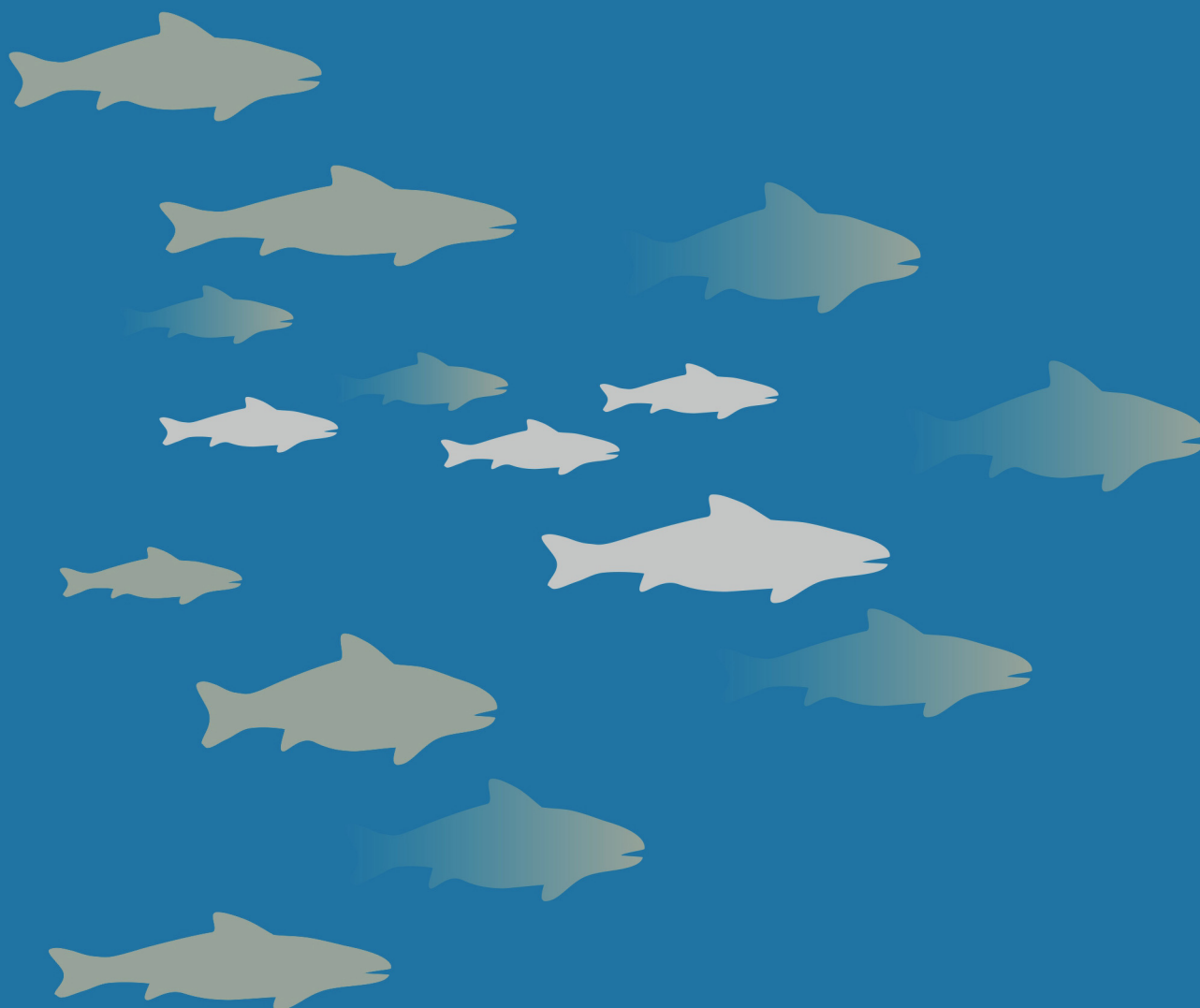


ISSN 2072-8212

ВЫПУСК 73
2024

**ИССЛЕДОВАНИЯ
ВОДНЫХ БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
КАМЧАТКИ И СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ
ТИХОГО ОКЕАНА**



Всероссийский
научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии

ISSN 2072-8212

*Всероссийский научно-исследовательский институт
рыбного хозяйства и океанографии*

*Russian Federal Research Institute
of Fisheries and Oceanography*

**ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДНЫХ
БИОЛОГИЧЕСКИХ
РЕСУРСОВ КАМЧАТКИ
И СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ
ТИХОГО ОКЕАНА**

Научный рецензируемый журнал

**Выпуск 73
2024**

**THE RESEARCHES OF THE AQUATIC
BIOLOGICAL RESOURCES
OF KAMCHATKA
AND THE NORTH-WEST PART
OF THE PACIFIC OCEAN**

Scientific peer-reviewed journal

**Volume 73
2024**



Главный редактор: д.б.н. А.В. Бугаев, зам. руководителя Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия)
Ответственный секретарь: М.В. Варкентин, зав. издательством Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия)

Редакционная коллегия:

д.б.н. А.М. Орлов, главный научный сотрудник Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Москва, Россия),
д.б.н. Т.И. Булгакова, главный научный сотрудник, ФГБНУ «ВНИРО» (Москва, Россия),
д.б.н. А.М. Токранов, главный научный сотрудник КФ ТИГ ДВО РАН (Петропавловск-Камчатский, Россия),
д.б.н. В.И. Карпенко, профессор кафедры КамчатГТУ (Петропавловск-Камчатский, Россия),
д.б.н. А.М. Бурдин, старший научный сотрудник КФ ТИГ ДВО РАН (Петропавловск-Камчатский, Россия),
д.б.н. П.А. Балыкин, главный научный сотрудник ЮНЦ РАН (Ростов-на-Дону, Россия),
д.б.н. А.М. Каев, главный научный сотрудник Сахалинского филиала ВНИРО («СахНИРО») (Южно-Сахалинск, Россия),
д.б.н. Т.А. Ключкова, профессор кафедры КамчатГТУ (Петропавловск-Камчатский, Россия),
д.т.н. О.М. Лапшин, ООО «АКВАРОС» (Москва, Россия),
д.б.н. О.А. Юнев, ведущий научный сотрудник ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН» (Севастополь, Россия),
к.б.н. Е.А. Шевляков, зав. отделом Тихоокеанского филиала ВНИРО («ТИНРО») (Владивосток, Россия),
к.б.н. С.Л. Рудакова, зам. начальника отдела ФГБНУ «ВНИРО» (Москва, Россия),
к.т.н. М.Н. Коваленко, советник Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),
к.б.н. Н.Ю. Шпигальская, руководитель Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),
к.б.н. М.В. Коваль, вед. научный сотрудник Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),
к.б.н. Е.В. Лепская, зав. лабораторией Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),
к.б.н. А.И. Варкентин, зам. руководителя Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),
к.б.н. С.И. Корнев, зав. лабораторией Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),
к.физ.-мат.н. И.М. Белкин, Университет Род-Айленда (США).

*Авторы выражают глубокую признательность рецензентам.
Их конструктивные замечания в значительной мере способствовали повышению качества публикаций.
The authors are deeply grateful to anonymous reviewers
for their constructive comments that have improved greatly the article quality.*

УДК 639.2.053.7(268.4)

Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана.
Научный рецензируемый журнал. Вып. 73. 2024. 96 с.

Объектами исследований являются морские анадромные и пресноводные рыбы, промысловые беспозвоночные, морские млекопитающие, а также условия обитания видов. Рассматриваются проблемы структуры сообществ, дифференциации популяций, ихтиологии, экологии, трофологии, физиологии, гидробиологии, паразитологии, гидрологии и гидрохимии, рыбного хозяйства и экономики. Включенные в журнал работы будут интересны ихтиологам, гидробиологам, экологам, паразитологам, студентам биологических факультетов вузов, работникам рыбохозяйственных организаций, а также всем, кто связан с освоением, охраной и воспроизводством биологических ресурсов северо-западной части Тихого океана.

The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean. Scientific peer-reviewed journal. Vol. 73. 2024. 96 p.

The objects of the researches made include marine, anadromous and freshwater fish species, commercial invertebrates, marine mammals and the habitats. The issues analyzed concern the structure of the communities, the differentiation of the populations, fish biology, ecology, trophology, physiology, hydrobiology, parasitology, hydrology and hydrochemistry fisheries and economics have analyzed. The articles selected in this collection are expected to be interesting for a wide circle of fish biologists, hydrobiologists, ecologists, students of high school and many other people working in the fishery institutions, i.e. to everyone whose activity might be connected to the exploration, protection and sustainable management of the aquatic biological resources in the north-west part of the Pacific Ocean.

СОДЕРЖАНИЕ

Выпуск 73, 2024

Оригинальные научные статьи

- Варкентин Александр Иванович.** Вылов, распределение и основные биологические показатели минтая в траловых уловах в северо-восточной части Охотского моря в осенне-зимний период 5
- Золотов Александр Олегович.** Особенности современного промысла морских рыб в прибрежной зоне о. Кунашир 20
- Лепская Екатерина Викторовна, Тепнин Олег Борисович, Походина Мария Александровна, Морозов Тарас Борисович, Васильев Артем Олегович.** Результаты исследований микроводорослей вредоносного «цветения» и условий среды их обитания в прибрежной зоне Авачинского залива (Камчатка, Тихий океан) в 2023 г. 42
- Потапов Александр Сергеевич, Фадеев Евгений Сергеевич.** Применение фотоловушек для ведения непрерывного мониторинга и определения сроков нерестовой миграции и нереста ранней формы нерки оз. Азабачьего в 2023 г. 53
- Лескова Светлана Евгеньевна, Синенко Анастасия Вячеславовна, Анисимова Анна Алимовна, Ковалев Николай Николаевич.** Опыт получения полиплоидной тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) методом теплового шока 63
- Михайлова Оксана Геннадьевна.** Анализ промысла северной креветки, обитающей в юго-восточной части Охотского моря, в 2018–2022 гг. 80

CONTENTS

Volume 73, 2024

Full Articles

- Alexander I. Varkentin.** Catches, distribution and main biological indicators of walleye pollock in trawl catches in the north-eastern part of the Sea of Okhotsk in the fall-winter period 5
- Alexander O. Zolotov.** Specifics of modern fishery of marine fish in the coastal zone of Kunashir Island 20
- Ekaterina V. Lepskaya, Oleg B. Tepnin, Mariya A. Pokhodina, Taras B. Morozov, Artyom O. Vasilyev.** Results of studies of harmful bloom microalgae and their habitat conditions in the coastal zone of the Avachinsky Gulf (Kamchatka, Pacific Ocean) in 2023 42
- Alexander S. Potapov, Evgeny S. Fadeev.** Using the camera traps for permanent monitoring and figuring out the time of spawning migration and spawn of early morph of sockeye salmon in the Azabachye Lake in 2023 53
- Svetlana E. Leskova, Anastasiya V. Sinenko, Anna A. Anisimova, Nikolay N. Kovalev.** Experimental obtaining the polyploid Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) via a heat shock 63
- Oxana G. Mikhaylova.** Analysis of the northern shrimp fishery in the south-eastern part of the Sea of Okhotsk in 2018–2022 80

Научная статья / Original article

УДК 597.555.5:639.22(265.53)

doi:10.15853/2072-8212.2024.73.5-19

EDN: ESLMFO



ВЫЛОВ, РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ОСНОВНЫЕ БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МИНТАЯ В ТРАЛОВЫХ УЛОВАХ В СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ В ОСЕННЕ-ЗИМНИЙ ПЕРИОД

Варкентин Александр Иванович

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, a.varkentin@kamniro.vniro.ru

Аннотация. По данным из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов за 2008–2022 гг., в статье приведены сведения об общем вылове минтая в северо-восточной части Охотского моря, в том числе по сезонам и во время специализированного тралового промысла. По данным научных наблюдателей, собранным на промысловых судах в октябре–декабре 2009–2011, 2019, 2021–2022 гг., сведениям из отраслевой системы мониторинга за те же годы, исследованы распределение уловов, интенсивность специализированного тралового промысла, размерно-возрастной состав минтая.

Ключевые слова: осенне-зимний период, северо-восточная часть Охотского моря, минтай *Gadus chalcogrammus*, специализированный промысел, разноглубинный трал, вылов, распределение, улов на усилие, размерно-возрастной состав

Финансирование работы. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Варкентин А.И. Вылов, распределение и основные биологические показатели минтая в траловых уловах в северо-восточной части Охотского моря в осенне-зимний период // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2024. Вып. 73. С. 5–19. EDN: ESLMFO. doi:10.15853/2072-8212.2024.73.5-19

CATCH, DISTRIBUTION AND MAIN BIOLOGICAL INDICATORS OF WALLEYE POLLOCK IN TRAWL CATCHES IN THE NORTH-EASTERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK IN THE FALL-WINTER PERIOD

Alexander I. Varkentin

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, a.varkentin@kamniro.vniro.ru

Abstract. Based on data from the industry system of monitoring of aquatic biological resources, observation and control over the activities of fishing vessels for 2008–2022, the article provides information on the total catch of walleye pollock in the northeastern part of the Sea of Okhotsk, including by season and during the specialized trawl fishery. According to the data collected by scientific observers on fishing vessels in October–December 2009–2011, 2019, 2021–2022, data from the industry monitoring system for the same years, the distribution of catches, the intensity of specialized trawl fishing, size-age composition of walleye pollock are studied.

Keywords: fall-winter period, north-eastern part of the Sea of Okhotsk, walleye pollock *Gadus chalcogrammus*, specialized fishery, midwater trawl, catch, distribution, catch per unit effort, size-age composition

Funding. The study was not sponsored.

For citation: Varkentin A.I. Catches, distribution and main biological indicators of walleye pollock in trawl catches in the north-eastern part of the Sea of Okhotsk in the fall-winter period // The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean. 2024. Vol. 73. P. 5–19. (In Russ.) EDN: ESLMFO. doi:10.15853/2072-8212.2024.73.5-19

В северо-восточной части Охотского моря в пределах Северо-Охотоморской (61.05.1), Западно-Камчатской (61.05.2), Камчатско-Курильской (61.05.4) подзон, в открытых водах (61.52) моря, а возможно и в Восточно-Сахалинской (61.05.3) подзоне обитает одна из крупней-

ших популяций минтая *Gadus chalcogrammus* в пределах его ареала — североохотоморская (Шунтов и др., 1993; Зверькова, 2003; Савенков и др., 2012, 2018; Варкентин, Сергеева, 2017; Варкентин и др., 2021; Строганов и др., 2021). По модельным оценкам, ее общая биомасса в

1985 г. достигала 11,2 млн т, а вылов в 1997 г. — 1925,4 тыс. т.

До 1980 г., в соответствии с пунктом 13.1 Приказа Минрыбхоза СССР от 24.11.1980 № 524 «Об утверждении Правил рыболовства во внутренних водоемах Дальнего Востока и Временных правил по сохранению живых ресурсов и регулированию рыболовства в прилегающих к побережью СССР морских районах Тихого и Северного Ледовитого океанов для советских промысловых судов, организаций и граждан», сроки промысла минтая в северной части Охотского моря не ограничивали, этот вид добывали круглый год. В связи с интенсификацией промысла минтая у Западной Камчатки, его добыча была разрешена с 1 января по 31 мая (Варкентин, Сергеева, 2017).

