимент проводили в губе Зеленецкая (69°7'15"N 36°5'11"E). На среднем горизонте литорали в августе 2010 г. были заложены три экспериментальные площадки размером 1x2 м параллельно урезу воды. С одной площадки полностью были удалены талломы *F. vesiculosus*, со второй – *P. palmata*, третья была обозначена как контрольная. С контрольной площадки были отобраны количественные пробы. Предполагалось, что размеры площадки позволяют избежать влияния соседних, не участвующих в эксперименте зон литорали. Через год было произведено повторное удаление. В августе 2012 г. с площадок были отобраны по три количественные пробы с использованием учетной рамки 0,25 м² с каждой площадки. Оценивали биомассу (*B*, г/м²) каждого вида, долю *P. palmata*, произрастающей на грунте и эпифитно на фукусах, и соотношение видов. Достоверность различий в значениях проверяли методом Стьюдента.

Результаты лабораторного эксперимента показали сложную картину (табл. 1). Физиологические параметры *F. vesiculosus* в присутствии *F. distichus* не отличались от контрольных, на протяжении всего эксперимента он сохранял стабильную скорость роста. Также не выявлено изменений в содержании пигментов. У *F. distichus* при совместном содержании с *F. vesiculosus* снизилась скорость накопления массы и увеличилось содержание хлорофилла *a* и *c*. В контрольных вариантах у обоих видов наблюдали стабильный рост и постоянное содержание хлорофиллов.

Таблица 1

Физиологические параметры культивированных растений к окончанию эксперимента и результаты дисперсионного анализа данных

| Вариант | <i>GRI</i> , см/сут | <i>GRw</i> , г/сут | C Chl <i>a</i> , мг/г | C Chl <i>c</i> , мг/г |
|---|--|--|-----------------------|-----------------------|
| <i>F. vesiculosus</i> (+ <i>F. distichus</i>) | 0,05 ± 0,01 | 0,02 ± 0,004 | 0,47 ± 0,06 | 0,1 ± 0,01 |
| <i>F. vesiculosus K</i> | 0,03 ± 0,004 | 0,02 ± 0,005 | 0,47 ± 0,04 | 0,13 ± 0,01 |
| Дисперсионный анализ | F = 2,63 при F _{крит} = 3,93 Нет влияния | F = 0,13 при F _{крит} = 3,93 Нет влияния | | |
| <i>F. distichus</i> (+ <i>F. vesiculosus</i>) | 0,04 ± 0,006 | 0,04 ± 0,02 | 0,48 ± 0,06 | 0,11 ± 0,01 |
| <i>F. distichus K</i> | 0,04 ± 0,004 | 0,08 ± 0,02 | 0,35 ± 0,04 | 0,08 ± 0,01 |
| Дисперсионный анализ | F = 0,62 при F _{крит} = 3,97 Нет влияния | F = 10,38 при F _{крит} = 3,97 Степень влияния 10% | | |
| <i>F. serratus</i> (+ <i>P. palmata</i>) | 0,02 ± 0,002 | 0,009 ± 0,003 | 0,27 ± 0,05 | 0,07 ± 0,03 |
| <i>F. serratus K</i> | 0,03 ± 0,003 | 0,012 ± 0,002 | 0,22 ± 0,06 | 0,03 ± 0,01 |
| Дисперсионный анализ | F = 9,03 при F _{крит} = 3,94 Степень влияния 8% | F = 9,03 при F _{крит} = 3,94 Степень влияния 8% | | |
| <i>P. palmate</i> (+ <i>F. serratus</i>) | Нет данных | 0,011 ± 0,002 | 0,09 ± 0,006 | – |
| <i>P. palmata K</i> | Нет данных | 0,005 ± 0,001 | 0,02 ± 0,002 | – |
| Дисперсионный анализ | Нет данных | F = 9,03 при F _{крит} = 3,94 Степень влияния 8% | | |
| <i>F. distichus</i> (+ <i>P. palmata</i>) | 0,02 ± 0,002 | 0,01 ± 0,002 | 0,45 ± 0,07 | 0,06 ± 0,01 |
| <i>F. distichus K</i> | 0,01 ± 0,004 | 0,01 ± 0,002 | 0,33 ± 0,08 | 0,07 ± 0,01 |
| Дисперсионный анализ | F = 0,45 при F _{крит} = 3,89 Нет влияния | F = 0,11 при F _{крит} = 3,89 Нет влияния | | |
| <i>P. palmata</i> (+ <i>F. distichus</i>) | Нет данных | 0,007 ± 0,002 | 0,21 ± 0,03 | – |
| <i>P. palmata K</i> | Нет данных | 0,002 ± 0,0008 | 0,13 ± 0,03 | – |
| Дисперсионный анализ | Нет данных | F = 5,00 при F _{крит} = 3,89 Степень влияния 3% | | |

При совместном культивировании *F. distichus* и *P. palmata* скорость роста *F. distichus* была аналогична контрольной, содержание хлорофиллов *a* и *c* возросло. У *P. palmata* в присутствии фукуса возросла скорость роста длины и массы, увеличилась концентрация хлорофилла *a*. В контрольных вариантах у обоих видов наблюдали стабильный рост и постоянное содержание хлорофиллов.

У *F. serratus* при совместном культивировании с *P. palmata* значительно уменьшилась скорость линейного роста и накопления массы, увеличилась концентрации хлорофиллов *a* и *c*. У *P. palmata* в присутствии *F. serratus* возросла скорость роста массы и увеличилось содержание хлорофилла *a*. В контрольных вариантах у обоих видов наблюдали стабильный рост и постоянное содержание хлорофиллов.

Таким образом, при совместном содержании у *F. distichus*, *F. serratus* и *P. palmata* увеличилось содержание хлорофиллов, а у *F. vesiculosus* – нет. Рост массы *P. palmata* в присутствии *F. distichus* и *F. serratus* ускорился, влияния *P. palmata* на ростовые процессы *F. distichus* не выявлено, а у *F. serratus* в присутствии *P. palmata* рост замедлялся.

В эксперименте, проводимом непосредственно на литорали, за два года при регулярном удалении с площадки *P. palmata* большая часть новых проростков обнаруживается на фукусах, но при этом биомасса всех эпифитов существенно снижается (табл. 2). Биомасса *F. vesiculosus* при удалении *P. palmata* увеличивалась, но статистически недостоверно. При удалении *F. vesiculosus* биомасса и доля в пробе *P. palmata* статистически достоверно уменьшилась. За два года наблюдений снизилась общая биомасса макрофитов на всех экспериментальных площадках, возросла биомасса *F. distichus* (непосредственно на площадке он отсутствовал, хотя в целом в данном месте произрастает), достоверно снизилась с течением времени и доля эпифитов, в том числе *P. palmata*.

Анализ изменений структуры растительного сообщества в районе натурального эксперимента показывает, что за время наблюдений средняя биомасса видов достоверно не изменилась. Важно, что соотношение *F. vesiculosus* и *F. distichus* в данной ассоциации варьирует в пространстве и во времени.

Таким образом, в условиях защищенной валунной литорали биомасса *P. palmata* выше в присутствии *F. vesiculosus*, обратного влияния не выявлено.