С 1989 г. меры по ограничению промысла минтая были ужесточены. В частности, согласно пункту 14.3 приложения № 1 «Правила ведения рыбного промысла в экономической зоне, территориальных водах и на континентальном шельфе СССР в Тихом и Северном Ледовитом океанах для советских промысловых судов, организаций и граждан» к Приказу Минрыбхоза СССР от 17.11.1989 № 458 «О правилах рыболовства в водоемах Дальнего Востока», к северу от 57°00' с. ш. запрещалась добыча вида с 15 мая по 30 октября, а к югу от 54°00' с. ш. — с 15 мая по 31 октября, т. е. фактически в те годы существовало два периода промысла минтая: зимне-весенний (с 1 января по 14 мая) и осенне-зимний (с 31 октября — 1 ноября по 31 декабря).

В связи с сокращением ресурсов минтая в конце XX — начале XXI веков и, как следствие, резким снижением уловов, в 2007 г. пунктом 13.1 Правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, утвержденных Приказом Минсельхоза России от 01.03.2007 № 151, были определены запретные сроки специализированного промысла этого вида в северо-восточной части Охотского моря:

— в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах — с начала массового нереста, но не позднее, чем с 1 апреля по 31 декабря (за исключением маломерных судов, осуществляющих прибрежное рыболовство снюрреводами с 1 июня);

— в Северо-Охотоморской подзоне — с начала массового нереста, но не позднее, чем с 10 апреля по 31 декабря (за исключением маломерных судов, осуществляющих прибрежное рыболовство разноглубинными тралами и снюрреводами).

В первые годы становления отечественного промысла минтая в Охотском море его добывали преимущественно летом, в качестве прилова при снюрреводном лове трески и камбал (Варкентин, Сергеева, 2017). С появлением в 1970–1980-е годы в составе флота новых судов типа СРТМ, СТ, вооруженных пелагическими тралами, данный вид начали добывать специализированно, при этом в нормативно-правовых документах определение такого вида лова отсутствовало. Впервые оно было приведено в пункте 6.1 приложения № 1 к Приказу Минрыбхоза СССР от 17.11.1989 № 458. Специализированным видом лова в отношении конкретного объекта и в конкретном районе считался «промысел, который независимо от процентного соотношения к другим видам обеспечивает систематические наивысшие уловы этого объекта конкретным орудием лова или при определенном способе лова».

Односезонный период спецпромысла минтая в северо-восточной части Охотского моря просуществовал чуть больше года, и уже в 2008 г. пунктом 13.1 Правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, утвержденных Приказом Росрыболовства от 27.10.2008 № 272, был введен дополнительный сезон специализированного промысла этого вида: в подзоне 61.05.1 — с 16 октября по 31 декабря, в подзонах 61.05.2 и 61.05.4 — со 2 ноября по 31 декабря. Цель нововведения — снижение промысловой нагрузки на производителей минтая в преднерестовый период. Специалистами рекомендовалось в сезон «А» (преднерестовый) осваивать порядка 70% общегодового вылова вида, а в сезон «Б» (нагульный) — 30%.

К сведению, два периода при добыче минтая существуют, например, в США. С начала 1990-х годов весь вылов разделялся между «икряным» сезоном (с 20 января по 15 апреля) и «неикряным» (с 1 августа по 31 декабря). В настоящее время второй период продолжается с 10 июня по 31 октября. В отличие от России, в США распределение вылова по сезонам закреплено законом о рыболовстве (The American Fisheries Act 1998 (AFA)) в соотношении 40 : 60% соответственно.

Несмотря на довольно длительное существование осенне-зимнего периода специализированного промысла минтая в северо-восточной части Охотского моря (с 1989 по 2006 г., с 2008 г. и по настоящее время), данные о распределении, величине уловов этого вида в научной литературе немногочисленны (Фадеев, 1986; Фадеев,

Сучкова, 1987; Фадеев, Смирнов, 1994; Шунтов и др., 1993), а об основных биологических показателях, и прежде всего размерно-возрастном составе — отсутствуют. С 1995 по 2008 гг. специалистами Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (до 2018 г. — ТИНРО-Центр) в северной части Охотского моря выполнялись осенние пелагические траловые съемки, однако их результаты в отношении минтая не опубликованы. Между тем сведения об объемах добычи минтая по возрастным группам в октябре–декабре используются для построения общегодовой матрицы вылова данного вида, которая является базой для модельных расчетов, что делает проведение исследований в этот период актуальным и значимым. Достаточно сказать, что в отдельные годы (в современный период после 2007 г.) объемы добычи минтая в сезон «Б» были весьма значительны и достигали 150 тыс. т, или 15,3% общегодового вылова.

Данные по вылову минтая по отдельным районам и в целом для всего Охотского моря с 2003 по 2012 гг. содержатся в монографии В.В. Шевченко и А.В. Датского (2014), с 1962 по 2015 гг. — статье А.И. Варкентина и Н.П. Сергеевой (2017). В последние несколько лет появился ряд публикаций, в которых также содержатся сведения об объемах добычи этого вида в Охотском море (Варкентин, Коломейцев, 2018, 2020; Варкентин и др., 2021; Антонов и др., 2022; Колончин и др., 2022; Дьяков, Бугаев, 2023; Варкентин, 2023 и др.). Однако их нельзя считать полными, поскольку в них, как правило, приводятся данные для всей акватории северной части Охотского моря, без разделения на подзоны и только до 2020 г. включительно.

Таким образом, цель настоящего исследования — охарактеризовать промысел, распределение уловов, основные биологические показатели минтая при ведении его специализированного тралового лова в северо-восточной части Охотского моря в осенне-зимний период 2008–2022 гг. В соответствии с целью определены задачи: привести данные об объемах общего вылова минтая, в том числе по сезонам и в период специализированного тралового лова, охарактеризовать распределение и размерно-возрастной состав рыб, выявить динамику уловов вида на единицу усилия.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для характеристики промысла минтая в 2008–2022 гг. использовали данные судовых суточных донесений (ССД) из отраслевой системы мони-

торинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ). Следует отметить, что далеко не все суда подают ССД. Согласно пункту 16 Правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, утвержденных Приказом Минсельхоза России от 06.02.2022 № 285, этот вид промысловой отчетности обязаны подавать капитаны судов с главным двигателем мощностью более 55 кВт и валовой вместимостью более 80 т, оборудованных техническими средствами контроля. Остальные суда, а это в основном маломерный флот типа МРС, в соответствии с пунктом 13.5(а) того же нормативно-правового акта, обязаны предоставлять в территориальные органы Росрыболовства сведения о добыче (вылове) в виде оперативной отчетности предприятий (ООП) на 5-е, 10-е, 15-е, 20-е, 25-е и последнее число каждого месяца не позднее суток после указанной даты. В этой связи нередко в тех районах, где развито прибрежное рыболовство с использованием маломерных судов, к которым относится и западнокамчатский шельф, вылов по ООП выше, чем по ССД. Так, по данным ССД, в 2022 г. общий вылов минтая в Камчатско-Курильской подзоне всеми орудиями лова составил 297,3 тыс. т, а по ООП — 318,5 тыс. т. Учитывая вышеизложенное, при определении общего вылова использовали большую из полученных величин. Для доступа к ОСМ и первичной обработки данных применяли программу “FMS analyst” (Vasilets, 2015).

Дополнительно к общему вылову минтая по годам и сезонам определяли вылов во время специализированного тралового промысла по данным ССД из ОСМ. Информация, содержащаяся в ООП, для такого анализа не пригодна, т. к. в указанной отчетности не содержатся сведения о вылове по орудиям лова. Учитывая, что маломерный флот у Западной Камчатки добывает минтай в основном снюрреводами, указанным обстоятельством в настоящем исследовании можно пренебречь.

Для определения вылова минтая при специализированном траловом промысле сначала оценивали относительный вклад вида в общую массу добытого за сутки сырца. Если этот показатель превышал 50% при наличии в улове двух видов, 33,3% — трех видов, 25% — четырех видов, и т. д., то считали, что минтай добыт во время спецпромысла. Подобный подход ранее применял А.О. Золотов (2021) при исследовании специализированного промысла морских рыб в Беринговом море.

Распределение уловов на судо-сутки, интенсивность специализированного тралового промысла минтая исследовали по данным научных наблюдателей Камчатского (КамчатНИРО) и Тихоокеанского (ТИНРО) филиалов ФГБНУ «ВНИРО», собранным на промысловых судах в октябре–декабре 2009–2011, 2019, 2021–2022 гг., и данным ССД из ОСМ за те же годы. Учитывая, что при ведении специализированного промысла минтая основная масса судов, как правило, устойчиво удерживается на скоплениях, изменения дислокации флота в пространстве и времени могут быть хорошим индикатором распределения и перемещения косяков и скоплений рыб (Фадеев, 1986).

Объем собранной научными наблюдателями информации на промысловых судах представлен в таблице 1.

Количественный и видовой состав траловых уловов определяли минимум один раз в сутки. Ежедневно выполняли массовые промеры минтая со вскрытием, для чего подряд с неподвижной транспортной ленты отбирали не менее 300 экз. У рыб измеряли длину по Смитту (от кончика рыла до конца средних лучей хвостового плавника, шаг по длине — 1 см, правая граница). Затем их вскрывали, устанавливали пол и стадию зрелости гонад согласно полевому определителю (Сергеева и др., 2011).

Среднюю массу рыб в выборке определяли путем группового взвешивания на весах фирмы «Marell», устойчивых к морской качке. Размерный состав минтая рассчитывали взвешенно к улову на 1 час траления в количественном выражении.

Возраст определяли по отоликам, возрастной состав — по многолетнему (1998–2022 гг.) размерно-возрастному ключу, составленному специалистами КамчатНИРО по более чем 33,5 тыс. определениям, выполненным для второй половины года.

Для визуализации данных о распределении уловов минтая на единицу усилия (CPUE — Catch Per Unit Effort) использовали программу

ArcView Gis 3.3. Следует отметить, что в ССД указываются не координаты выполненных промысловых операций, а позиция судна на 12:00 по UTC. В этой связи сделали допущение, что она близка к среднесуточным координатам выполненных тралений. Тем не менее нередко позиции судов на схемах распределения уловов находятся за пределами традиционных районов промысла, что связано с переходами между районами лова, бункеровками топливом, поисковыми работами и т. д. Более того, судя по схемам распределения уловов, может сложиться впечатление, что промысел ведется в пределах запретного для специализированного промысла минтая районе, что не соответствует действительности. Пунктом 24.1 действующих Правил рыболовства в запретном районе выделены четыре «коридора», в которых разрешаются приемка уловов минтая, производство, транспортировка, хранение, перегрузка рыбной продукции из водных биоресурсов в районах зоны «Охотское море». Учитывая вышесказанное, при построении схем распределения уловов минтая далеко отстоящие от основных районов лова позиции, координаты, попадающие в запретный район, из анализа исключали (рис. 1).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Вылов минтая по годам и сезонам

Как указано во вводной части статьи, с 2008 г. специализированный промысел минтая в северо-восточной части Охотского моря разрешен в зимне-весенний (сезон «А») и осенне-зимний (сезон «Б») периоды. Поскольку рекомендованное отраслевой наукой распределение вылова по сезонам (70:30%) нормативно не закреплено, основной вылов традиционно приурочен к сезону «А», что связано с большей рентабельностью лова из-за возможности производства дорогостоящей икры минтая. Промысел в это время ведется на плотных преднерестовых скоплениях рыб за пределами основных районов воспроизводства.

Таблица 1. Объем собранной научными наблюдателями информации на промысловых судах, осуществлявших специализированный траловый промысел минтая в северо-восточной части Охотского моря в октябре–декабре
Table 1. Data volume collected by scientific observers on fishing vessels during of specialized trawl fisheries for walleye pollock in the northeastern part of the Sea of Okhotsk in October–December

Год Year	Сроки Dates	Кол-во промысловых операций Number of fishing operations	Кол-во массовых промеров, экз. Number of mass measurements, ind.
2009	12.11–19.12	47	6615
2010	11.11–31.12	121	12 856
2019	28.11–25.12	68	13 329
2021	19.11–30.12	55	9683
2022	26.12–29.12	7	933

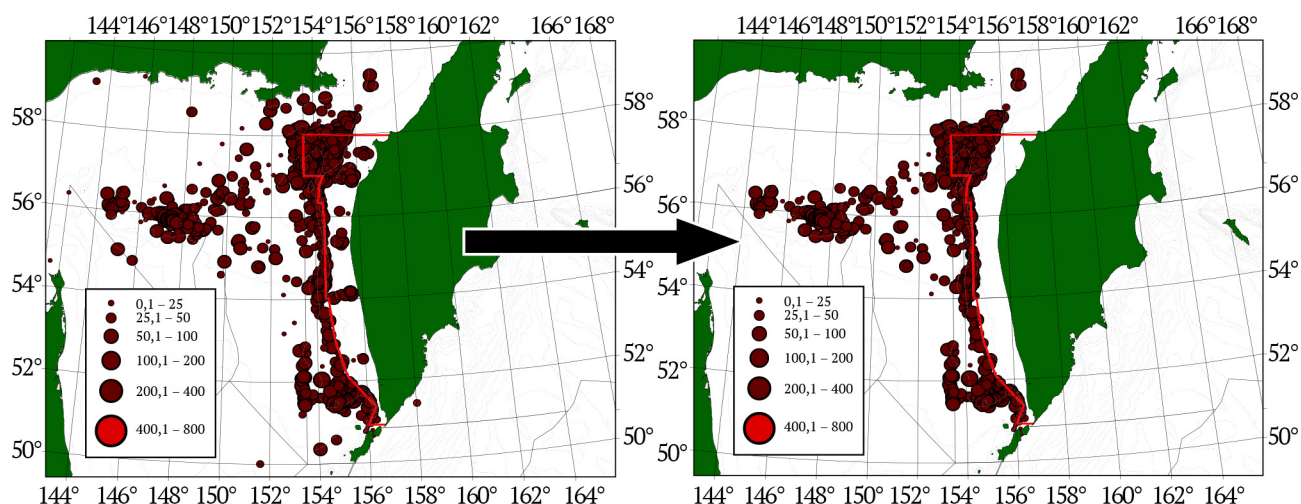


Рис. 1. Схема распределения уловов минтая в Охотском море в октябре–декабре 2009 г., по данным из ОСМ (т/судо-сутки), до редактирования (слева) и после редактирования (справа) (красной линией обозначен запретный для специализированного тралового промысла район)
Fig. 1. Schematic distribution of the walleye pollock catches in the Sea of Okhotsk in October–December 2009 based on data of IMS (t/vessel-day) before (left) and after (right) editing (red line indicates area prohibited for specialized trawl fishing)

В рассматриваемые годы в зимне-весенний период всеми орудиями лова суммарно добывалось от 592,4 до 914,0 тыс. т минтая, или от 74,5 до 95,1% годового вылова (в среднем — 787,3 тыс. т, или 87,3%) (табл. 2). В работе А.И. Варкентина и Н.П. Сергеевой (2017) приведены сведения об общем вылове минтая для указанной акватории в 1962–2015 гг. Для перекрывающегося периода (2008–2015 гг.) в настоящей статье цифры вылова практически совпадают, незначительные различия связаны с тем, что сведения в ОСМ постоянно уточняются, даже по про-

шествии длительного времени. Несколько отличающиеся от приведенных в таблице 2 сведения об объемах вылова минтая по рыбопромысловым подзонам для периода с 2003 по 2012 г. представлены в работе В.В. Шевченко и А.В. Датского (2014), с 2013 по 2017 г. — В.Е. Стрельниковой и С.В. Лисиенко (2020), с 2010 по 2020 г. — К.В. Колончина с соавт. (2022). К сожалению, в названных публикациях не всегда указан источник информации (ССД, ООП или др.). Выявленные расхождения в вылове, возможно, связаны именно с этим обстоятельством.

Таблица 2. Общий вылов (тыс. т) минтая в северо-восточной части Охотского моря всеми орудиями лова по подзонам, годам и сезонам
Table 2. Total catches (thousand tons) of walleye pollock in the north-eastern part of the Sea of Okhotsk by all fishing gears by subzone, year and season

Годы/Сезоны Years/Seasons	Сезон «А» / Season «A»			Сезон «Б» / Season «B»			Годовой вылов / Annual catch		
	61.05.1	61.05.2	61.05.4	61.05.1	61.05.2	61.05.4	61.05.1	61.05.2	61.05.4
2008	186,006*	278,876	127,483	9,828	8,479	1,354	201,273	297,133	143,184
2009	211,181	212,089	178,990	40,051	84,917	14,756	286,429	305,198	216,638
2010**	304,334	103,525	441,744	71,769	5,914	25,748	383,269	116,866	490,831
2011	291,909	160,905	361,801	30,514	4,192	17,916	331,346	168,103	404,356
2012	273,346	222,650	274,408	28,195	5,327	10,569	307,232	231,035	305,646
2013	276,488	359,567	142,442	19,015	1,794	6,750	300,994	362,820	169,773
2014	285,428	386,241	103,521	5,428	1,889	3,431	294,755	387,164	133,528
2015	289,757	463,559	54,665	28,685	5,937	16,551	321,670	470,230	102,559
2016	291,530	154,814	359,642	50,723	3,056	62,130	346,366	158,825	454,601
2017	336,096	227,301	297,733	4,932	0,385	52,421	345,012	229,523	384,825
2018	329,269	182,894	312,383	13,504	1,663	78,464	346,883	186,756	426,463
2019	316,832	288,561	236,338	25,985	2,530	42,473	346,729	291,351	323,303
2020	338,869	313,988	261,168	39,000	1,803	43,660	381,868	321,284	355,913
2021	322,567	197,888	259,682	40,887	7,149	107,064	367,794	214,849	402,083
2022	303,112	273,962	214,565	34,907	0,718	75,086	343,120	284,315	318,473
Среднее Average	290,448	255,121	241,771	29,562	9,050	37,225	326,983	268,364	308,812

* Обычным шрифтом обозначен вылов по ССД, курсивом — ООП / Regular font indicates catch based on SDRs (ship's daily reports), italics indicates catch based on EOR (operational reports of enterprises).

** Приказом Росрыболовства от 19.03.2010 № 216 на 2010 г. был установлен запретный срок для специализированного промысла минтая при осуществлении промышленного и прибрежного рыболовства в Северо-Охотоморской подзоне с 20 апреля по 15 октября (за исключением судов, осуществляющих прибрежное рыболовство разноглубинными тралями и снурреводами в период с 15 июня по 15 октября) / Order of the Federal Agency for Fishery of 19.03.2010 No. 216 for 2010 established a closed period for specialized walleye pollock fishing in commercial and coastal fisheries in the Northern Sea of Okhotsk subzone from April 20 to October 15 (with the exception of vessels fishing coastally with midwater trawls and Danish seines from June 15 to October 15).

В осенне-зимний период промысел минтая, как правило, ведут суда, которые по какой-то причине либо не успели освоить свои квоты в наиболее благоприятный для лова сезон «А», либо добывают его в качестве прилова при специализированном промысле сельди тихоокеанской в Северо-Охотоморской подзоне. Объемы вылова в это время существенно ниже и в рассматриваемые годы варьировали от 10,7 до 155,1 тыс. т, или от 1,3 до 17,3% общего годового вылова (в среднем — 75,8 тыс. т, или 8,2%).

Основные объемы минтая в северо-восточной части Охотского моря традиционно осваиваются разноглубинными тралами (Варкентин, Сергеева, 2017). В рассматриваемые годы в сезон «А» этим орудием лова добывалось от 567,6 до 883,9 тыс. т, или от 80,6 до 98,9% общего годового вылова тралами (в среднем 752,1 тыс. т, или 91,3%) (табл. 3). При этом в среднем 99,5% общего вылова минтая тралами освоено во время специализированного промысла.

В сезон «Б» тралами добывалось от 8,4 до 146,6 тыс. т, или от 1,1 до 19,4% при среднем значении, равном 73,1 тыс. т, или 8,7%. В среднем 96,3% общего вылова тралами в этот период осваивалось в режиме специализированного промысла.

В оба сезона в незначительных объемах (от 2,7 до 12,2 тыс. т при среднем значении 5,8 тыс. т) минтай ежегодно добывали в качестве прилова при специализированном траловом лове сельди тихоокеанской.

Таким образом, в 2008–2022 г. в сезон «А» в северо-восточной части Охотского моря в среднем добывалось 87,3% общего годового вылова минтая всеми орудиями лова. В среднем, 91,2% вылова осваивалось разноглубинными тралами, в т. ч. 99,3% — во время специализированного промысла.

Распределение минтая, динамика уловов на единицу усилия

Данные о распределении минтая в нагульный период и во время осенне-зимних миграций по исследованиям 1980-х годов обобщены в работах Н.С. Фадеева (1986), Н.С. Фадеева, М.Г. Сучковой (1987), Н.С. Фадеева, А.В. Смирнова (1994), 1980–1990-х годов — В.П. Шунтова с соавт. (1993).

Нагульные скопления североохотоморского минтая полностью формируются после завершения нереста примерно к концу июня. Миграции к районам размножения начинаются в октябре и заканчиваются в декабре–январе, когда

Таблица 3. Общий вылов (тыс. т) минтая разноглубинными тралами в северо-восточной части Охотского моря по подзонам, годам и сезонам
Table 3. Total catches (thousand tons) of walleye pollock in the northeastern part of the Sea of Okhotsk by subzone, year and season

Годы/ Seasons	Сезон «А» / Season «A»						Сезон «Б» / Season «B»						Оба сезона	
	Спецпромысел Specialized fishing			Всего Total			Спецпромысел Specialized fishing			Всего Total			Спецпромысел Specialized fishing	Всего Total
	61.05.1	61.05.2	61.05.4	61.05.1	61.05.2	61.05.4	61.05.1	61.05.2	61.05.4	61.05.1	61.05.2	61.05.4	Все подзоны All subzones	Все подзоны All subzones
	61.05.1	61.05.2	61.05.4	61.05.1	61.05.2	61.05.4	61.05.1	61.05.2	61.05.4	61.05.1	61.05.2	61.05.4	Все подзоны All subzones	Все подзоны All subzones
2008	182,922	262,564	112,472	185,306	268,712	115,784	9,618	6,042	0,538	9,778	6,174	0,603	574,156	586,357
2009	208,152	196,538	161,563	208,502	197,100	161,985	39,094	83,014	12,829	40,051	83,515	12,930	701,189	704,082
2010	303,589	93,615	405,440	304,259	93,758	406,137	66,024	4,934	22,012	71,769	5,506	22,131	895,614	903,560
2011	291,133	150,045	322,551	291,844	150,392	323,072	28,153	3,023	15,649	30,514	3,225	15,788	810,554	814,836
2012	272,015	193,324	251,747	273,196	194,073	252,288	26,283	4,959	8,326	28,195	5,026	8,512	756,654	761,291
2013	275,241	338,144	115,388	276,368	338,819	115,515	18,245	0,691	6,170	19,015	0,691	6,199	753,880	756,607
2014	280,966	367,117	84,139	282,460	368,056	84,252	4,875	0,248	2,661	5,428	0,269	2,664	740,006	743,131
2015	288,803	441,671	42,158	289,757	442,311	42,396	26,939	5,659	15,456	28,685	5,694	15,547	820,686	824,390
2016	290,218	130,729	349,018	291,530	131,097	349,858	47,128	2,894	59,941	50,723	2,894	60,387	879,929	886,489
2017	333,767	207,412	284,699	336,096	207,944	285,144	3,654	0,287	51,576	4,930	0,287	51,900	881,395	886,301
2018	327,602	166,603	296,551	329,269	167,745	297,097	11,875	1,420	77,648	13,504	1,420	78,267	881,699	887,302
2019	310,180	275,301	219,973	312,686	276,410	220,364	22,660	0,801	40,645	25,724	0,801	40,928	869,558	876,912
2020	333,878	298,118	247,824	336,183	299,505	248,198	37,975	1,435	42,516	38,908	1,435	43,011	961,745	967,240
2021	318,666	185,880	247,877	320,875	187,468	248,068	39,298	1,070	103,823	40,639	1,070	104,850	896,613	902,969
2022	299,500	264,648	201,103	303,047	265,625	201,414	31,680	0,486	71,014	34,907	0,499	71,957	868,431	877,448
Среднее Average	287,775	238,114	222,833	289,425	239,268	223,438	27,567	7,797	35,387	29,518	7,900	35,712	819,474	825,261

локализация скоплений достигает максимума. По результатам траловых съемок ТИНРО, выполненных в октябре–декабре 1984 г. и октябре–ноябре 1985 г., Н.С. Фадеев и М.Г. Сучкова (1987) установили, что в этот период минтай в Охотском море обитает практически повсеместно, в т. ч. выходит в прибрежное мелководье, за исключением центральной и южной котловины, прилегающей к средним и северным Курильским островам (рис. 2). Авторы выделили пять более или менее локализованных районов концентрации нагульных рыб: у Юго-Западной Камчатки, в заливе Шелихова, в Притауйском районе, на банке Кашеварова и у Восточного Сахалина. Минтай в это время интенсивно питается. Указанные исследователи предположили, что в приведенных выше районах складываются наиболее благоприятные для него условия. По информации тех же авторов, в ноябре–декабре 1983, 1985 годов в промысловых уловах в районе банки Кашеварова минтай концентрировался над материковым склоном, над изобатами 400–500 м, постепенно смещаясь к моменту нереста в марте–апреле в северо-западном направлении на шельф, выходя на глубины до 50–100 м.

Позднее Н.С. Фадеевым и А.В. Смирновым (1994) на более обширных данных прослежены миграции минтая в сентябре из северо-западной части моря и Притауйского района на юго-восток и юг в сторону материкового склона центральной части моря. В октябре интенсивность миграций возрастала, и уже в ноябре большая часть рыб концентрировалась в нижней части шельфа и на свале глубин между банкой Кашеварова и Юго-Западной Камчаткой. Тогда же формировались два относительно изолированных скопления: у Западной Камчатки и в центральной части моря. По дислокации промыслового флота прослежены также восточные миграции минтая от вершины впадины Дерюгина вдоль южных склонов банки Кашеварова. По мере зимнего охлаждения рыбы все более смещались на материковый склон, прилегающий к желобу Лебеда. В самый холодный период года, в феврале–марте, формировалось единое мощное скопление над глубинами 300–800 м и более в юго-восточной части материкового склона, включая акваторию у Западной Камчатки вдоль ледовой кромки, т. е. зимовальные концентрации рыб распределялись

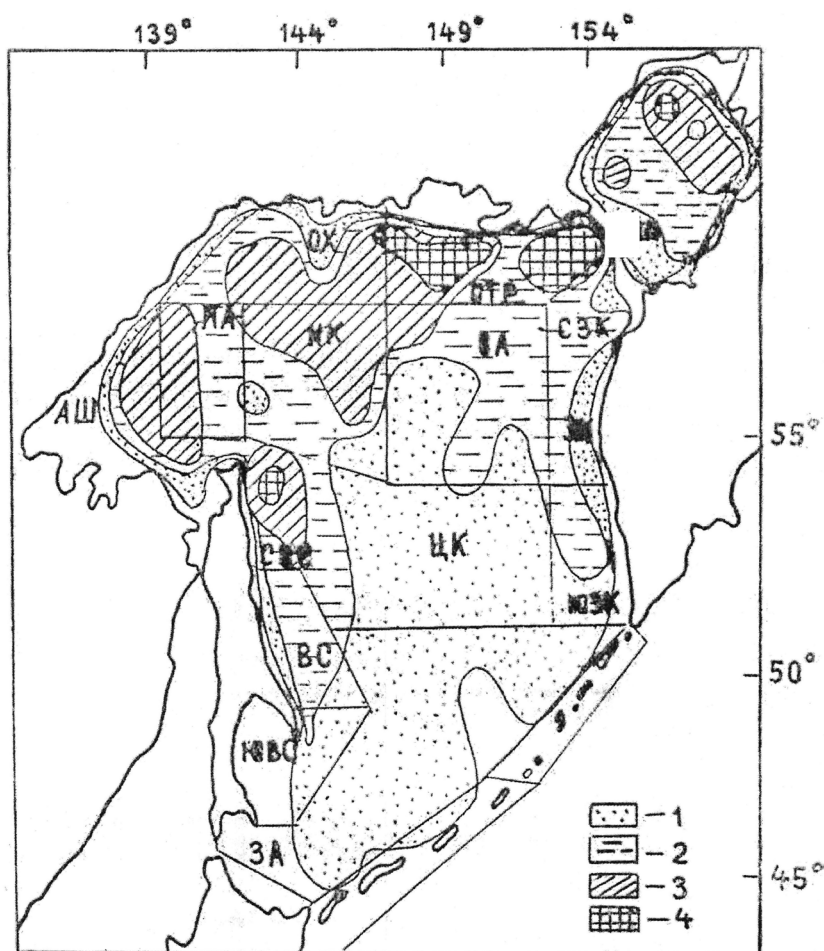


Рис. 2. Распределение минтая в Охотском море в октябре–ноябре 1984 г. (НПС «Новоковтовск»): ОХ — Охотский; ПТР — Притауйский; ВЛ — возвышенность Лебеда; ШШ — залив Шелихова; АШ — Аяно-Шантарский район; ИА — Ионо-Аянский район; ЗК, ЮЗК, СЗК — Западная, Юго-Западная, Северо-Западная Камчатка; ЦК — центральная котловина; ВК, СВК, ЮВК — Восточный, Северный, Юго-Восточный Сахалин; ЗА — зал. Анива; ИК — Ионо-Кашеваровский район; 1 — до 0,1, 2 — 0,1–1, 3 — 1–5, 4 — более 5 т/ч траления (по: Фадеев, Сучкова, 1987)

Fig. 2. Distribution of walleye pollock in the Sea of Okhotsk in October–November 1984 (FFV "Novokotovsk") by districts: ОХ — Okhotsky; ПТР — Prityauiy; ВЛ — Elevation of Lebed; ШШ — Shelikhov Gulf; АШ — Ayano-Shantar; ИА — Iono-Ayansky; ЗК, ЮЗК, СЗК — Western, Southwestern, Northwestern Kamchatka; ЦК — Central Basin; ВК, СВК, ЮВК — Eastern, Northern, Southeastern Sakhalin; ЗА — Aniva Bay; ИК — Iono-Kashevarovskiy; 1 — up to 0.1, 2 — 0.1–1, 3 — 1–5, 4 — more than 5 t/hour trawling (from: Фадеев, Сучкова, 1987)

в наиболее прогреваемой океанскими водами части Охотского моря.

Таким образом, сезон «Б» специализированного промысла минтая совпадает по времени с его осенне-зимними миграциями в районы предстоящего нереста. В марте начинаются миграции в прибрежные воды Западной Камчатки, немного позже прослеживается отход особей на северо-западный шельф.