Таблица 2

Биомасса *F. vesiculosus* и *P. palmata* на экспериментальных площадках

| Вариант | $B_{F. vesiculosus}, \text{г/м}^2$ | | $B_{P. palmata}, \text{г/м}^2$ | |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------|--------------------------------|-----------|
| | 2010 г. | 2012 г. | 2010 г. | 2012 г. |
| Удаление <i>P. palmata</i> | 1 092 ± 305 | 988 ± 168 | 0 | 108 ± 20 |
| Удаление <i>F. vesiculosus</i> | 0 | 530 ± 57 | 905 ± 279 | 320 ± 88 |
| Контроль | 1 003 ± 402 | 676 ± 200 | 605 ± 300 | 300 ± 282 |

Увеличение содержание хлорофиллов, наблюдавшееся при совместном произрастании всех видов, кроме *F. vesiculosus*, может быть обусловлено возросшими энергетическими потребностями, что возникает при адаптации к какому-либо фактору [12]. Таким образом, несомненно, виды влияют друг на друга. В данной работе мы оценивали характер данного влияния по скорости роста. *F. vesiculosus*, вероятно, может отрицательно воздействовать на *F. distichus*, поскольку может незначительно подавлять рост *F. distichus*.

Считается, что *F. vesiculosus* является наиболее устойчивым к абиотическим факторам среди фукоидов [13], и его распределение на литорали нельзя объяснить только совокупностью внешних факторов среды конкретного биотопа. Совокупность внешних факторов среды (температуры, солености) и наличие крупных зарослей фукуса пузырчатого на литорали, возможно, является причиной частого отсутствия поясности *F. distichus* на литорали, или его произрастания в сублиторальной зоне, как, например, на Белом море [14] или в кутовых частях губ и заливов Баренцева моря, где он не образует больших скоплений.

На Баренцевом море *P. palmata*, произрастая на нижнем горизонте литорали, часто эпифитирует на *F. serratus*. Классическое взаимодействие эпифит – базифит, где эпифит снижает общий метаболизм, вероятно, при помощи аллелопатических веществ [4–6]. В литературе имеются сведения о том, что плотные заросли красных водорослей угнетают рост проростков фукусов [15]. Вероятно, в данном случае в ходе экспериментов удалось наблюдать проявление положительного межвидового взаимодействия.

Заключение. При совместном содержании у *F. distichus*, *F. serratus* и *P. palmata* увеличивалось содержание хлорофиллов, а у *F. vesiculosus* – нет. Рост массы *P. palmata* в присутствии *F. distichus* и *F. serratus* ускорялся, влияния *P. palmata* на ростовые процессы *F. distichus* не выявлено, а у *F. serratus* в присутствии *P. palmata* рост замедлялся. Биомасса *F. vesiculosus* на защищенной валунной литорали при удалении *P. palmata* достоверно не изменялась, а при удалении *F. vesiculosus* биомасса *P. palmata* достоверно уменьшилась. Таким образом, между доминантами литорали существуют межвидовые взаимодействия: *P. palmata* лучше растет в присутствии фукусов *F. distichus* замедляет свой рост в присутствии *F. vesiculosus*, а *F. serratus* – в присутствии *P. palmata*. Влияния других видов на *F. vesiculosus* не выявлено.

Исследования выполнены в рамках плановой темы ММБИ РАН «Механизмы адаптации, регуляции роста, размножения и рациональное использование водорослей-макрофитов арктических морей» 9-17-02 (51; 52).

Литература

1. Бурковский И.В. Структурно-функциональная организация и устойчивость морских донных сообществ. – М.: Изд-во МГУ, 1992. – 208 с.
2. Набивайло Ю.В., Тутлянов Э.А. Конкурентные взаимоотношения водорослей в природе и в культуре // Биология моря. – 2006. – Т. 32, № 5. – С. 315–325.
3. Paine R.T. Benthic macroalgal competition: complications and consequences // J. Phycol. – 1990. – Vol. 26. – P. 12–17.
4. Harlin M.M. Allelochemistry in marine macroalgae // CRC Critical Reviews in Plant Sciences. 1987. – Vol. 5. – P. 237–249.
5. Svirski E., Beer S., Friedlander M. *Gracilaria conferta* and its epiphytes: (2) Interrelationship between the red seaweed and *Ulva lactuca* // Hydrobiologia. – 1993. – Vol. 260–261. – P. 391–396.
6. *Gracilaria conferta* and its epiphytes. 3. Allelopathic inhibition of the red seaweed by *Ulva cf. lactuca* / M. Friedlander, Y. Gonen, Y. Kashman, S. Beer // J. Appl. Phycol. – 1996. – Vol. 8. – P. 21–25.
7. Ferrer E., Gomez Garreta A., Ribera M.A. Effect of *Caulerpa taxifolia* on the productivity of two Mediterranean macrophytes // Mar. Ecol. Progr. Ser. 1997. – Vol. 149. – P. 279–287.
8. Човган О.В., Малавенда С.С. Роль макрофитов как субстрата в формировании литоральных эпизооценозов Белого моря // Вестник МГТУ. – 2017. – Т. 20, № 2. – С. 390–400.
9. Кузнецов Л.Л., Шошина Е.В. Фитоценозы Баренцева моря. Физиологические и структурные характеристики. – Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2003. – 307 с.
10. Малавенда С.С. Морфофизиологические особенности бурой водоросли *Fucus distichus* L. в экосистемах Баренцева моря: Диссертация ... канд. биол. наук // Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова (МГУ). – М., 2009. – 152 с.
11. Чакчир Б.А., Алексеева Г.М. Фотометрические методы анализа: методические указания // СПб.: Изд-во СПХФА, 2002. – 44 с.
12. Чернова Н.М., Былова А.М. Общая экология: Учебник. – М.: Дрофа, 2004. – 38 с.
13. Малавенда С.В. Устойчивость фукоидов Баренцева моря к переменной солености // Ботанич. журнал. – 2011. – Т. 96, № 3. – С. 342–349.
14. Малавенда С.С., Комракова Д.Г. Литоральные фитоценозы Кандалакшского залива Белого моря // Вестник Удмуртского ун-та, 2015. – Т. 25, вып. 4. – С. 63–68.
15. Brawley S.H., Johnson L.E. Survival of fucoid embryos in the intertidal zone depends on developmental stage and microhabitat // J. Phycol. – 1991. – Vol. 27. – P. 179–186.

УДК 504.5:502.51(268.46)

О.Н. Мохова, Л.В. Парухина, Р.А. Мельник

*Отдел Северный Полярного филиала Всероссийского научно-исследовательского института
рыбного хозяйства и океанографии (СевПИНРО),
Архангельск, 163002
e-mail: mohova@pinro.ru*

НЕОРГАНИЧЕСКИЕ СОЕДИНЕНИЯ АЗОТА И ФОСФОРА В ВОДАХ ЯНДОВОЙ ГУБЫ БЕЛОГО МОРЯ

Представлены результаты гидрохимических исследований, проведенных в Яндовой губе Белого моря в различные сезоны 2018–2020 г. Проанализирована сезонная изменчивость неорганических соединений азота и фосфора и выполнено сравнение их содержания с рыбохозяйственными нормативами. На обследованной акватории их концентрации оказались невысоки и не превышали предельно допустимый уровень. Потребление фосфатов и нитратного азота планктонными организмами происходит параллельно, в связи с чем сезонный ход этих веществ в целом совпадает.