По данным ОСМ, в сезон «Б» 2009 г. основной промысел минтая разноглубинными травами велся в Западно-Камчатской подзоне в горле залива Шелихова (см. табл. 3, рис. 3, 4). За два месяца здесь было добыто порядка 83 тыс. т этого вида, что составляет почти 62% общего за сезон вылова. Улов на судосутки некоторых судов достигал 258 т, а в среднем составлял 68,0 т (табл. 4). По информации научных наблюдателей, максимальный улов на 1 час/тра-

ления в этом районе составлял 96,0 т, а средний — 23,7 т (табл. 5).

В Северо-Охотоморской подзоне вылов был меньше (порядка 39 тыс. т), несмотря на то, что средний СРУЕ и по данным из ОСМ, и по данным научных наблюдателей был выше, чем в Западно-Камчатской подзоне. Связано это с тем, что минтай в основном добывали в качестве прилова при траловом промысле сельди.

В Камчатско-Курильской подзоне минтай в это время в незначительных объемах добывали в районе банки Лебеда. Средние уловы на усилие здесь были ниже, чем в других районах.

Несколько иная ситуация наблюдалась на специализированном траловом промысле минтая в октябре–декабре 2010 г. Добыча велась в основном в Северо-Охотоморской подзоне в районе банки Кашеварова (рис. 3). В режиме спецпромысла здесь было освоено порядка

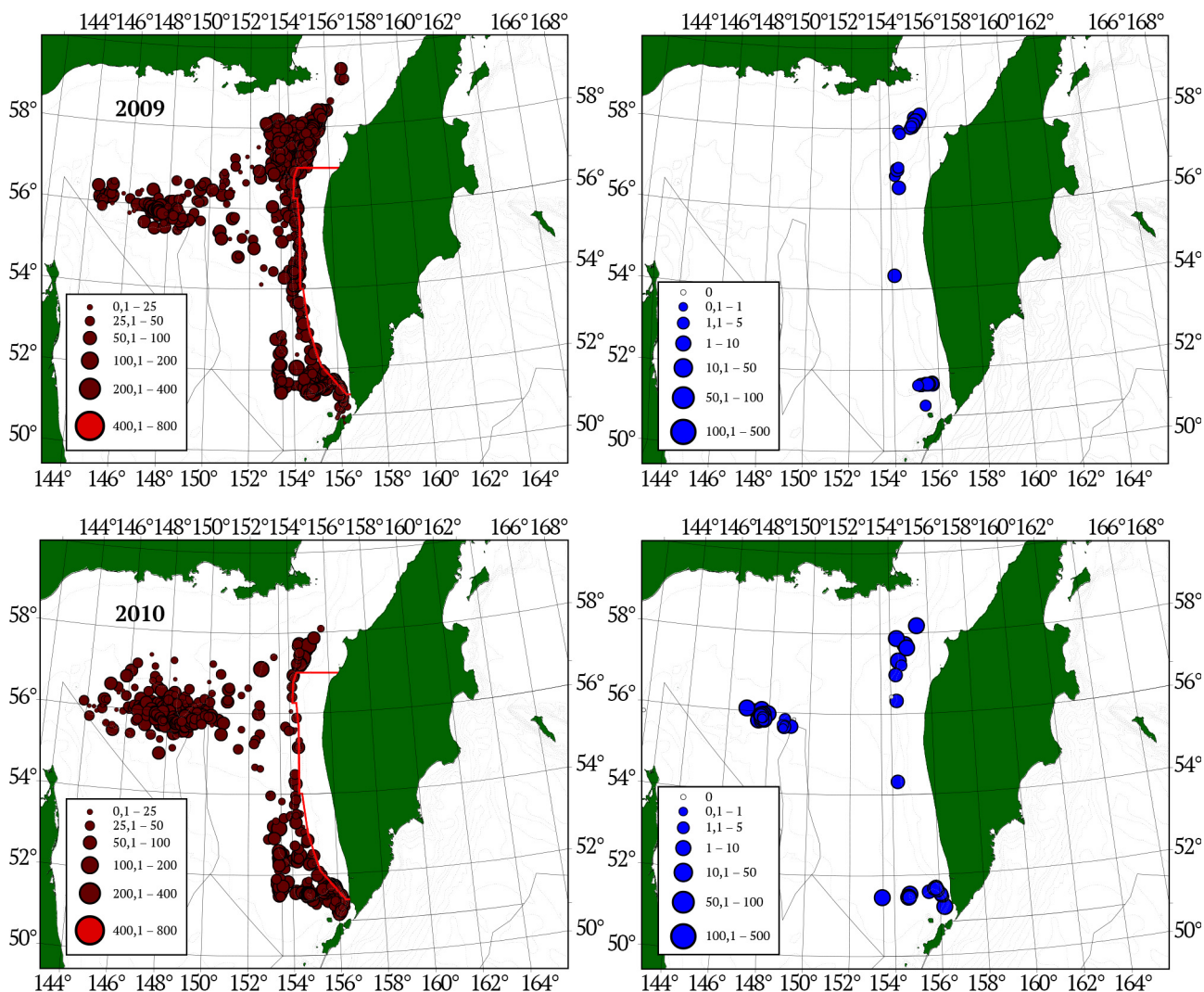


Рис. 3. Схема распределения уловов минтая в Охотском море в октябре–декабре 2009–2010 гг., по данным из ОСМ (слева, т/судосутки) и от научных наблюдателей (справа, т/ч траления)
Fig. 3. Schematic distribution of walleye pollock catches in the Sea of Okhotsk in October–December 2009–2010 on data of IMS (left, t/vessel-day) and of scientific observers (right, t/hour trawling)

66,0 тыс. т (см. табл. 3). Уловы достигали 244,2 т/судо-сутки при среднем значении, равном 71,9 т/судо-сутки (табл. 4). По информации

научных наблюдателей, максимальный улов составлял 50,0 т/ч траления, а средний — 10,9 т/ч траления (табл. 5).

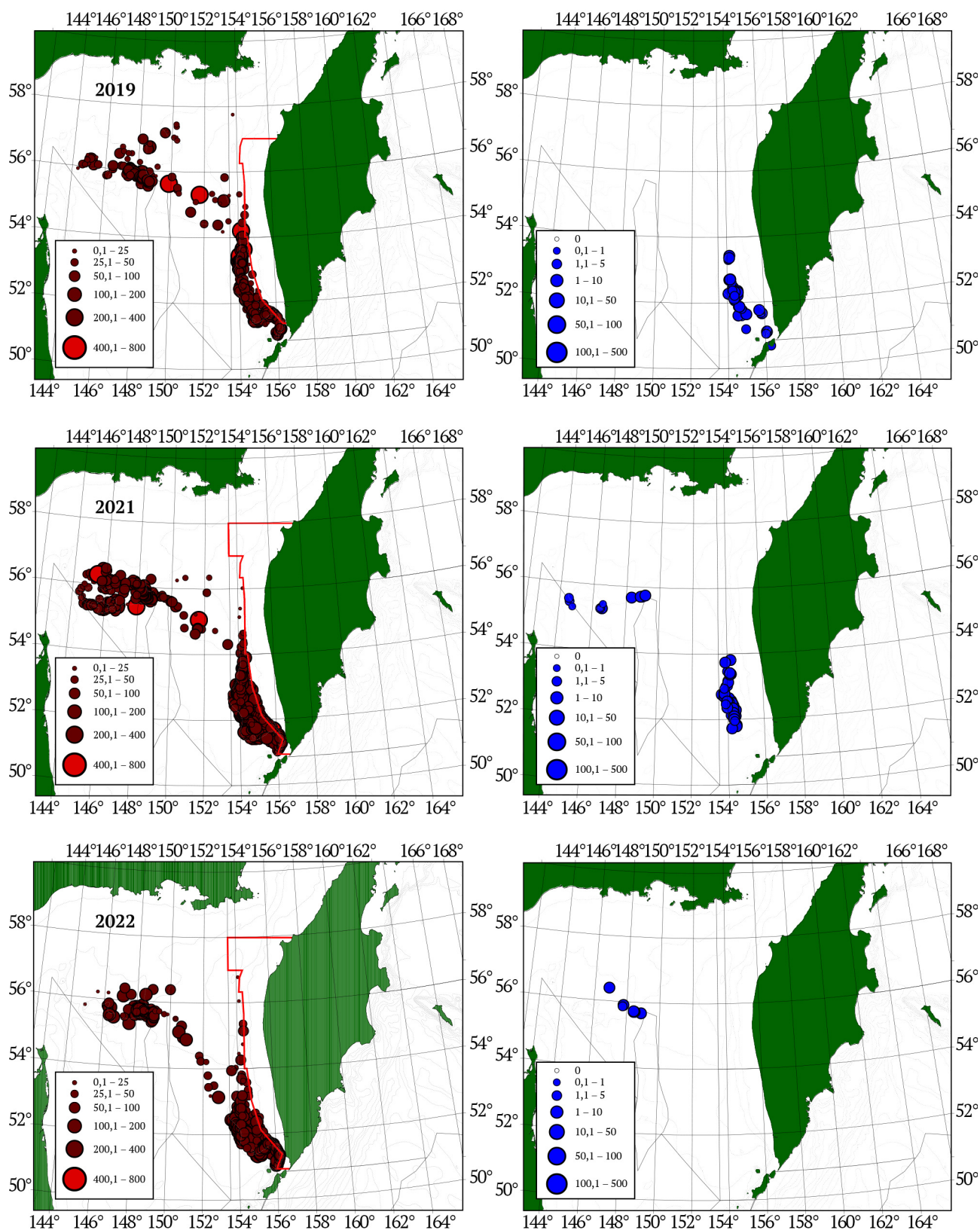


Рис. 4. Схема распределения уловов минтая в Охотском море в октябре–декабре 2019, 2021–2022 гг., по данным из ОСМ (слева, т/судосутки) и от научных наблюдателей (справа, т/ч траления)
 Fig. 4. Schematic distribution of walleye Pollock catches in the Sea of Okhotsk in October–December 2019, 2021–2022 on data of IMS (left, t/vessel-day) and of scientific observers (right, t/hour trawling)

Таблица 4. Статистика промысла минтая при ведении специализированного лова в северо-восточной части Охотского моря в октябре–декабре 2009–2010, 2019, 2021–2022 гг., по данным ОСМ
Table 4. Statistics of walleye pollock fishing in specialized fishery in the northeastern part of the Sea of Okhotsk in October–December 2009–2010, 2019, 2021–2022 based on the IMS data

Годы/Подзоны Years/Subzones	61.05.1		61.05.2		61.05.4	
	CPUE, т/ судо-сутки CPUE, t/ vessel-day	Кол-во судо-суток Vessel-day number	CPUE, т/ судо-сутки CPUE, t/ vessel-day	Кол-во судо-суток Vessel-day number	CPUE, т/ судо-сутки CPUE, t/ vessel-day	Кол-во судо-суток Vessel-day number
2009	0,1–250,2/80,9*	484	1,0–258,1/68,0	1222	0,5–205,3/45,0	286
2010	0,3–244,2/71,9	919	6,8–272,0/102,8	49	0,8–272,0/61,5	359
2019	3,7–405,5/86,8	262	0,5–237,3/66,7	13	1,0–551,4/92,8	439
2021	2,3–513,9/88,3	446	8,7–188,3/50,9	22	0,6–717,2/97,1	1070
2022	5,6–418,0/137,1	232	4,6–149,5/37,4	14	4,6–522,0/102,2	696

* мин.–макс./ср. / min–max/aver.

Таблица 5. Статистика промысла минтая при ведении специализированного лова в северо-восточной части Охотского моря в октябре–декабре 2009–2010, 2019, 2021–2022 гг., по данным научных наблюдателей
Table 5. Statistics of walleye pollock fishing in specialized fishery in the northeastern part of the Sea of Okhotsk in October–December 2009–2010, 2019, 2021–2022 according to scientific observer data

Годы/Подзоны Years/Subzones	61.05.1	61.05.2	61.05.4
2009	8,2–80,0/52,7/12	2,90–96,0/23,7/35	2,9–80,0/17,0/26
2010	2,0–50,0/10,9/25	–	0,6–30,0/11,2/42
2019	–	–	1,5–19,5/10,6/44
2021	4,0–30,0/13,8/11	–	5,2–38,2/15,7/44
2022	6,9–20,0/13,3/7	–	–

* CPUE (т/ч трал.) мин.–макс./ср./количество уловов, в которых делали массовый промер / CPUE (t/hour trawling) min–max/aver./number of catches with the massive measuring conducted.

В подзоне 61.05.4 в районе банки Лебеда было добыто почти в три раза меньше минтая, чем в подзоне 61.05.1. Средний улов на усилие в обоих районах и по данным ОСМ, и сведениям научных наблюдателей был сопоставимым.

В незначительных объемах минтай также добывали и в Западно-Камчатской подзоне, при этом средний улов на усилие, по данным ОСМ, здесь был максимальным из всех рассмотренных районов, что свидетельствует о наличии плотных скоплений рыб. Можно предположить, что меньшая по сравнению с 2009 г. интенсивность лова в подзоне 61.05.2 была в большей степени обусловлена не промысловой обстановкой, а другими причинами (наличием у пользователей квот на добычу, логистикой промысла и др.).

В октябре–декабре 2019, 2021–2022 гг. основные объемы минтая были освоены в Камчатско-Курильской подзоне (см. табл. 3). При этом и максимальные, и средние уловы на усилие в этом районе, по данным ОСМ, как правило, имели наибольшие показатели по сравнению с другими районами (табл. 4). По данным научных наблюдателей, в 2021 г. средний улов на усилие в подзоне 61.05.4 был сопоставим с таковым в подзоне 61.05.1 (табл. 5). Во все указанные годы основной промысел тралами велся в районе банки Лебеда и к северу от нее вплоть до 53-й параллели (рис. 4). Вторым по значимости районом лова была Северо-Охотоморская подзона. В Западно-Камчатской подзоне объемы вылова были невелики.

Таким образом, судя по распределению уловов, в рассматриваемые годы в северо-восточной части Охотского моря в осенне-зимний период основные промысловые скопления минтай образовывал в районе банки Кашеварова, в горле залива Шелихова и у Юго-Западной Камчатки, что хорошо согласуется с результатами предыдущих исследований (Фадеев, Сучкова, 1987; Фадеев, Смирнов, 1994). На распределение флота, очевидно, оказывали влияние другие факторы, в частности, наличие у пользователей квот на добычу (вылов) в том или ином районе. Кроме того, с 2009 г. освоение лимитов у Западной Камчатки разрешено в счет общего ОДУ минтая в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах. При этом нередко пользователи предпочитают осваивать квоты в последнем из указанных районов, поскольку, как правило, в уловах здесь меньше молоди рыб.

Основные биологические показатели минтая в промысловых уловах

В октябре–декабре 2009 г. размерно-возрастной состав минтая в Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской подзонах был схожим (рис. 5). Доминировали особи размерных групп 33–38 см, возрастных — 4+–6+ лет, среди которых наибольшей долей обладали рыбы в возрасте 5+ лет высокоурожайного поколения 2004 г. (Варкентин и др., 2021). Значимой в уловах была и доля минтая другой урожайной генерации — 2005 г. Соответственно, близкие

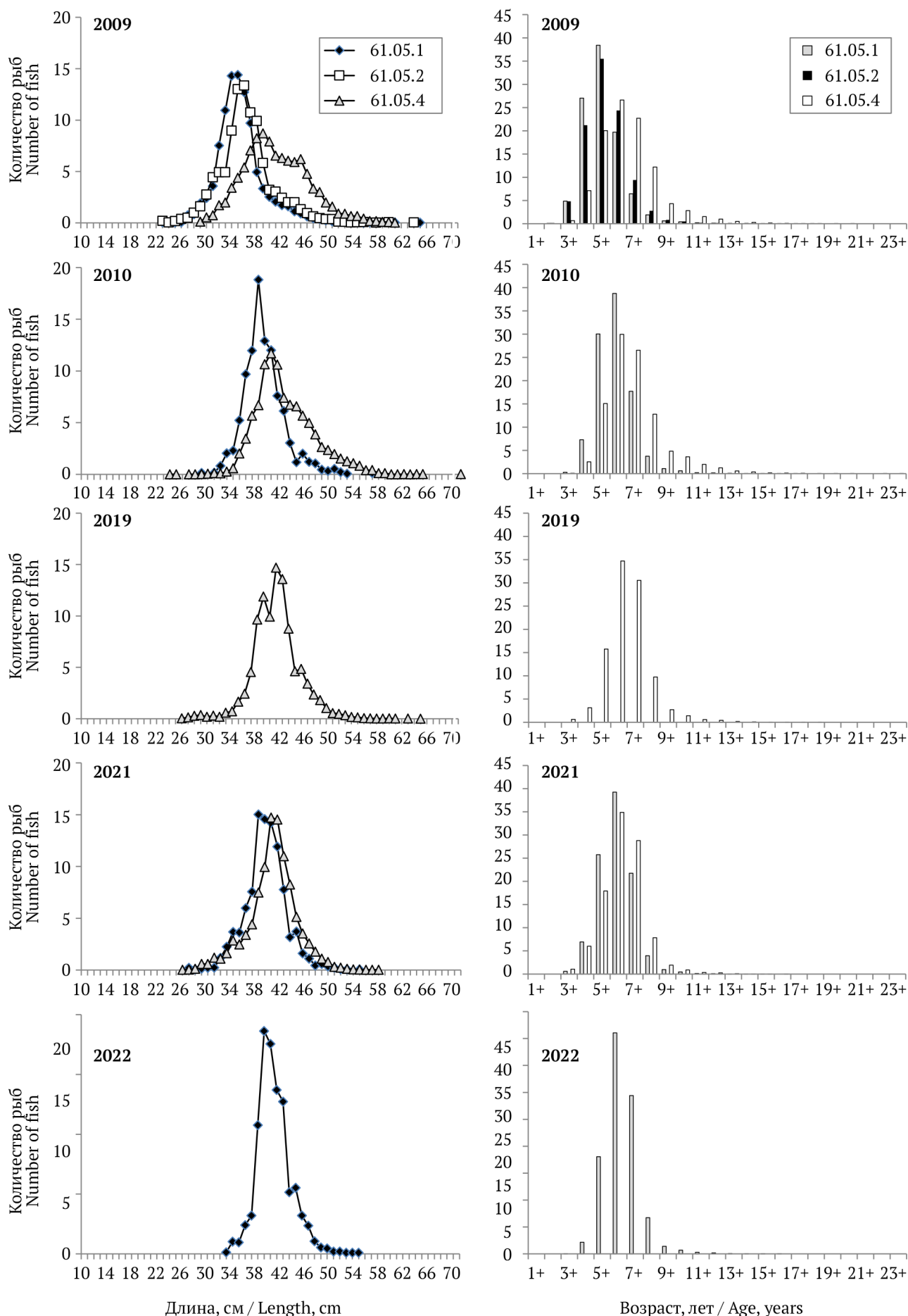


Рис. 5. Размерно-возрастной состав минтая в промысловых траловых уловах в северо-восточной части Охотского моря в октябре–декабре 2009–2010, 2019, 2021–2022 гг.
Fig. 5. Size-age composition of walleye Pollock in commercial trawl catches from the north-eastern part of the Sea of Okhotsk in October–December 2009–2010, 2019, 2021–2022

были и средние показатели длины, возраста и массы рыб в уловах (табл. 6). Среднее относительное количество минтая менее промысловой меры (менее 37 см по Смитту, что соответствует 35 см промысловой длины) в первом районе составляло 79,2%, а во втором — 67,0%, что выше допустимого 20%-го предела. В Камчатско-Курильской подзоне размерный состав существенно отличался от указанных выше районов. Основу составляли более крупные особи размерных групп 37–43 см, возрастных 5+–7+ лет, соответственно, выше были и средние биологические показатели, а средний прилов молодежи — напротив, ниже. Заметим, что минтай урожайных поколений 2004–2005 гг. в возрасте 5–6 лет доминировал в уловах и в сезон «А» 2010 г. (Шейбак и др., 2023).

В сезон «Б» 2010 г. в Северо-Охотоморской подзоне основу уловов составлял минтай размерных групп 37–40 см, преобладали рыбы в возрасте 6+ лет урожайного поколения 2004 г. Это же поколение составляло основу уловов и в Камчатско-Курильской подзоне. Как следствие, в первом случае средние показатели длины, возраста и массы минтая были выше, чем в 2009 г., прилов молодежи — напротив, ниже, а во втором — примерно на том же уровне. По информации А.Ю. Шейбака с соавторами (2023), в январе — первой декаде апреля 2011 г. основу уловов также составляли рыбы поколений 2004–2005 гг.

После длительного перерыва наблюдения удалось выполнить только в 2019 г. в Камчатско-Курильской подзоне. Основу уловов составлял минтай длиной 38–43 см в возрасте 6+–7+ лет. Поколение 2012 г. относится к числу неурожайных, а 2013 г. — средних по численности (Варкентин и др., 2021). Минтай этих же годовых классов преобладал и в уловах в сезон «А» 2020 г. (Варкентин, Коломейцев, 2020; Шейбак и др., 2023).

В 2021 г. в Северо-Охотоморской и Камчатско-Курильской подзонах доминировал минтай

размерных групп 38–42 см, возрастных — 6+ поколения низкой численности 2015 г. В первом районе в уловах было больше маломерных рыб, поэтому средние показатели длины, возраста и массы были ниже, а средний прилов непромысловых особей — выше. По нашим данным, минтай этой генерации в возрасте 7 лет в январе — первой декаде апреля 2022 г. по частоте встречаемости был на втором месте, а преобладали рыбы в возрасте 6 лет среднеурожайного поколения 2018 г.

В осенне-зимний период 2022 г. наблюдения проводились только в Северо-Охотоморской подзоне. Основу уловов составлял минтай длиной 38–42 см в возрасте 6+ лет малочисленного поколения 2016 г. По нашим данным, рыбы этой генерации вместе с особями другого неурожайного годового класса 2017 г. доминировали в сезон «А» 2023 г.

Таким образом, по данным, полученным в октябре–декабре 2009, 2010, 2019, 2021, 2022 годов во время специализированного тралового промысла минтая в северо-восточной части Охотского моря, к урожайным можно отнести поколения 2004–2005 гг., средним по численности — 2013–2014, 2018 гг. Указанные сведения хорошо согласуются с результатами исследований в январе–апреле.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В 2008–2022 гг. в зимне-весенний период в северо-восточной части Охотского моря всеми орудиями лова суммарно добывалось в среднем 787,4 тыс. т минтая, или 87,4% общегодового вылова, в осенне-зимний период — 74,9 тыс. т, или 8,1%. Основные объемы данного вида в указанном районе традиционно осваиваются разноглубинными травами. В рассматриваемые годы в сезон «А» этим орудием лова в среднем добывалось 752,1 тыс. т, или 91,3%, причем в среднем 99,5% общего вылова минтая травами освоено во время специализированного

Таблица 6. Основные биологические показатели минтая в промысловых траловых уловах в северо-восточной части Охотского моря в октябре–декабре 2009–2010, 2019, 2021–2022 гг., по данным научных наблюдателей

Table 6. Main biological indicators of walleye pollock in commercial trawl catches in the northeastern Sea of Okhotsk in October–December 2009–2010, 2019, 2021–2022, according to scientific observer data

Годы/Подзоны Year/Subzones	61.05.1					61.05.2					61.05.4				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
2009	35,1	3600	5,1	0,315	79,2	35,9	5692	5,3	0,358	67,0	40,6	5123	6,6	0,538	25,3
2010	38,4	2690	5,9	0,434	32,3	—	—	—	—	—	41,8	7989	6,9	0,527	12,3
2019	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	40,6	13017	6,5	0,513	11,5
2021	38,7	2295	5,9	0,364	25,1	—	—	—	—	—	39,8	7388	6,3	0,405	18,4
2022	40,1	933	6,3	0,442	7,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. 1 — средняя длина, см; 2 — количество промеров, ед.; 3 — средний возраст, лет; 4 — средняя масса, кг; 5 — среднее относительное количество рыб непромысловой длины, %
Note. 1 — average length, cm; 2 — number of measurements; 3 — average age, years; 4 — average weight, kg; 5 — average relative number of fish of non-target length, %

промысла. В сезон «Б» эти показатели были равны соответственно 73,1 тыс. т, 8,7% и 96,3%.

В осенне-зимний период основной промысел минтая велся в районе банки Кашеварова, в горле залива Шелихова и у Юго-Западной Камчатки. При этом если в 2008, 2010–2015 гг. наибольшие объемы были освоены в Северо-Охотоморской подзоне, то в 2009 г. — в Западно-Камчатской, а в 2016–2022 гг. — в Камчатско-Курильской.

Сведения об основных биологических показателях минтая в промысловых уловах в осенне-зимний период, урожайности поколений хорошо согласуются с данными, полученными в зимне-весенний период следующего года. К урожайным можно отнести поколения 2004–2005 гг., средним по численности — 2013–2014, 2018 гг.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Антонов Н.П., Кузнецова Е.Н., Емелин П.О. 2022. Минтай Охотского моря: история промысла и современное состояние // Тр. ВНИРО. Т. 189. С. 120–133. EDN: OLORDY. doi:10.36038/2307-3497-2022-189-120-133
- Варкентин А.И. 2023. О прилове минтая непромыслового размера в северо-восточной части Охотского моря в период зимне-весеннего специализированного промысла: от наблюдений к правилам рыболовства // Вопр. рыболовства. Т. 24, № 2. С. 56–64. EDN: ZRENMQ. doi:10.36038/0234-2774-2023-24-2-56-64
- Варкентин А.И., Коломейцев В.В. 2018. Некоторые итоги Охотоморской минтаевой путины в 2018 году // Рыбное хозяйство. № 5. С. 40–51. EDN: YSBOGT
- Варкентин А.И., Коломейцев В.В. 2020. Некоторые итоги Охотоморской минтаевой путины в 2020 году в сравнении с 2019 годом // Рыбное хозяйство. № 4. С. 52–67. EDN: QXVHGM. doi:10.37663/0131-6184-2020-4-52-67
- Варкентин А.И., Сергеева Н.П. 2017. Промысел минтая (*Theragra chalcogramma*) в прикамчатских водах в 2003–2015 гг. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 47. С. 5–45. doi:10.15853/2072-8212.2017.47.5-45
- Варкентин А.И., Сергеева Н.П., Ильин О.И., Овсянников Е.Е. 2021. Промысел, размерно-возрастной состав, состояние запасов и перспективы вылова минтая (*Gadus chalcogrammus*, Pallas, 1814) на акватории, прилегающей к Камчатскому полуострову и Северным Курильским островам // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 60. С. 5–42. doi:10.15853/2072-8212.2021.60.5-42
- Дьяков Ю.П., Бугаев А.В. 2023. О промысловой эксплуатации биологических ресурсов в водах Камчатского края // Вестник КамчатГТУ. № 63. С. 66–77. EDN: STGDEW. doi:10.17217/2079-0333-2023-63-66-77
- Зверькова Л.М. 2003. Минтай. Биология, состояние запасов. Владивосток: ТИНРО. 248 с.
- Золотов А.О. 2021. Современный специализированный промысел морских рыб в западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. Т. 201, № 1. С. 76–101. doi:10.26428/1606-9919-2021-201-76-101
- Колончин К.В., Павлова А.О., Бетин О.И., Яновская Н.В. 2022. Минтай как объект российского и мирового промысла // Тр. ВНИРО. Т. 189. С. 5–15. EDN: YTYZNL. doi:10.36038/2307-3497-2022-189-5-15
- Савенков В.В., Шпигальская Н.Ю., Варкентин А.И., Пильганчук О.А., Кустова А.С., Сараванский О.Н. 2012. Полиморфизм популяционно-генетических маркеров минтая северной части Охотского моря // Водн. биол. ресурсы сев. части Тихого океана: состояние, мониторинг, управление : Матер. Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО» (Петропавловск-Камчатский, 26–27 сентября 2012 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 439–447.
- Савенков В.В., Шпигальская Н.Ю., Варкентин А.И., Пильганчук О.А., Муравская У.О., Денисенко А.Д., Сараванский О.Н. 2018. Дифференциация минтая Охотского моря по микросателлитным локусам // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. № 48. С. 5–18. doi:10.15853/2072-8212.2018.48.5-18
- Сергеева Н.П., Варкентин А.И., Буслов А.В. 2011. Закономерности полового созревания, половой цикл и шкала стадий зрелости гонад минтая (*Theragra chalcogramma*) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 23. С. 33–69. EDN: OYVMUN
- Стрельникова В.Е., Лисиенко С.В. 2020. Анализ количественных и качественных показателей добычи минтая по подзонам многовидовой промысловой системы — зона Охотское море в период 2013–2017 годов / Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли : Матер. V Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. С. 43–47. EDN: TQNBV
- Строганов А.Н., Смирнов А.А., Семенова А.В., Жукова К.А., Пономарева Е.В., Бурлак Ф.А. 2021. О популяционно-генетических исследованиях минтая Охотского моря / Природные ресурсы,

их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование : Матер. XII Нац. (Всерос.) науч.-практ. конф. В 2-х частях. Петропавловск-Камчатский. С. 139–141. EDN: ESNQTJ
 Фадеев Н.С. 1986. Распределение минтая на севере Охотского моря по промысловым данным / Тресковые дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. С. 29–34.

Фадеев Н.С., Смирнов А.В. 1994. Распределение, миграция и запасы минтая // Рыбное хозяйство. № 3. С. 33–37.

Фадеев Н.С., Сучкова М.Г. 1987. Распределение нагульного минтая на севере Охотского моря / Популяционная структура, динамика численности и экологии минтая. Владивосток: ТИНРО. С. 23–28.

Шевченко В.В., Датский А.В. 2014. Биоэкономика использования промысловых ресурсов минтая Северной Пацифики. Опыт российских и американских рыбопромышленников. М.: ВНИРО. 212 с. EDN: UABANP

Шейбак А.Ю., Кузнецова Е.Н., Антонов Н.П. 2023. Распределение скоплений и биологические характеристики охотоморского минтая в промысловых уловах в зимне-весенний период // Вопр. рыболовства. Т. 24, № 2. С. 109–132. EDN: DANEMH. doi:10.36038/0234-2774-2023-24-2-109-132

Шунтов В.П., Волков А.Ф., Темных О.С., Дуленова Е.П. 1993. Минтай в экосистемах дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО. 426 с.