Ключевые слова: губа Яндовая, биогенные вещества, гидрохимические исследования, нитриты, нитраты, фосфаты.

O.N. Mokhova, L.V. Parukhina, R.A. Melnik

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

INORGANIC COMPOUNDS OF NITROGEN AND PHOSPHORUS IN THE YANDOVAYA BAY WATERS OF THE WHITE SEA

The results of hydrochemical studies carried out in the Yandovaya Bay of the White Sea in different seasons of 2018–2020 are presented. The seasonal variability of inorganic compounds of nitrogen and phosphorus was analyzed and their content was compared with fishery standards. In the surveyed water area their concentrations were low and did not exceed the maximum permissible level. The consumption of phosphates and nitrate nitrogen by planktonic organisms occurs in parallel, and therefore the seasonal variations of these substances generally coincide.

Key words: the Yandovaya Bay, biogenic substances, hydrochemical research, nitrites, nitrates, phosphates.

Особую роль в существовании морских экосистем играют биогенные соединения, которые являются необходимым условием процесса жизнедеятельности растений и животных. Важнейшая роль в жизни водных организмов принадлежит соединениям азота и фосфора. Прежде всего эти вещества необходимы для роста и развития фитопланктонных сообществ, от успешного функционирования которых зависит первичная продукция и количество производимого ими органического вещества.

Одним из жизненно важных биогенных элементов является азот. Он входит в состав белков, аминокислот и других органических соединений, без которых невозможно существование живых клеток [1]. В природных водах азот присутствует в виде разнообразных неорганических и органических соединений. Установлено, что лучшими источниками азота для большинства водорослей являются неорганические соединения. В морской воде в течение большей части года преобладают нитратные формы азота [2]. Главный источник поступления нитратов в поверхностные воды – почвенный покров. Также к естественным источникам появления нитратов в воде относятся атмосферные осадки. К антропогенным источникам можно отнести промышленные и бытовые сточные воды, а также загрязнение неорганическими удобрениями, вызывающее значительное повышение концентрации нитратов. Соединения азота служат одним из показателей загрязнения вод и, кро-

ме того, обладают токсичностью [3]. Повышенные концентрации нитритов образуются при усилении процессов разложения органических веществ в условиях более медленного окисления нитритов в нитраты, что также говорит о загрязнении водоема. У рыб нитритная интоксикация вызывает широкий спектр нарушений метаболических и морфофизиологических процессов, зависящих от вида и возраста, дозы токсиканта и химического состава воды [4].

Важнейшей функцией соединений фосфора в живых организмах является регуляция энергетических процессов в ходе клеточного обмена. При отсутствии соединений фосфора в воде рост и развитие водной растительности прекращается, однако избыток их приводит к негативным последствиям, вызывая процессы эвтрофикации водного объекта и ухудшение качества воды. Соединения фосфора поступают в природные воды в результате процессов жизнедеятельности и посмертного распада водных организмов, большая часть их попадает в водоемы в результате сельскохозяйственной и бытовой деятельности человека [5].

Губа Яндовая примыкает к устьевому взморью р. Северная Двина, наиболее подверженному антропогенной нагрузке от деятельности ряда промышленных объектов: Архангельского целлюлозно-бумажного комбината (ЦБК), комплекса судостроительных предприятий г. Северодвинска, а также бытовых и хозяйственных стоков от расположенных недалеко населенных пунктов.

Полученные гидрохимические данные позволяют выявить специфику сезонной динамики биогенных веществ и дают возможность оценить экологическое состояние вод Яндовой губы, на побережье которой ведется промысел сельди, наваги, корюшки, камбаловых рыб.



Рис. 1. Расположение станции отбора проб в Яндовой губе Белого моря

Гидрохимические исследования в Яндовой губе были проведены в разные гидрологические сезоны 2018–2020 гг. (рис. 1). Измерялась концентрация биогенных веществ (азота нитритного и нитратного, фосфора минерального). Отбор проб воды выполнялся с поверхностного горизонта с дискретностью 2 часа в течение 12 часов в сутки, всего было проанализировано по семь проб каждого показателя в разный сезон.

Химические анализы выполнялись по общепринятым в гидрохимии методикам [6, 7]. Для оценки качества вод использовались значения предельно допустимых концентраций для водоемов рыбохозяйственного значения (ПДК_{р/х}) [8].

Концентрации минеральных соединений биогенных веществ в поверхностном

слое подвержены значительным сезонным изменениям. Нитриты – неустойчивые компоненты природных вод, поэтому при благоприятных для их окисления условиях, характерных для поверхностных вод, они встречаются в незначительных концентрациях. В водах нитриты переходят в нитраты, и их наличие в воде обычно минимально. Сезонные колебания содержания нитритов характеризуются отсутствием зимой и появлением весной при разложении нового неживого органического вещества. Максимальное количество их наблюдается в конце лета, осенью содержание нитритов уменьшается [5]. В пробах вод Яндовой губы количество азота нитритного в зимний период в среднем составляет 0,005 мг/дм³, весной концентрации увеличиваются до 0,022 мг/дм³, максимальные значения до 0,026 мг/дм³ зафиксированы летом, в осенний период их содержание уменьшается до 0,001–0,006 мг/дм³ (см. таблицу). По полученным результатам концентрации нитритов оказались значительно ниже уровня ПДК_{р/х}.

Содержание нитратов в водных объектах изменяется в довольно широких пределах и сильно отличается в зимний, весенний и летний периоды. В период массового развития водных растений она может падать практически до нуля. Минимальная концентрация нитратов в поверхностных водах в вегетационный период начинает увеличиваться осенью и достигает максимума зимой, когда при низком потреблении азота происходит разложение органических веществ и переход азота из органических форм в минеральные [5]. В Яндовой губе максимальное содержание азота нитратного (до 0,192 мг/дм³) отмечено в зимний период, затем уменьшается весной

и летом снижается до минимальных значений (таблица). Осенью количество нитратов начинает восстанавливаться. После интенсивного развития фитопланктона концентрация нитратов начинает повышаться за счет конвективного перемешивания вод, в результате регенерационных процессов и минерализации органического вещества. Количество нитратов за период наших исследований было значительно ниже установленной ПДК_{р/х}.

Содержание неорганических соединений азота и фосфора (мг/дм³) в водах Яндовой губы в разные гидрологические сезоны 2018–2020 гг.

| Характеристики | Среднее значение (пределы колебаний) | Стандартное отклонение | Стандартная ошибка |
|--------------------|--------------------------------------|------------------------|--------------------|
| Зима | | | |
| Азот нитритный | 0,005 (0,003–0,007) | 0,001 | 0 |
| Азот нитратный | 0,116 (0,036–0,192) | 0,064 | 0,014 |
| Фосфор минеральный | 0,065 (0,044–0,113) | 0,016 | 0,004 |
| Весна | | | |
| Азот нитритный | 0,011 (0,003–0,022) | 0,006 | 0,001 |
| Азот нитратный | 0,017 (0,005–0,039) | 0,010 | 0,002 |
| Фосфор минеральный | 0,038 (0,026–0,062) | 0,010 | 0,002 |
| Лето | | | |
| Азот нитритный | 0,006 (0,002–0,026) | 0,006 | 0,001 |
| Азот нитратный | 0,008 (0–0,026) | 0,009 | 0,002 |
| Фосфор минеральный | 0,035 (0,014–0,060) | 0,011 | 0,002 |
| Осень | | | |
| Азот нитритный | 0,004 (0,001–0,006) | 0,001 | 0 |
| Азот нитратный | 0,021 (0,001–0,058) | 0,016 | 0,004 |
| Фосфор минеральный | 0,047 (0,033–0,064) | 0,009 | 0,002 |

Содержание соединений фосфора подвержено значительным сезонным колебаниям, оно зависит от соотношения интенсивности процессов фотосинтеза и биохимического окисления органических веществ. Максимальные концентрации фосфатов в поверхностных водах наблюдаются обычно зимой, минимальные весной и летом, в осенний период их количество начинает увеличиваться [5]. В водах Яндовой губы максимальные концентрации были зафиксированы также в зимний период (до 0,113 мг/дм³), что связано с минерализацией органического вещества. В весенний период, после зимы, их содержание начинает снижаться из-за активного потребления фитопланктоном. Минимальное количество фосфатов было зафиксировано летом после активной вегетации водорослей. В осенний сезон содержание их начинает восстанавливаться в результате как минерализации органического вещества, так и вертикального перемешивания вод. Значений выше установленного норматива по фосфатам не зафиксировано.

Анализируя в целом среднегодовые показатели, можно отметить тенденции повышения в весенний период нитритов, снижения в зимний сезон нитратов, уменьшения зимой и осенью фосфатов (рис. 2). В остальные сезоны такой выраженной динамики не наблюдается.

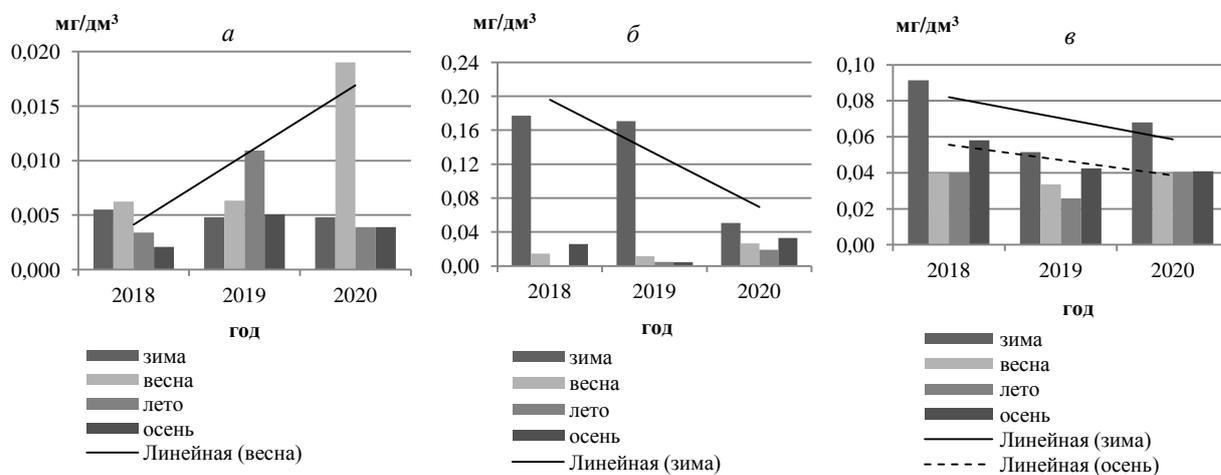


Рис. 2. Содержание неорганических соединений азота (а – нитриты, б – нитраты) и фосфора (в – фосфаты) в водах Яндовой губы в разные гидрологические сезоны 2018–2020 гг.

Таким образом, в период исследований состояние водной среды по рассмотренным биогенным соединениям азота и фосфора в Яндовой губе было благоприятным для обитающих здесь рыб и их кормовой базы. Концентрации определяемых биогенных веществ не выходили за рамки допустимой нормы.

Содержание неорганических соединений азота и фосфора в поверхностных водах зависит от хода естественных процессов в водоеме и в значительной степени определяется развитием и жизнедеятельностью обитающих в нем организмов. Потребление фосфатов и нитратного азота планктоном происходит параллельно, в связи с чем сезонный ход этих веществ в целом совпадает.

Литература

1. *Максимова М.П., Чугайнова В.А.* Гидрохимический и гидрологический режим прибрежной зоны Белого моря. Марикультура: Моногр. – М.: ИИУ МГОУ, 2014. – 200 с.
2. *Овчинникова С.И., Широкая Т.А., Папкина О.И.* Основные тенденции изменения гидрохимических показателей водной экосистемы Кольского залива (2000–2011 годы) // Вестник МГТУ. – 2012. – Т. 15, № 3. – С. 544–550.
3. *Хуан Жань-Жань.* Геоэкологическая оценка трофического статуса пресноводных озер Китая: Дис. ... канд. геогр. наук. – СПб., 2013. – 150 с.
4. *Черкесова Д.У., Шахназарова А.Б.* Токсическое воздействие нитритов на организм рыб // Юг России: экология, развитие. – 2009. – № 4. – С.126–130.
5. *Зенин А.А., Белоусова Н.В.* Гидрохимический словарь. – Л.: Гидрометеиздат, 1988. – 239 с.
6. *Методы гидрохимических исследований основных биогенных элементов.* – М.: ВНИРО, 1988. – 119 с.
7. *Руководство по химическому анализу морских и пресных вод при экологическом мониторинге рыбохозяйственных водоёмов и перспективных для промысла районов Мирового океана.* – М.: ВНИРО, 2003.– 202 с.
8. *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 10.03.2020 г.):* Приказ Минсельхоза РФ от 13.12.2016 г. № 552 // Министерство юстиции РФ. 2016 г. № 45203. – М., 2016. – 128 с.

УДК [628.16:6287.19](571.66)

Б.А. Опрышко¹, В.А. Швецов², О.А. Белавина²

¹ Камчатский водоканал,
Петропавловск-Камчатский, 683009
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru;

² Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 683003
e-mail: oni@kamchatgtu.ru

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ КОНТРОЛЯ РЕЖИМА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В ПРЕДЕЛАХ II ПОЯСА ЗОНЫ САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ВОДОЗАБОРА «АВАЧИНСКИЙ»

Приоритетной государственной задачей является контроль режима подземных вод. Существует риск химического загрязнения русла реки Авача предприятиями агропромышленного комплекса. Объектами исследования являются водозабор «Авачинский» и полигон «Опытный», расположенный на территории Раздольненского сельского поселения в пределах II пояса зоны санитарной охраны водозабора. Показано, что наблюдательные скважины полигона «Опытный» необходимо оснастить автоматическими многопараметрическими устройствами для контроля режима подземных вод.

Ключевые слова: охрана месторождений подземных вод, экологическая безопасность, наблюдательные скважины, автоматизированная система мониторинга, автономные измерительные устройства, инфильтрационный водозабор, санитарная охрана от загрязнения источников водоснабжения, зоны санитарной охраны.