Vasilets P.M. 2015. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. doi:10.13140/RG.2.1.5186.0962

REFERENCES

Antonov N.P., Kuznetsova E.N., Emelin P.O. Walleye pollock of the Okhotsk Sea: history of fishery and current status. *Trudy VNIRO*, 2022, vol. 189, pp. 120–133. (In Russ.) EDN: OLORDY. doi:10.36038/2307-3497-2022-189-120-133

Varkentin A.I. About non-target-sized Pollock in the northeastern part of the Sea of Okhotsk during the winter-spring special fishery: from observations to fishing rules. *Questions of fisheries*, 2023, vol. 24, no. 2, pp. 56–64. (In Russ.) EDN: ZRENMQ. doi:10.36038/0234-2774-2023-24-2-56-64

Varkentin A.I., Kolomeytsev V.V. Some results of the Pollock fishing season of Sea of Okhotsk in 2018. *Fisheries*, 2018, no. 5, pp. 40–51. (In Russ.) EDN: YSBOGT

Varkentin A.I., Kolomeytsev V.V. Results of the Pollock fishing season of the Sea of Okhotsk in 2020. *Fisheries*, 2020, no. 4, pp. 52–67. (In Russ.)

EDN: QXVHGM. doi:10.37663/0131-6184-2020-4-52-67

Varkentin A.I., Sergeeva N.P. Walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) fishery in the waters adjacent to Kamchatka Peninsula in 2003–2015. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2017, vol. 47, pp. 5–45. (In Russ.) doi:10.15853/2072-8212.2017.47.5-45

Varkentin A.I., Sergeeva N.P., Ilyin O.I., Ovsyanikov E.E. Walleye pollock (*Gadus chalcogrammus*, Pallas, 1814) fishery, size and age composition, state of stocks and catch prospects in the waters adjacent to Kamchatka peninsula and Northern Kuril Islands. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*. 2021, vol. 60, pp. 5–42. (In Russ.) doi:10.15853/2072-8212.2021.60.5-42

Dyakov Yu.P., Bugaev A.V. On commercial exploitation of biological resources in waters of Kamchatka Territory. *Vestnik KamchaGTU*, 2023, no. 63, pp. 66–77. (In Russ.) EDN: STGDEW. doi:10.17217/2079-0333-2023-63-66-77

Zverkova L.M. *Mintai. Biologiya, sostoyanie zapasov* [Walleye Pollock. Biology, Stock Abundance]. Vladivostok: TINRO-Center, 2003, 248 p.

Zolotov A.O. Modern specialized fishery of sea fish in the western Bering Sea. *Izvestiya TINRO*, 2021, vol. 201 (1), pp. 76–101. (In Russ.) doi:10.26428/1606-9919-2021-201-76-101

Kolonchin K.V., Pavlova A.O., Betin O.I., Yanovskaya N.V. Walleye pollock as an object of Russian and world fishery. *Trudy VNIRO*, 2022, vol. 189, pp. 5–15. (In Russ.) EDN: YTYZNL. doi:10.36038/2307-3497-2022-189-5-15

Savenkov V.V., Shpigalskaya N.Yu., Varkentin A.I., Pilganchuk O.A., Kustova A.S., Saravansky O.N. Polymorphism of the pollock population genetic markers in the North Sea of Okhotsk. *Proceedings of the All-Russia scientific conference devoted to the 80th Anniversary of KamchatNIRO*. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2012, pp. 439–447. (In Russ.)

Savenkov V.V., Shpigalskaya N.Yu., Varkentin A.I., Pilganchuk O.A., Muravskaya Y.O., Denisenko A.D., Saravansky O.N. Differentiation of walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) of the Sea of Okhotsk based on the microsatellite loci. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*. 2018, vol. 48, pp. 5–18. (In Russ.) doi:10.15853/2072-8212.2018.48.5-18

Sergeeva N.P., Varkentin A.I., Buslov A.V. Naturel maturation, cyclic stages and gonad maturation

stage scaling for walleye pollock (*Theragra chalcogramma*). *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2011, vol. 23, pp. 33–69. (In Russ.) EDN: OYBMUN

Strelnikova V.E., Lisienko S.V. Analysis of quantitative and qualitative indicators of Pollock production by subzones of the multi-species fishing system – the Sea of Okhotsk zone in the period 2013–2017. *Comprehensive research in the fishing industry: Mater. V International scientific-technical conf. students, graduate students and young scientists*. Vladivostok, 2020, pp. 43–47. (In Russ.) EDN: TQNBEV

Stroganov A.N., Smirnov A.A., Semenova A.V., Zhukova K.A., Ponomareva E.V., Burlak F.A. On population-genetic studies of the Okhotsk Sea Pollock. *Natural resources, their current state, protection, commercial and technical use: Mater. XII National (All-Russian) scientific-practical. conf.* 2021, Part 1, pp. 139–141. (In Russ.) EDN: ESNQTI

Fadeev N.S. Distribution of pollock in the north of the Sea of Okhotsk according to fishery data. *Cod fish of the Far Eastern seas*. Vladivostok: TINRO, 1986, pp. 29–34. (In Russ.)

Fadeev N.S., Suchkova M.G. Distribution of feeding pollock in the north of the Sea of Okhotsk. *Population structure, population dynamics and ecology of pollock*. Vladivostok: TINRO, 1987, pp. 23–28. (In Russ.)

Fadeev N.S., Smirnov A.V. Distribution, migration and stocks of Pollock. *Fisheries*, 1994, no. 3, pp. 33–37. (In Russ.)

Shevchenko V.V., Datsky A.V. Bioeconomics of utilization of north Pacific pollock resources. *Experience of Russian and American fisheries corporations and fishermen*. Moscow: VNIRO, 2014, 212 p. (In Russ.) EDN: UABANP

Sheibak A.Yu., Kuznetsova E.N., Antonov N.P. Spatial distribution and biological characteristics of the Okhotsk Sea Pollock in the winter-spring period. *Questions of fisheries*, 2023, vol. 24, no. 2, pp. 109–132. (In Russ.) EDN: DANEMH. doi:10.36038/0234-2774-2023-24-2-109-132

Shuntov V.P., Volkov A.F., Temnykh O.S., Dulepova E.P. *Mintaj v jekosistemah dalnevostochnyh morej* [Pollock in the ecosystems of Far Eastern seas]. Vladivostok: TINRO, 1993, 426 p.

Vasilets P.M. 2015. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. doi:10.13140/RG.2.1.5186.0962

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Автор заявляет, что данный обзор не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки оформлены в соответствии с ГОСТом.

The author declares that this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references are formatted in accordance with GOST (the Russian State Standard).

Информация об авторе

А.И. Варкентин — канд. биол. наук, зам. руководителя Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО).

ORCID: 0000-0002-1735-0088

Information about the author

Alexander I. Varkentin – Ph. D. (Biology), Deputy Director (KamchatNIRO).

ORCID: 0000-0002-1735-0088

Статья поступила в редакцию / Received: 19.12.2023

Одобрена после рецензирования / Revised: 20.02.2024

Статья принята к публикации / Accepted: 26.03.2024

Научная статья / Original article

УДК 639.22 (265.5)

doi:10.15853/2072-8212.2024.73.20-41

EDN: LCLAPU



ОСОБЕННОСТИ СОВРЕМЕННОГО ПРОМЫСЛА МОРСКИХ РЫБ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ О. КУНАШИР

Золотов Александр Олегович

Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО), Владивосток, Россия, Alk-90@yandex.ru

Аннотация. На основании результатов исследований состава промысловых уловов ставными неводами и снюрреводами в прибрежной зоне и на шельфе о. Кунашир в 2021–2023 гг., анализа статистики сезонного и годового вылова в 2014–2023 гг. и архивных материалов, рассмотрены особенности прибрежного промысла и видовой состав сообществ морских рыб в сублиторальной зоне в весенне-летний период. Показано, что в прибрежной зоне в видовом составе уловов насчитывалось до 30 видов рыб из 13 семейств. Наибольшим разнообразием отличались Камбаловые (8 видов, 26,7%), Роговые (5 видов, 16,7%) и Терпуговые (4 вида). Наибольшее распространение имели навага, кунджа, тихоокеанская сельдь, звездчатая камбала и камбала Шренка, азиатская корюшка и южный одноперый терпуг. На их долю приходилось от 67,2 до 99,9% от общей массы уловов. Основу уловов на тихоокеанском побережье составляла навага. Ее доля варьировала от 84,7 до 86,5%. Вклад камбалы Шренка изменялся в пределах 4,1–7,9%, звездчатой камбалы — 1,1–3,9%, кунджи — 1,2–2,3%, зубастой корюшки — 4,1–0,7%. На охотоморском побережье по биомассе доминировала камбала Шренка (28,7%). Вклад наваги и кунджи — по 19,7%, сельди — 18%. Состав вылова по данным промысловой статистики в 2014–2023 гг. хорошо соответствует результатам анализа видового состава уловов по данным научных наблюдений. Основным промысловым объектом являлась дальневосточная навага. Ее доля в годовом вылове в среднем составила 75,1%, доля камбал — 15%, сельди — около 4,5%, остальные виды можно считать объектами прилова. Около 83,2% годовых уловов ставными неводами в 2014–2023 гг. добывалось на тихоокеанском побережье о. Кунашир и лишь 16,8% — на охотоморском. Полученные результаты могут быть использованы при оценке запасов и допустимых уловов морских рыб Южно-Курильской зоны, а также при планировании экспедиционных научных исследований.

Ключевые слова: промысел, Южные Курилы, ставные невода, прибрежные воды, видовой состав, вылов, улов на усилие

Финансирование работы. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Золотов А.О. Особенности современного промысла морских рыб в прибрежной зоне о. Кунашир // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2024. Вып. 73. С. 20–41. EDN: LCLAPU. doi:10.15853/2072-8212.2024.73.20-41

SPECIFICS OF MODERN FISHERY OF MARINE FISH IN THE COASTAL ZONE OF KUNASHIR ISLAND

Alexander O. Zolotov

Pacific Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO), Vladivostok, Russia, Alk-90@yandex.ru

Abstract. Specifics of coastal fishery and species composition of marine fish communities in the sublittoral zone during spring-summer period is considered based on the results of studies of the composition of commercial catches by fixed nets and Danish seines in the coastal zone and on the shelf of Kunashir Island in 2021–2023, analysis of seasonal and annual catch statistics in 2014–2023 and archival materials. It is shown that the species composition of catches in the coastal zone includes up to 30 species of fish from 13 families. The most diverse were Flounders – 8 species (26.7%), Sculpins – 5 species (16.7%) and Greenlings – 4 species. Saffron cod, whitespotted char, Pacific herring, starry flounder, cresthead flounder, toothed smelt and arabesque greenling were the most widespread. These species contributed between 67.2 and 99.9% into the total catch weight. The Saffron cod formed the basis of the fixed net catches on the Pacific coast. Its contribution ranged from 84.7 to 86.5%. The contribution of cresthead flounder varied in the range of 4.1–7.9%, of starry flounder – 1.1–3.9%, of whitespotted char – 1.2–2.3%, of toothed smelt – 4.1–0.7%. Cresthead flounder dominated (28.7%) on the coast of the Sea of Okhotsk in terms of biomass. The contribution of saffron cod and whitespotted char – both were about 19.7%, of Pacific herring – 18%. According to the fishery statistics obtained from processing plant, the composition of the catch in 2014–2023 corresponds well to the results of the analysis of species composition of the catches according to scientific observations. The main commercial object was saffron cod with average contribution into the annual catch of 75.1%. Flounders contributed 15%, herring – about 4.5%, the other species can be considered as by-catch. About 83.2% of the annual catches by fixed nets in 2014–2023 were obtained on the Pacific coast of Kunashir Island and only 16.8% – on the coast

of the Sea of Okhotsk. Obtained results can be used for stock abundance assessment, evaluation of the allowable catches of marine fish in the South Kuril zone and planning expeditionary researches.

Keywords: fishery, Southern Kuril Islands, fixed nets, coastal waters, species composition, catch, catch by unit effort

Funding. The study was not sponsored.

For citation: Zolotov A.O. Specifics of modern fishery of marine fish in the coastal zone of Kunashir Island // The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean. 2024. Vol. 73. P. 20–41. (In Russ.) EDN: LCLAPU. doi:10.15853/2072-8212.2024.73.20-41

В настоящий момент рыболовство остается одним из важнейших элементов экономики дальневосточных регионов Российской Федерации, от состояния которого во многом зависит развитие прибрежных территорий и благосостояние их населения. В ряде случаев береговые рыбоперерабатывающие заводы являются основными, а иногда и единственными градо- и поселкообразующими предприятиями. Поэтому развитию прибрежного рыболовства уделяется повышенное внимание, что нашло отражение в действующей Стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ (Распоряжение..., 2019).

Основные усилия в данном направлении пока сосредоточены на создании условий предприятиям, осуществляющим доставку уловов морского промысла на берег с последующей их переработкой. Для этого разработан ряд мер, стимулирующих строительство и развитие современных береговых рыбоперерабатывающих комплексов (Федеральный закон..., 2016), введены поправки в действующие нормативные документы, регламентирующие доставку уловов на берег в живом, свежем и охлажденном виде (Приказ..., 2019).

Создание и дальнейшее развитие существующих береговых рыбоперерабатывающих мощностей актуализирует вопрос о расширении сырьевой базы прибрежного рыболовства дальневосточных регионов, одним из путей решения которого могло бы стать более широкое использование видов биологических ресурсов (ВБР), большая часть жизненного цикла которых проходит в прибрежной зоне на небольших глубинах, недоступных или малодоступных для судового лова тралами и снюрреводами. Это открывает возможности для более широкого современного применения в прибрежном промысле для таких традиционных орудий лова, как ставные и закидные невода, использование которых в настоящий момент носит ограниченный характер.

Напомним, что, как и в других районах мира, до развития экспедиционного судового

лова российское рыболовство на Дальнем Востоке развивалось исключительно как прибрежное (Курмазов, 2000). Основным орудием лова морских рыб являлись ставные невода, а приоритетными объектами лова — сельдь, тихоокеанские лососи и в определенные периоды дальневосточная сардина. Уловы последней, например, достигали 1 млн ц, а в 1937 г. — и до 1,5 млн ц (Демидов, Муравин, 1968, цит. по Курмазов, 2000).

Ситуация резко изменилась в середине 1950-х годов с развитием активного снюрреводного и тралового лова, что привело к стагнации прибрежного промысла и, как следствие, к постепенной деградации береговой рыбоперерабатывающей базы. Так, если в начале 1950-х годов ставными неводами добывали около трети от годового отечественного вылова и более половины — в Дальневосточном бассейне (Майсс, 2000), то в 1964 г. вклад активного морского промысла в годовые уловы на Дальнем Востоке уже превышал 90% (Курмазов, 2000).

В настоящее время добыча ставными неводами в Дальневосточном регионе играет ведущую роль лишь в одном сегменте — сезонном промысле тихоокеанских лососей в период их нерестовых подходов в прибрежную зону, где по эффективности лова им фактически нет альтернативы (Телятник, 2006; Живоглядов, 2015; Нагорнов и др., 2016).

В отношении целевого лова других объектов ставные невода к настоящему моменту утратили свое значение, за исключением двух районов Дальневосточного региона, где сезонный промысел данным орудием сохранился именно как многовидовой. В первом случае, наряду с ограниченным ловом ставными сетями, закидным неводами и вентерями, существует и добыча морских рыб ставными неводами в многочисленных эстуариях и бухтах зал. Петра Великого, а также на прибрежной акватории, прилегающей к нему с востока примерно вплоть до 133° в. д. Информация по данному сегменту

промысла нашла отражение в ряде современных научных публикаций (Ким, 2009, 2010; Ким и др., 2017).