B.A. Opryshko¹, V.A. Shvetsov², O.A. Belavina²

¹ Kamchatka Vodokanal,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683009
e-mail: BAOpryshko@pkvoda.ru;

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

ON IMPROVING THE UNDERGROUND WATER REGIME CONTROL IN LIMITS OF II SANITARY PROTECTION ZONE BELT OF WATER INTAKE “AVACHINSKY”

The priority state task is to control the regime of underground waters. There is a risk of chemical contamination of the Avacha riverbed by agro-industrial enterprises. The objects of the study are the water intake “Avachinsky” and the polygon “Opytny”, located on the territory of the Razdolnensky rural settlement within the II belt of the water intake sanitary protection zone. It is shown that the observation wells of the polygon “Opytny” should be equipped with automatic multiparameter devices for monitoring the underground water regime.

Key words: protection of underground water deposits, environmental safety, observation wells, automated monitoring system, autonomous measuring devices, infiltration water intake, sanitary protection from water supply sources contamination, sanitary protection zones.

Контроль режима подземных вод является приоритетной государственной задачей [1–4].

С 1989 г. по настоящее время контроль режима подземных вод на полигоне «Опытный», в пределах II пояса зоны санитарной охраны водозабора «Авачинский» осуществлялся в ручном режиме, при этом пробы воды из наблюдательных скважин в период с 1989 по 2006 гг. отбирали один раз в месяц. Затем в период с 2006 г. и по настоящее время пробы воды отбирают один раз в квартал. Такой подход к организации контроля режима подземных вод не соответствует государственной стратегии, предусматривающей цифровизацию производственных процессов [5–7].

Характеристики природных объектов и методов их исследования

Объектом исследования является водозабор «Авачинский». Особый интерес представляет полигон «Опытный», расположенный на территории Раздольненского сельского поселения в пределах II пояса зоны санитарной охраны водозабора.

Инфильтрационный водозабор «Авачинский» Елизовского месторождения питьевых подземных вод (далее МППВ) является основным источником водоснабжения Петропавловск-Камчатского городского округа и Елизовской агломерации. Общий вид водозабора представлен на рис. 1.



Рис. 1. Общий вид водозабора «Авачинский»

Водозаборные сооружения Елизовского МППВ введены в эксплуатацию в 1976 г. До 70% воды, поступающей в скважины, приходится на инфильтрацию из русла реки Авача.

В 80-х г. хозяйственное освоение долины реки, рост города Елизово ухудшили санитарное состояние поверхностных вод реки Авача. Это событие послужило причиной разведки Быстринского месторождения питьевых подземных вод – нового источника водоснабжения [8].

В 2006 г. постановлением Главного государственного санитарного врача по Камчатской области Авачинский водозабор был переведен в категорию водозабора из поверхностного источника [9].

Существует риск химического загрязнения реки предприятиями агропромышленного комплекса, расположенными во II поясе зоны санитарной охраны (ЗСО). Поэтому в 1989 г. на территории Раздольненского сельского поселения в среднем течении на левобережье реки Авача создан полигон «Опытный», состоящий из наблюдательных скважин для контроля площадного (сельскохозяйственные угодья) и очагового (скотоводческий комплекс и жилая застройка) загрязнений грунтовых вод [10]. Наблюдательная сеть полигона «Опытный» представлена на рис. 2.



Рис. 2. Наблюдательная сеть участка «Опытный» на территории Раздольненского сельского поселения

Наблюдения за химическим составом грунтовых вод на территории Раздольненского сельского поселения в десяти наблюдательных скважинах позволили выявить наиболее характерные участки загрязнения. Выявлено превышение допустимой концентрации ионов аммония, нитрит-ионов, нитрат-ионов, ионов фосфата [10].

Предложения по совершенствованию контроля режима подземных вод

Следует отметить, что пробы отбирались с 1989 по 2006 гг. ежемесячно. А с 2006 г. по сегодняшний день ежеквартально. Такой подход к контролю режима подземных вод снижает достоверность результатов контроля химического состава и не соответствует современным требованиям к автоматизации и цифровизации процесса контроля.

Основываясь на документах [5, 10] и результатах исследований [6, 7, 10–12] авторы предлагают следующие технические решения:

1. Для непрерывного контроля режима подземных вод использовать наблюдательные скважины № 1; 2; 3; 4, расположенные в пределах поселка Раздольный.
2. Данные скважины оснастить автоматическими многопараметрическими устройствами для контроля режима подземных вод.
3. Организовать телеметрическую связь между измерительными устройствами и компьютерами, расположенными в КГУП «Камчатский водоканал» и ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет», что позволит своевременно прогнозировать ухудшение качества грунтовых вод, инфильтрующихся в русло реки Авача, и выявлять источники загрязнения.

Местоположение наблюдательных скважин № 1; 2; 3; 4 на территории поселка Раздольный представлено на рис. 3.

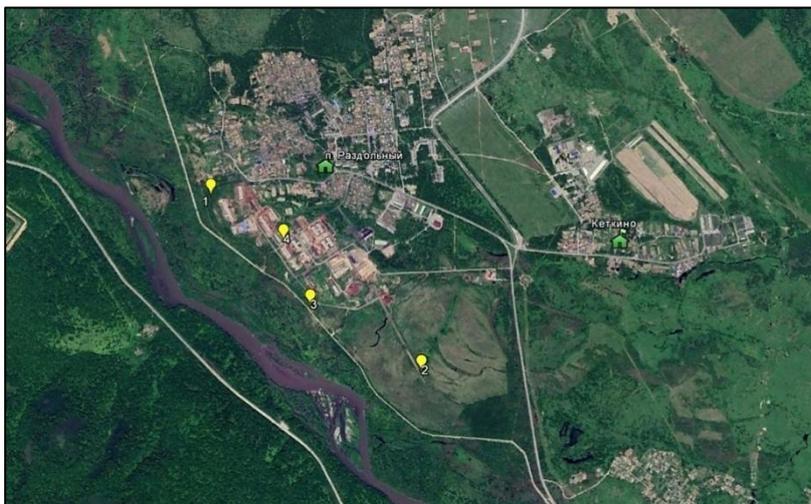


Рис. 3. Местоположение наблюдательных скважин участка «Опытный» на территории поселка Раздольный

Контроль режима подземных вод необходимо осуществлять в наблюдательных скважинах № 1; 2; 3; 4 полигона «Опытный» в поселке Раздольный автоматическими многопараметрическими устройствами с телеметрической системой передачи данных.

Литература

1. Правила охраны подземных водных объектов. Утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 11 февраля 2016 года № 94.
2. Стратегия экологической безопасности Российской Федерации на период до 2025 года. Утв. Указом Президента Российской Федерации от 19 апреля 2017 г. № 176.
3. Об утверждении государственной программы Российской Федерации «Охрана окружающей среды»: Постановление правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 326.

4. О введении в действие санитарных правил и норм «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения. СанПиН 2.1.4.1110-02»: Постановление от 14 марта 2002 г. № 10.

5. Об утверждении Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года: Распоряжение Правительства Российской Федерации от 12 апреля 2020 года № 993-р.

6. *Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белова Е.П.* Совершенствование метода контроля уровня подземных вод в эксплуатационных скважинах Камчатского края // Водоснабжение и санитарная техника. – 2019. – № 11. – С. 20–25.

7. *Опрышко Б.А., Швецов В.А., Белавина О.А.* Совершенствование метода контроля пьезометрического уровня подземных вод в эксплуатационных скважинах Камчатского края // Водоснабжение и санитарная техника. – 2021. – № 3. – С. 16–19.

8. Письмо Министерства геологии РСФСР. Исх. № СТ 3/5-4678 от 15.09.1983 г. «О разведке подземных вод для водоснабжения г. Петропавловска-Камчатского» к поручению Совета Министров РСФСР от 24.08.1983 № 12319-25-16.

9. «Об организации контроля за качеством воды Авачинского водозабора УМП ПУВКХ г. Елизово»: Постановление Главного государственного санитарного врача по Камчатской области № 1 от 03.02.2006 года.

10. Отчет о результатах специализированных работ по выявлению и оценке степени возможного комплексного загрязнения подземных вод в пределах полигона «Опытный» (II пояс ЗСО Елизовского водозабора) / *А.А. Данилин, В.С. Тихонова, Л.М. Салина, Т.А. Ткаченко.* – МПР РФ, РОСНЕДРА, ФГУП Камчатгеология, Елизово, 2006.

11. Оголовок наблюдательной скважины со статическим уровнем ниже поверхности земли: Пат. 154509 Рос. Федерация, U1 МПК E21B 33/068 (2006.01) / *Б. А. Опрышко, В. А. Швецов, О.Е. Петренко, О. А. Белавина, А.Ю. Бессонов;* патентообладатель ФГБОУ ВО «Камчат. гос. техн. ун-т». – Заявка № 20141150807; заявл. 15.12.2014. – Оpubл. 27.08.2015. Бюл. № 26.

12. Оголовок аварийной самоизливающейся скважины: Пат. 200932 Рос. Федерация, МПК E21B 33/068 / (2006.01) / *Б.А. Опрышко, В.А. Швецов, В.П. Помазкин, А.Э. Шагинян, А.Н. Ревука, О.А. Белавина;* патентообладатель ФГБОУ ВО «Камчат. гос. техн. ун-т». – Заявка № 2020125332; заявл. 22.07.2020. – Оpubл. 19.11.2020. Бюл. № 32.

УДК 582.274(265.52)

О.В. Перервенко^{1,2}, А.Н. Кашутин¹, Х.М. Меджидова²

¹ Камчатский государственный технический университет,
Петропавловск-Камчатский, 83003;

² Филиал № 2 ФГКУ «1477 Военно-морской клинический госпиталь» МО РФ,
Петропавловск-Камчатский, 683015
e-mail: perervenko2014@gmail.com

**СОСТОЯНИЕ ИЗУЧЕННОСТИ ИММУННЫХ СВОЙСТВ ЭКСТРАКТОВ
FUCUS DISTICHUS SUBSP. *EVANESCENS*, СОБРАННОГО
В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ АВАЧИНСКОЙ ГУБЫ
(ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)**

Даны сведения об изменениях фагоцитарных и гуморальных свойств экстрактов бурой водоросли *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, собранных в разных местах Авачинской губы. Водно-спиртовые вытяжки из фукусов различных месторождений (бух. Сероглазка и бух. Лагерная) отличались по действию на нейтрофильные лейкоциты и иммуноглобулины крови.

Ключевые слова: Авачинская губа, окружающая среда, экология, водно-спиртовые вытяжки, *Fucus distichus* subsp. *evanescens*, нейтрофилы, фагоцитоз.

O.V. Perervenko^{1,2}, A.N. Kashutin¹, Kh.M. Medzhidova²

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

² Military marine clinical hospital,
Petropavlovsk-Kamchatsky, 683015
e-mail: perervenko2014@gmail.com

**KNOWLEDGE STATE OF IMMUNE PROPERTIES
OF *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENCE* EXTRACTS
COLLECTED IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE AVACHA BAY
(SOUTH-EASTERN KAMCHATKA)**

Data on changes in the phagocytand humoral properties of brown algae *Fucus distichus* subsp. *evanescens* extracts collected in different places of the Avacha Bay are given. Water-alcohol extracts from algae of various habitats (the Seroglazka Bay and the Lagernaya Bay) differed in their effect on neutrophilic leukocytes and blood immunoglobulins.

Key words: the Avacha Bay, environment, ecology, water-alcohol extracts, *Fucus distichus* subsp. *evanescence*, neutrophils, phagocytosis.

Водные пространства морей и океанов являются конечными вместилищами для большинства отходов. К горным породам и частичкам почвы, переносимым потоками воды, и за счет атмосферных явлений с континентов в Мировой океан после освоения человечеством побережий морей и океанов присоединились продукты и его жизнедеятельности. Морские экосистемы подвергаются все большему антропогенному воздействию, являясь естественными приемниками всех хозяйственно-бытовых и производственных стоков.

Авачинская губа не стала исключением [1, 2, 4]. На ее берегах расположены базы военно-морского, торгового, нефтеналивного и рыбного флотов, нефтехранилища, судоремонтные и рыбоперерабатывающие предприятия, и проживает три четверти населения Камчатки. Основные загрязнители вод – нефтепродукты, фенолы, СПАВ и тяжелые металлы – поступают из канализационных, ливневых и промышленных стоков [2]. В некоторых районах береговая линия

вдоль городского побережья подверглась значительной антропогенной трансформации, которая в комплексе с многолетним антропогенным загрязнением привела к значительным изменениям в структуре прибрежных сообществ.

Не стали исключением водоросли-макрофиты Авачинской губы. За последние годы морская флора претерпела существенные изменения. В 1970-е гг. насчитывалось 165 видов водорослей-макрофитов, из которых зеленых – 32, бурых – 47 и красных – 86 видов [1]. В настоящее время видовой состав водорослей значительно обеднел. По результатам флористических исследований 2016 г. было отмечено всего 20 видов бурых и красных водорослей без учета *Chlorophyta* [3]. Необходимо отметить, что среди многолетних видов самым массовым в литоральной зоне является *F. distichus* [6]. Многие другие бурые водоросли либо сократили свое существование, либо вовсе исчезли, в то время как фукус продемонстрировал высокую выживаемость и повсеместное присутствие в литорали губы [7, 8].

Как показали наши исследования, распределение *F. distichus* в разных районах бухты неравномерно. Свойства экстрактов фукуса ранее никем не исследовались. Поэтому целью настоящей работы явилось изучение свойств водно-спиртовых вытяжек фукусов, собранных в разных местах губы (рис. 1).



Рис. 1. Места сбора *Fucus distichus* subsp. *evanescens*: 1 – бухта Сероглазка; 2 – горло губы

По данным наших обследований литорали северо-восточной части Авачинской губы выявлено, что наибольшая площадь покрытия фукусом приходится на бух. Сероглазка, а в районе «горло губы» он встречается крайне редко.