Кроме того, к настоящему моменту, наряду с активным снюрреводным и траловым промыслом морских рыб на шельфе Южных Курил, сохранился их весенне-летний лов ставными неводами в прибрежной зоне о. Кунашир. Материалов по данной тематике в современной печати приводится немного. За последние годы опубликованы лишь работы, касающиеся вылова тихоокеанской сельди (Перов, 2021; Золотов и др., 2022), дальневосточной наваги (Ившина, Метленков, 2022) и общего анализа видового состава ихтиофауны в прибрежной зоне острова (Ившина и др., 2022).

В 2019 г. в составе Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО), в целях расширения исследований и обеспечения адекватной оценки запасов ВБР южно-курильских вод, на о. Шикотан была организована научно-исследовательская станция (НИС) «Океаническая» (Золотов и др., 2020). Одной из задач, решаемой исследователями в рамках функционирования НИС, является мониторинг промысла ставными неводами в весенне-летний период в прибрежной зоне о. Кунашир. В настоящей статье анализируются итоги нескольких первых лет наблюдений.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Сбор материалов для анализа видового состава осуществлялся автором в апреле–июне 2020–2023 гг. из промысловых уловов малыми ставными неводами (каравками) на тихоокеанском и охотоморском побережье о. Кунашир. Общее расположение участков лова представлено на схеме (рис. 1).

Лов рыбы осуществляли бригады прибрежного лова ООО «Южно-Курильский рыбокомбинат», состоящие из 5–6 человек.

Стандартные параметры каравки: длина — 90 м, высота стенки — 3 м, глубина постановки каравок варьировала в пределах 5–8 м.

Количество выставляемых неводов на одном участке в межгодовом аспекте могло варьировать от одного до пяти. Период застоя между выборками обычно составлял одни сутки, однако в зависимости от погодных условий, подходов рыбы или иных обстоятельств мог достигать и двух суток, и более. Кроме того, в течение промыслового сезона бригады прибрежного лова могли изменять/добавлять количество неводов и их расположение в границах рыбопромысловых участков (РПУ). К сожалению, эти факторы не могли быть строго учтены, поэтому использование для расчетов такого показателя, как суточный вылов на один невод, было бы некорректным. В итоге при ана-

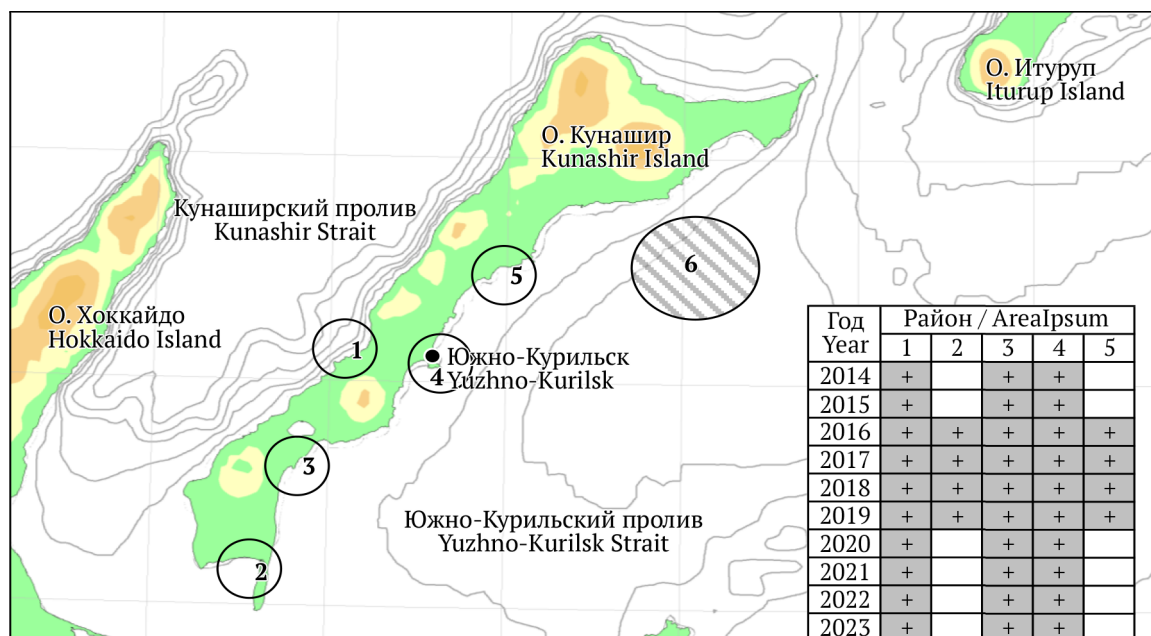


Рис. 1. Участки промысла малыми ставными неводами в прибрежной зоне о. Кунашир в 2014–2023 гг. 1 — охотоморское побережье, п. Третьяково; 2 — зал. Измены, п. Головнино; 3 — тихоокеанское побережье, устье р. Серноводки; 4 — бухта Южно-Курильская, бухта Головнина, пгт. Южно-Курильск; 5 — тихоокеанское побережье м. Петрова. В таблице знаком «+» отмечены годы, когда лов на участках осуществлялся

Fig. 1. Sites of small-sized fixed net fishing in the coastal zone of Kunashir Island in 2014–2023. 1 – coast of the Sea of Okhotsk, Tretyakovo Settlement; 2 – Izmena Bay, Golovnin Bay, Yuzhno-Kurilsk settlement; 3 – Pacific Ocean coast, the Sernovodka River mouth; 4 – Yuzhno-Kurilskaya Bay, Golovnin Bay, Yuzhno-Kurilsk settlement; 5 – Pacific Ocean coast of Petrovsky Bay. The sign “+” in the table marks the years when fishing was carried out at the sites

лизе промысла оперировали общим выловом на участке и уловом на одни сутки промысла, который был «привязан» к дате сдачи улова на завод.

Кроме того, для сравнения видового состава шельфовых и прибрежных сообществ рыб осуществлялся анализ снюрреводных уловов рыболовных шхун (р/ш) «Герда», «Кай» и «Грей», осуществлявших промысел минтая, трески и камбал на участке шельфа, прилегающем к проливу Екатерины, в средних координатах 44°18' с. ш., 146°28' в. д. на глубинах 50–80 м (рис. 1). В целом для оценки видового состава в 2021–2023 гг. был проанализирован 21 улов снюрреводом и 40 уловов малым ставным неводом.

Уловы доставлялись на рыбоперерабатывающий завод ООО ПКФ «Южно-Курильский рыбокомбинат», расположенный в пгт Южно-Курильск. Разбор уловов и определение видового состава морских рыб осуществлялось весовым способом по стандартным ихтиологическим методикам (Борец, 1997). Вначале, до сортировки, от улова неселективно отделяли его часть (навеску) и определяли состав рыб до вида, производили массовые промеры (МП), биологический анализ (ПБА) и взвешивание. Затем расчетные долевые соотношения для каждого вида рыб по массе, определенные для навески, экстраполировали на весь объем улова.

При сравнительном анализе размерной структуры уловов основных промысловых видов помимо собственных данных в отдельных случаях были использованы архивные материалы 2015–2017 гг. (Отчет о результатах..., 2014, 2015, 2017; Мониторинг уловов..., 2016).

Статистика суточного и общего вылова основных групп рыб (камбалы, навага, корюшки и т. д.) ставными неводами за период 2014–2023 гг. была любезно предоставлена руководством ООО «Южно-Курильский рыбокомбинат», за что автор выражает ему отдельную признательность.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Видовой состав уловов, общие сведения

Результаты исследований видового состава морских рыб прикурильских вод Тихого океана отражены в достаточном количестве публикаций. Видовой состав эпипелагического нектона, обобщенный в монографии О.А. Иванова и В.В. Суханова (2002) на основе многолетних исследований ТИНРО-Центра и литературных

данных, насчитывает 166 видов рыб и рыбообразных и 27 видов головоногих моллюсков. Однако число видов, составляющих основу сообщества рыб эпипелагиали в прикурильских водах, отмеченных непосредственно в уловах исследовательских съемок, несколько меньшее и насчитывает 100 видов рыб и рыбообразных (в том числе один вид миног), относящихся к 85 родам и 50 семействам.

О.А. Иванов и В.В. Суханов (2002) выделяли два основных фактора, влияющих на видовое разнообразие нектона данного района. Во-первых, прикурильские воды являются районом взаимодействия субарктической, охотоморской и трансформированной субтропической водных масс, различающихся по своей структуре и по комплексу рыб, характерному для каждой из них. Таким образом, в эпипелагиали у Курильской гряды встречается существенно большее количество мигрантов, в обычном случае относящихся к тропико-субтропическим комплексам.

Во-вторых, рельеф дна данного района характеризуется чрезвычайно узким шельфом и материковым склоном и резким свалом глубин, что делает переход между неритическими и океаническим биотопами очень выраженным. В результате число нектобентосных рыб, проникающих в эпипелагиаль случайно или временно, значительно меньше, чем в сопредельных районах, и составляет лишь около трети. Для сравнения, в Охотском и Беринговом море доля таких видов в эпипелагиали достигает 60% и более (Радченко, 1994; Лапко, 1996).

Для донной ихтиофауны материалы по составу и структуре сообществ наиболее подробно обобщены в монографии Л.А. Борца (1997). Несмотря на то, что с момента ее опубликования прошло более 25 лет и некоторые данные относительно Южно-Курильского района нуждаются в актуализации с учетом результатов исследований более поздних лет (Каталог позвоночных..., 2000; Ким, Бирюков, 2009; Золотов, Дубинина, 2017; Orr, Matarese, 2000), по указанной проблематике эта сводка до сих пор остается наиболее полной.

В целом, с учетом информации, суммированной из указанных источников, в видовом составе южнокурильского шельфа насчитывается до 179 видов донных рыб, относящихся к 21 семейству. Наибольшим разнообразием отличаются представители следующих семейств: Рогатковые — 45 видов (25%); Стихеевые — 23 вида (13%); Лисичковые — 19 (11%); Камбало-

вые — 17 видов (9%); Морские окуни — 15 видов (8%); Липаровые — 12 видов (7%).

При этом, как и для эпипелагического нектона, по степени видового разнообразия донных рыб южнокурильский шельф был отнесен Л.А. Борцом (1997) к группе участков, в которой оно в целом находится на низком уровне. Хотя для некоторых семейств тот фактор, что этот район находится в зоне взаимодействия субарктической, охотоморской и трансформированной субтропической водных масс, видимо, имеет обратный эффект.

Так, например, видовой состав камбал южнокурильского шельфа, по сравнению со смежными районами, более разнообразен и без палтусов, по разным источникам, насчитывает от 18 (Сафронов, Никифоров, 1982; Ким, Бирюков, 2009; Золотов, Дубинина, 2017) до 21–23 видов (Фадеев, 1987; Борец, 1997). Свой отпечаток в данном случае накладывает то обстоятельство, что этот район представляет собой переходную зону от курило-япономорского камбалового комплекса к беринговоморскому (Фадеев, 1987; Дьяков, 2011). В результате состав с тихоокеанской стороны о. Кунашир, о. Итуруп и Малой Курильской гряды более разнообразен, и здесь преобладают «южные» виды, чье распространение генетически связано с воздействием теплого течения Соя. Доминируют здесь желтополосая камбала *Pseudopleuronectes herzensteini*, остроголовая *Cleisthenes herzensteini*, камбала Шренка *Pseudopleuronectes schrenki*, а также южная двухлинейная (белобрюхая) *Lepidopsetta mochigarei* (Золотов, Дубинина, 2017).

По мере удаления от Малой Курильской гряды в северо-восточном направлении к о. Уруп проявляются тенденции к снижению видового разнообразия камбал, уменьшению значимости «южных» видов и постепенному их замещению представителями беринговоморского комплекса. Наиболее характерным примером в данном случае является северная двухлинейная камбала *Lepidopsetta polyxistra*.

Кроме того, на охотоморском шельфе южнокурильских островов Кунашир и Итуруп большее распространение получили виды более типичные, юго-западной части Охотского моря, относящиеся к беринговоморскому комплексу: желтоперая *Limanda aspera*, сахалинская *L. sakhalinensis* и звездчатая камбала *Platichthys stellatus*.

Однако, как было указано выше, глубина постановки каравок при прибрежном промысле составляет не более 5–8 м, и этот батиметри-

ческий диапазон, по существу, относится к верхней сублиторали. Данная зона подвержена активному приливно-отливному перемешиванию и значительному сезонному перепаду температур, с активным солярным прогревом в летний период и активным выхолаживанием в зимний. А участки, прилегающие к устьям ручьев и рек, кроме того, находятся под воздействием распреснения.

Учитывая изложенное, состав и структура этой прибрежной зоны в весенне-летний сезон определяются скорее не общим числом видов, а экологическими особенностями лишь тех из них, биологический цикл которых связан с миграциями на мелководье и в устья рек для размножения (сельдь, корюшки) и нагула (навага, некоторые виды камбал). В этом случае видовой состав ихтиофауны в прибрежье должен быть существенно меньшим, чем общий для южно-курильских вод.

Данные, опубликованные в работе Э.Р. Ившиной с соавторами (2022) в целом подтверждают это предположение. По результатам проведенной в первой половине июня 2011 г. съемки закидным неводом в прибрежной зоне о. Кунашир видовой состав рыб и рыбообразных насчитывал до 23 видов с охотоморской и тихоокеанской стороны острова и до 20 — в зал. Измены (район № 2, см. рис. 1), а обобщенный список — 33 вида рыб из 16 семейств.

Наибольшим разнообразием отличались представители Камбаловых (6 видов, 18%) и Рогатковых (5 видов, 15%), представители остальных семейств насчитывали от одного до трех видов. На тихоокеанском побережье в уловах закидным неводом доминировали навага *Eleginus gracilis* (39%), Камбаловые (25%) и кунджа *Salvelinus leucomaenis* (8%). С охотоморской стороны о. Кунашир в июне 2011 г. основной вклад в уловы обеспечивали Камбаловые, суммарная доля которых составлял около 44%, морская малоротая корюшка *Hypomesus japonicus* (31%) и кунджа (15%) (Ившина и др., 2022). В этой же публикации приводится расширенный список морских видов рыб из промысловых уловов малыми ставными неводами, однако из-за отсутствия данных по их количественному соотношению по численности и массе, а также их разделению по участкам лова на охотоморском и тихоокеанском побережье при сравнительном анализе они нами не используются.

Следует согласиться с мнением авторов, что в силу конструктивных особенностей закидных

неводов, из-за того, что в ходе съемки исследования проводились на участках с песчаным или песчано-гравийным дном, ряд видов, обитающих в летний период в пределах прибрежных биотопов с каменистыми и валунными грунтами, остались неучтенными.

Однако учитывая, что промысловые каравки обычно также устанавливаются на участках с ровным песчаным дном, можно предполагать, что обобщенный исследователями по результатам съемки закидным неводом состав ихтиофауны (Ившина и др., 2022) должен отражать наиболее вероятный круг видов, которые будут составлять основу промысловых уловов. В этом случае следует ожидать, что целевыми объектами лова в весенне-летний период будут дальневосточная навага, морская малоротая корюшка, азиатская зубастая корюшка *Osmerus mordax dentex*, кунджа, тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii*, некоторые виды камбал и южный одноперый терпуг *Pleurogrammus azonus*.

Видовой состав уловов малых ставных неводов

Результаты анализа видового состава промысловых уловов каравками в мае–июне 2021–2023 гг. в прибрежной зоне о. Кунашир обобщены в таблице 1. Поскольку в эти годы лов осуществлялся только на трех участках (с охотоморской стороны в районе бухты Первухина и нп Третьяково; с тихоокеанской — в устье р. Серноводки и в бухтах Южно-Курильской и Головнина), данные наблюдений приводятся лишь по этим трем районам.