Известно, что одним из важнейших элементов врожденного иммунитета являются нейтрофилы крови человека. От этих клеток зависит устойчивость организма к вирусным, бактериальным, грибковым и паразитарным болезням. Действие сульфатированных полисахаридов морских водорослей на фагоцитоз нейтрофильных фагоцитов подробно описано в ряде научных работ [9–12].

Для приготовления водно-спиртовых вытяжек использовали внешне неизменные растения, собранные в выше указанных районах 21 июля 2018 г. Водно-спиртовой экстракт бух. Сероглазка был обозначен № 1, горла губы – № 2. Проведены параллельные исследования фукусовых тинктур на 35 образцах крови добровольцев за период 2019–2020 гг.

При формировании в группы обследуемых водно-спиртовых экстрактов *F. distichus* определена следующая особенность: 0,25% раствора всех водорослей давал ответ адекватный кон-

тролям, в 1-, 2- и 5-процентных разведениях при воздействии макроводорослевого экстракта горла губы фагоцитарная активность (ФАН%) была достоверно выше контрольных значений (рис. 2, сверху), фагоцитарное число (ФЧ) – было выше в образцах 5-, 2- и 1% (см. рис. 2). Концентрации растворов 10 и 20 процентов обладали выраженным ингибирующим действием. У образцов, собранных в бух. Сероглазка, ФАН% и ФЧ во всех разведениях определялись на уровнях ниже контрольных значений (рис. 2). Таким образом, нами *in vitro* установлено, что водно-спиртовой экстракт фукуса, собранного в различных географических координатах губы и условиях обитания, по-разному оказывает влияние на проявление фагоцитарной активности клеток крови человека.

При определении иммуноглобулинов основных классов в образцах сыворотки крови добровольцев отметили следующее: уровень иммуноглобулина М (IgM) по сравнению с контролем достоверно ниже в образцах горла губы, показатели IgG и IgA были близки к контрольным значениям. В образцах, собранных в районе бух. Сероглазка, выраженных отличий с контролями не обнаружили.

В ходе проведенных исследований свойств соединений, присутствующих в *F. distichus* из бух. Сероглазка и горла губы, отметили следующую особенность: образцы водно-спиртовых вытяжек имеют различные характеристики. В малых концентрациях образец № 2 *F. distichus* способен повышать относительное количество фагоцитирующих клеток и их фагоцитарное число. Более высокие дозы (10% и >) снижают показатели фагоцитарной активности нейтрофилов. В разведениях образца № 1 стимулирующего влияния на фагоциты не выявлено.

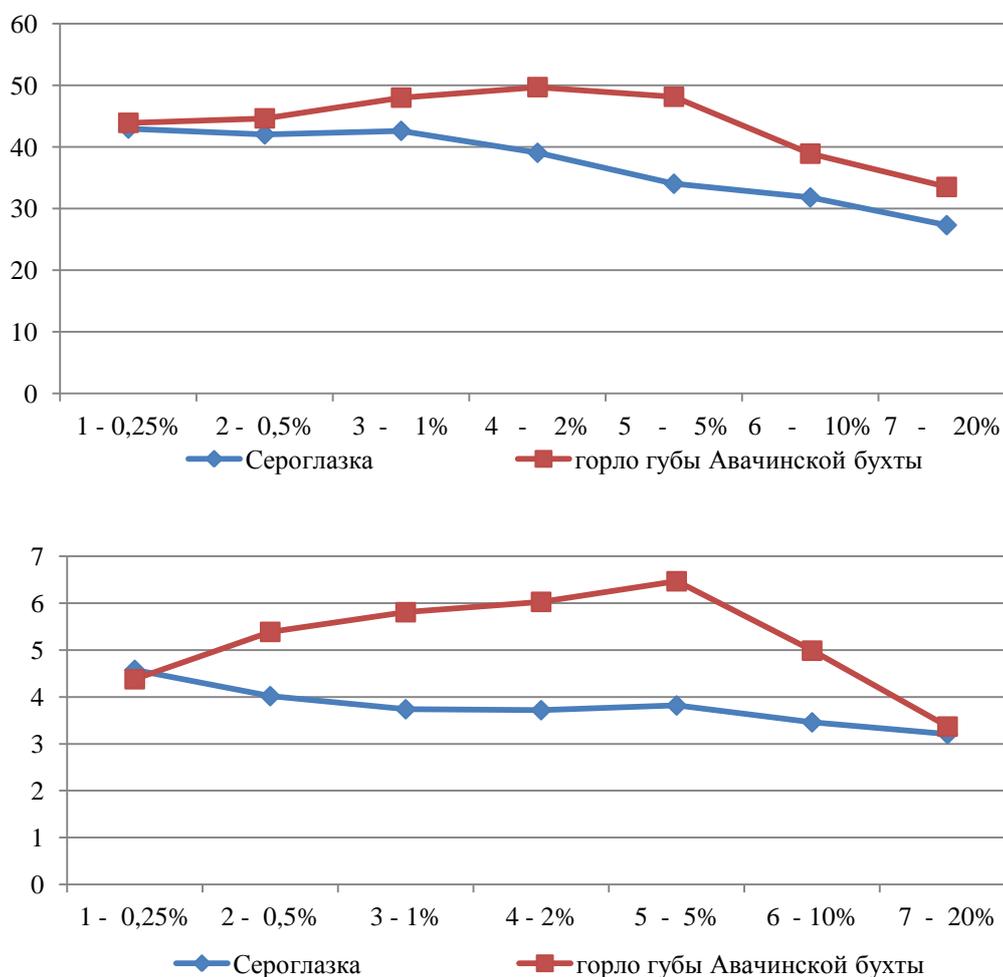


Рис. 2. Влияние свойств водно-спиртовых вытяжек *Fucus distichus* subsp. *evanescens* на анализ фагоцитарной активности (сверху) и фагоцитарного числа (внизу) клеток крови человека

Таким образом, изменения свойств микропопуляций *F. distichus*, собранных у городского побережья Петропавловска-Камчатского, вызваны антропогенным воздействием. Изучение функциональной активности иммунитета является перспективным направлением.

Литература

1. Клочкова Н.Г., Березовская В.А. Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. – Владивосток: Дальнаука, 2001. – 205 с.
2. Исторический обзор исследований и основные результаты комплексного экологического мониторинга Авачинской губы в 2012 г. / Е.В. Лепская, О.Б. Тепнин, В.В. Коломейцев, Е.А. Устименко, Н.В. Сергиенко, Д.С. Виноградова, В.Д. Свириденко, М.А. Походина, В.А. Щеголькова, В.В. Максименков, А.А. Полякова, Р.С. Галямов, С.Л. Горин, М.В. Коваль // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки северо-западной части Тихого океана. – 2014. – № 34. – С. 5–21.
3. Лопатина Н.А., Климова А.В., Клочкова Н.Г. Современный видовой состав массовых представителей макрофитобентоса Авачинской губы и его сезонные изменения // Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промышленное и техническое использование: материалы VII Всерос. науч.-практ. конф. – Петропавловск-Камчатский: Камчат ГТУ, 2017. – С. 142–147.
4. Альтернативный маршрут транспортирования. 2010. Информагент. «Атомные связи». URL: <http://www.atomic-energy.ru/articles/2010/01/18/8152>.
5. Адрианов А.В. Экологическая безопасность Дальневосточных морей РФ. // X Съезд Гидробиологического общества при РАН // Тезисы докладов (г. Владивосток, 28 сентября – 2 октября 2009 г.) / Отв. ред. Алимов А.Ф., Адрианов А.В. – Владивосток: Дальнаука, 2009. – С. 4–5.
6. Каушутин А.Н., Климова А.В., Клочкова Н.Г. Сезонная динамика роста экстрактов *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (С. Agardh) Н.Т. Povell, 1957 (Phaeophyceae: Fucales) в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Биология моря. – 2019. – Т. 45 (4). – С. 231–239.
7. Климова А.В., Каушутин А.Н., Клочкова Т.А. Развитие проростков *Fucus distichus* subsp. *evanescens* (Phaeophyceae, Fucales) в изменяющихся условиях солености, температуры и фотопериода // Вестник КамчатГТУ. – 2019. – № 49. – С. 65–75.
8. Каушутин А.Н., Климова, А.В., Клочкова Т.А. Воздействие ледового покрова на межгодовые изменения состояния литоральных зарослей бурой водоросли *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Вестник КамчатГТУ. – 2018. – № 44. – С. 88–99.
9. Запорожец Т.С. Клеточные и молекулярные механизмы иммуномодулирующего действия биополимеров морских гидробионтов: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – Владивосток, 2006.
10. Кузнецова Т.А. Коррекция иммунитета и гемостаза биополимерами из морских гидробионтов: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – М., 2009.
11. Беседнова Н.Н., Запорожец, Т.С., Макаренкова И.Д. и др. Сульфатированные полисахариды водорослей – модификаторы функции врожденного иммунитета при бактериальных, вирусных и паразитарных инфекциях // Успехи современной биологии. – 2011. – Т. 131, № 5. – С. 503–517.
12. Antimicrobial and biochemical properties of selected edible brown and red marine macroalgae / A.A. Hazzani, A.I. Shehata, N.M.S. Moubayed., H.J. Hourri // J. Pure Appl. Microbiol. – 2014. – № 8 – P. 1275–1282.

СПИСОК ОРГАНИЗАЦИЙ – УЧАСТНИКОВ КОНФЕРЕНЦИИ И ИХ АДРЕСА

Научно-исследовательские организации

Тихоокеанский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, д. 4
Тел.: 8 (423) 240-09-21; факс: 8(423) 230-07-51
E-mail: tinro@vniro.ru

Камчатский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, д. 18
Тел., факс: 8 (415-2) 41-27-01
E-mail: kamniro@vniro.ru

Государственный природный биосферный заповедник федерального значения имени С. В. Маракова

684500, Камчатский край, Алеутский район, с. Никольское, ул. 50 лет Октября, д. 31
Тел.: +7(41547) 22-225
E-mail: eumetopias@mail.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

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

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

Магаданский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

685000, г. Магадан, ул. Портовая, д. 36/10
Телефон: 8 (4132) 60-71-86; факс: 8 (4132) 60-74-19
E-mail: magadanniro@magadanniro.ru

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр Южный научный центр РАН»

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

Камчатский филиал ФГБУН «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН»

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

ФГБУН «Институт океанологии им. П.П. Ширшова Российской академии наук»
117997, г. Москва, Нахимовский проспект, д. 36
Тел.: +7 (499) 124-59-96; факс: +7 (499) 124-59-83
E-mail: office@ocean.ru

Сахалинский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
107140, г. Москва, ул. Верхняя Красносельская, д.17
Тел.: +7 (4242) 45-67-79
E-mail: sakhniro@vniro.ru

ФГБНУ «Камчатский научно-исследовательский институт сельского хозяйства»
684033, Камчатский край, с. Сосновка, ул. Центральная, д. 4
Тел.: +7 (41531) 3-62-45
E-mail: khasbiullina@kamniish.ru

ФГБУН «Мурманский морской биологический институт Российской академии наук»
183010, г. Мурманск, ул. Владимирская, д. 17
Тел.: +7 (8152) 25-39-63
E-mail: mmbi@mmbi.info

Институт продовольственных ресурсов Национальной академии аграрных наук Украины
02002, Украина, г. Киев, ул. Евгения Сверстюка, д. 4А
Тел.: +380 (44) 517-17-16

Образовательные организации

ФГАОУ ВО «Дальневосточный федеральный университет»
690922, Приморский край, о. Русский, п. Аякс 10, кампус ДВФУ.
Тел.: 8 (423) 265-24-29; 8 (423) 243-34-72; факс: 8 (423) 243-23-15
E-mail: rectorat@dvfu.ru

ФГБОУ ВО «Северо-Восточный государственный университет»
685000, г. Магадан, ул. Портовая, д. 13
Тел.: 8 (4132) 63-93-43
E-mail: rector@svgu.ru

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, д. 52б
Тел.: (423) 244-03-73; факс: (423) 244-24-32
E-mail: festfu@mail.ru, dalrybvtyz@mail.ru

ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет»
199034, г. Санкт-Петербург, ул. Университетская наб., д. 7–9
Тел.: +7 (812) 328-20-00
E-mail: spbu@spbu.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 «Самарский государственный социально-педагогический университет»
443099, г. Самара, ул. М. Горького, д. 65/67
Тел.: +7 (846) 207-44-00
E-mail: rectorat@sgspu.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 «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева»

127434, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49

Тел.: +7 (499) 976-04-80

E-mail: info@rgau-msha.ru

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»

236022, г. Калининград, Советский проспект, д. 1.

Тел.: 8 (4012) 99-59-01; факс: 8 (4012) 99-53-46

E-mail: rector@klgtu.ru

ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный аграрный университет»

675005, г. Благовещенск, ул. Политехническая, д. 86

Тел.: +7 (4162) 99-99-98

E-mail: info@dalgau.ru

Другие организации

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

ЗАО «Курильский рыбац»

694535, Сахалинская область, Курильский р-н, с. Рейдово

Тел.: 8 (42454) 9-92-71

E-mail: ribak555@yandex.ru, jiharevan@mail.ru

Филиал № 2 Федерального государственного казенного учреждения «1477 Военно-морской клинический госпиталь» Министерства обороны Российской Федерации

683015, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Аммональная Падь, д. 1А

Тел.: +7 (4152) 244-783

E-mail: vmkg6@mail.ru

ФГБУ «Центральное управление по рыбохозяйственной экспертизе и нормативам по сохранению, воспроизводству водных биологических ресурсов и акклиматизации»

125009, г. Москва, Большой Кисловский пер., д. 10, стр. 1

Тел.: +7 (495) 697-45-15

E-mail: tsuren@tsuren.ru

Ответственный за выпуск Т.А. Ключкова

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

*Материалы XII Национальной (всероссийской) научно-практической конференции
(28–29 апреля 2021 г.)*

Часть I

В авторской редакции
Верстка, оригинал-макет Е.Е. Бабух
Фото на обложке С.О. Очеретяна

Подписано в печать 05.10.2021 г.
Формат 60*84/8. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 18,28. Уч.-изд. л. 18,77. Усл. печ. л. 22,32
Тираж 200 экз. Заказ № 9

Издательство
Камчатского государственного технического университета

Отпечатано полиграфическим участком издательства КамчатГТУ
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35