Как можно видеть, в целом в промысловых уловах малых ставных неводов было отмечено 30 видов рыб из 13 семейств. Наибольшим разнообразием отличались Камбаловые (8 видов; 26,7%), Рогатковые (5 видов; 16,7%) и Терпуговые (4 вида; 13,3%), представители других семейств насчитывали от одного до трех видов.

Состав уловов по районам несколько отличался, но в целом число видов на участках было сопоставимым. На тихоокеанском побережье острова в районе р. Серноводки и с охотоморской стороны в уловах был зафиксирован 22 и 21 вид, а на акватории, прилегающей к пгт Южно-Курильск, состав был менее разнообразен и насчитывал лишь 17 видов. Из массовых объектов промысла, присутствие которых отмечалось во всех промысловых районах, наибольшим распространением отличались навага, кунджа, тихоокеанская сельдь, звездчатая кам-

бала и камбала Шренка, азиатская корюшка, а также южный одноперый терпуг.

Камбала Шренка — единственный вид, отмеченный во всех проанализированных пробах (табл. 1). Встречаемость звездчатой камбалы, в зависимости от участка лова, варьировала от 42 до 100%, дальневосточной наваги — от 75 до 94%, кунджи — от 59 до 91%, азиатской зубастой корюшки — от 25 до 59%, южного одноперого терпуга — от 12 до 50%. На долю перечисленных объектов промысла суммарно приходилось от 67,2 до 99,9% от общей массы уловов; таким образом, остальные виды рыб можно отнести к объектам прилова.

Основу уловов малых ставных неводов на тихоокеанском побережье в мае–июне 2021–2023 гг. составляла навага. Ее доля по массе при промысле на участках, расположенных в устье р. Серноводки в среднем оценивалась на уровне 86,5%, а в бухтах Южно-Курильской и Головнина — 84,7%. Вклад камбалы Шренка составлял 4,1 и 7,9%, звездчатой камбалы — 1,1 и 3,9%; кунджи — 1,2 и 2,3%, зубастой корюшки — 4,1 и 0,7% соответственно.

На охотоморском побережье структура промысловых уловов каравками была несколько иной. Доминирующим видом по биомассе здесь была камбала Шренка, на долю которой приходилось 28,7% уловов, а в целом суммарный вклад представителей семейства Камбаловых на данном участке составлял около трети — ≈36%. Доля наваги существенно снизилась, по сравнению с тихоокеанскими участками, и ее вклад был эквивалентен таковому для кунджи. На оба вида приходилось по 19,7% от общей массы улова. Наконец, доля тихоокеанской сельди в этом районе увеличивалась до 18%.

В целом полученные результаты довольно хорошо соотносятся с материалами исследований ихтиофауны прибрежной зоны о. Кунашир с использованием закидных неводов (Ившина и др., 2022). Также как и по опубликованным данным, в нашем случае, согласно полученным результатам, на тихоокеанском побережье в мае–июне в уловах доминировали навага и камбалы, а на охотоморском — камбалы, азиатская корюшка, навага и кунджа.

Особо хотелось бы обратить внимание на несколько случаев поимки представителя семейства Камбаловых (рис. 2), идентифицированного по каталогу (Amaoka et al., 1995) как вераспер изменчивый, или пятнистый палтус *Verasper variegatus* (Temminck & Schlegel, 1846).

Таблица 1. Видовой состав и структура промысловых уловов малых ставных неводов в прибрежной зоне о. Кунашир в мае–июне 2021–2023 гг.
Table 1. Species composition and structure of commercial catches of small-sized fixed net s in the coastal zone of Kunashir Island in May–June 2021–2023

№	Таксон Taxon	Район в устье р. Серноводки (тихоокеанская сторона)* In vicinity of the Sernovod- ka River mouth (Pacific Ocean side)*				Бухты Южно-Курильская и Головинна (тихоокеан- ская сторона) Yuzhno-Kuril'skaya and Go- lovnin Bays (Pacific Ocean side)				Бухта Первухина (охото- морская сторона) Pervukhina Bay ((side of the Sea of Okhotsk)			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Семейство Raidae													
1	<i>Bathyraja</i> sp.	–	–	–	–	–	–	–	–	41,7	0,35	1,48	1,467
Семейство Clupidae													
2	<i>Clupea pallasii</i>	47,06	2,51	2,52	0,186	27,3	0,08	0,05	0,153	50,0	32,14	17,99	0,195
Семейство Cyprinidae													
3	<i>Tribolodon</i> sp.	5,882	0,01	0,02	0,25	–	–	–	–	–	–	–	–
Семейство Osmeridae													
4	<i>Hypomesus japonicus</i>	11,76	0,07	0,03	0,073	18,2	0,10	0,04	0,089	–	–	–	–
5	<i>Osmerus dentex</i>	58,82	7,43	4,07	0,101	45,5	1,21	0,74	0,146	25,0	0,59	0,20	0,119
Семейство Salmonidae													
6	<i>Salvelinus leucomaenis</i>	58,82	0,42	1,18	0,52	90,9	0,98	2,29	0,559	75,0	10,42	19,69	0,592
Семейство Gadidae													
7	<i>Eleginus gracilis</i>	94,12	86,89	86,54	0,184	90,9	92,38	84,73	0,219	75,0	25,44	19,74	0,243
8	<i>Gadus macrocephalus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	75,0	2,74	3,94	1,270
Семейство Anarhichadidae													
9	<i>Anarhichas orientalis</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	8,3	+	+	3,951
Семейство Hexagrammidae													
10	<i>Hexagrammos lagocephalus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	8,3	0,01	0,01	0,800
11	<i>H. stelleri</i>	11,8	+	+	0,115	9,1	+	+	0,120	8,3	+	+	0,132
12	<i>H. octogrammus</i>	5,9	+	+	0,151	–	–	–	–	–	–	–	–
13	<i>Pleurogrammus azonus</i>	11,76	0,08	0,09	0,2	36,4	0,43	0,39	0,217	50,0	0,44	0,59	0,464
Семейство Cottidae													
14	<i>Enophrys diceraus</i>	–	–	–	–	9,1	0,02	0,02	0,220	–	–	–	–
15	<i>Gymnocanthus detrisus</i>	23,5	+	+	–	–	–	–	–	–	–	–	–
16	<i>G. herzensteini</i>	–	–	–	–	9,1	+	+	0,210	–	–	–	–
17	<i>Myoxocephalus stelleri</i>	17,6	+	+	0,680	18,2	+	+	0,610	58,3	0,15	0,23	0,540
18	<i>M. jaok</i>	11,8	+	+	0,442	9,1	+	+	0,595	16,7	0,05	0,10	0,733
Семейство Agonidae													
19	<i>Ocella dodecaedron</i>	11,8	+	+	0,045	9,1	+	+	0,045	8,3	+	+	0,045
Семейство Sebastidae													
20	<i>S. trivittatus</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	8,3	+	+	0,700
Семейство Stichaeidae													
21	<i>Ascoldia knipovitschi</i>	–	–	–	–	9,1	+	+	0,254	–	–	–	–
Семейство Pleuronectidae													
22	<i>Cleisthenes herzensteini</i>	17,7	+	0,01	0,250	–	–	–	–	33,3	0,31	0,20	0,225
23	<i>Glyptosephalus stelleri</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	33,3	0,15	0,18	0,410
24	<i>Lepidopsetta mochigarei</i>	11,8	+	0,01	0,270	–	–	–	–	33,3	2,29	1,96	0,298
25	<i>Limanda aspera</i>	17,7	0,06	0,08	0,261	9,1	+	+	0,235	33,3	0,77	0,45	0,205
26	<i>Myzopsetta punctatissima</i>	23,5	0,19	0,18	0,175	–	–	–	–	–	–	–	–
27	<i>Platichthys stellatus</i>	82,3	0,55	1,11	0,377	100,0	2,23	3,85	0,412	41,7	3,80	4,30	0,394
28	<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i>	17,7	+	0,01	0,532	–	–	–	–	33,3	0,16	0,17	0,380
29	<i>P. schrenki</i>	100,0	1,77	4,14	0,433	100,0	2,58	7,88	0,728	100,0	20,21	28,70	0,460
30	<i>Verasper variegatus</i>	17,7	+	0,01	1,461	18,2	+	0,01	1,700	8,3	0,00	0,01	1,792

Примечание: 1 — встречаемость (%), 2 — доля в уловах от общей численности (%), 3 — доля в уловах от общей массы (%), 4 — средняя масса в уловах (кг), «+» — доля в уловах менее 0,01%, «*» — расположение участков лова (см. рис. 1).
Note: 1 — occurrence (%), 2 — percent in total fish number in the catches (%), 3 — percent in total fish weight in the catches (%), 4 — average weight in the catches (kg), «+» — percent in the catches less than 0.01%, «*» — location of fishing sites (see Fig. 1).



Рис. 2. Внешний вид *Verasper variegatus* из уловов малыми ставными неводами в мае 2023 г. Самка, $L = 64,1$ см, $M = 3,495$ кг
 Fig. 2. View of *Verasper variegatus* from the small-sized fixed net catches in May 2023. Female, $L = 64.1$ cm, $M = 3.495$ kg

Этот вид широко распространен в Восточно-Китайском, Желтом и Японском морях, у восточного и западного побережья Японии и Корейского полуострова (Tomiyama et al., 2021). Однако в российских водах, в том числе у Южных Курил, он считается редким (Парин и др., 2014). По крайней мере, фактического подтверждения случаев его поимки в уловах донных траловых съемок в районе Малой Курильской гряды в современных публикациях обнаружить не удалось (Борец, 1997; Ким, Бирюков, 2009; Золотов, Дубинина, 2017).

Пятнистый вераспер обитает в основном на песчаных и илистых грунтах в прибрежных водах. Молодь использует мелководные участки

в качестве мест для оседания, включая эстуарные приливные отмели и солоноватые бухты. Нерест происходит в прибрежных водах и на внешнем континентальном шельфе (Парин и др., 2014; Tomiyama et al., 2021).

По результатам анализа видового состава промысловых уловов в 2021–2023 гг., было проанализировано 15 особей вераспера изменчивого. Один был пойман малыми ставными неводами в 2021 г., два — в 2022 г., а в 2023 г. — 10 экз. было отмечено в уловах каравок, а два — в снюрреводных. В 2023 г. этот вид облавливался каравками как с тихоокеанской, так и с охотморской стороны. Причем в первом случае его встречаемость была достаточно высока — на

уровне 18%. В основном все уловы отмечались во второй декаде мая.

В уловах были отмечены особи пятнистого вераспера длиной от 31 до 67,5 см и массой от 372 до 3790 г. Встречались как половозрелые (66,7%), так и неполовозрелые самцы и самки. У половозрелых рыб гонады находились на стадии II–III (68,9%) и VI–II (31,1%) и восстанавливались после нереста.

В качестве возможного объяснения данного феномена можно высказать следующие предположения. Во-первых, после значительного снижения запасов вераспера в прибрежных Японии водах в 1980–1990 годы, в стране действует масштабная программа по искусственному восстановлению его численности на основе инкубирования икры и выпуска молоди. В том числе эти мероприятия осуществляются на северном побережье о. Хоккайдо (Tomiyama et al., 2021). Таким образом, вполне вероятно, что численность вида несколько увеличилась, и его особи могли частично распространиться в прилежащие районы, в том числе и в шельфовую зону о. Кунашир.

Во-вторых, миграции пятнистого палтуса в район Южных Курил могли быть обусловлены более общими процессами распространения представителей ихтиофауны южных широт в воды Южного Сахалина и Курильских островов, связанные с изменениями климато-океанологических условий в начале 2000-х годов в сторону потепления (Токранов, Орлов, 2015; Великанов и др., 2016; Дылдин, Орлов, 2018). Либо оба этих фактора могли действовать однопольно.

Резюмируя, можно заключить, что поскольку каравки являются пассивным орудием лова, состав и структура их уловов в мае–июне действительно в первую очередь определяются сезонными миграциями видов, смещающихся в прибрежную зону для размножения и нагула. Это весенненерестующие виды камбал (Шренка, звездчатая и длиннорылая), а также сельдь, азиатская корюшка, нагуливающаяся в эстуарных зонах навага и проходная кунджа. В этом отношении интересно сравнить видовой состав уловов каравками со структурой снюрреводных уловов судов, осуществлявших промысел на тихоокеанском шельфе о. Кунашир (табл. 2).

Как можно видеть (см. рис. 1), суда ООО «Южно-Курильский рыбокомбинат» производили заметы на участке, расположенном несколько северо-восточнее бухт Южно-Курильская и Головнина, т. е. приближенно в том же

районе, но на глубинах от 50 до 80 м, однако видовой состав и структура уловов отличались довольно значительно.

В целом, в снюрреводных уловах было отмечено 32 вида рыб из 10 семейств. При этом существенно расширилось представительство семейства Камбаловых — до 14 видов (43,8%), среди которых, помимо типично шельфовых обитателей, встречались и более глубоководные виды: малороты Стеллера — *Glyptosephalus stelleri* и беззубый *Microstomus achne*, бородавчатая камбала *Clidoderma asperrimum* и южная палтусовидная *Hippoglossoides dubius*, а также два вида палтусов. Представители Рогатковых насчитывали 6 видов (18,8%), Тресковых — 3 вида (9,4%), а остальные семейства были представлены одним–двумя видами рыб.

Вместо наваги, преобладавшей в прибрежье, доминирующее положение по вкладу в ихтиомассу уловов занимали два других вида Тресковых — минтай и тихоокеанская треска, на долю которых суммарно приходилось от 62,1% в апреле до 76,3% в мае и до 92,4% в июне. При этом от апреля к июню доля наваги и минтая в уловах снижалась, а трески — увеличивалась.

Среди Камбаловых наиболее распространенным и многочисленным видом была южная двухлинейная камбала, доля которой по массе от апреля к июню последовательно сокращалась от 18,2 до 1,9%.

В целом же на долю семи массовых объектов промысла (навага, кунджа, тихоокеанская сельдь, звездчатая камбала, камбала Шренка, азиатская корюшка, южный одноперый терпуг), составлявших основу уловов малыми ставными неводами в прибрежной зоне, в уловах снюрреводом приходилось около 8,5%, 5,1% — в мае, и лишь 0,3% — в июне.

Коротко охарактеризуем биологическое состояние прибрежного лова каравками в мае–июне, оцененного на основе наблюдений в 2021–2023 гг.

Дальневосточная навага. Особенности современного распределения, биологического состояния и промысла наваги Южных Курил, в том числе динамика размерного состава при ее добыче малыми ставными неводами, достаточно подробно рассмотрены в сводке Э.Р. Ившинной и А.В. Метленкова (2022). Можно лишь обратить внимание, что в уловах каравок на четырех участках ее промысла в прибрежной зоне о. Кунашир существенных различий в размерном составе не наблюдалось (рис. 3А). В уловах

отмечались особи длиной от 15 до 43 см длиной и массой от 29 до 541 г.

Средняя длина наваги по участкам варьировала в пределах 27,9–30,0 см, масса — 148–188 г. Основу уловов формировали особи двух

размерных групп, 18–26 и 28–36 см, которые, по всей видимости, могут быть ассоциированы с 2- и 3-годовиками. На долю этих групп приходилось от 91,1 до 97,5% от общей численности уловов.

Таблица 2. Видовой состав и структура промысловых снюрреводных уловов на тихоокеанском шельфе о. Кунашир* в апреле–июне 2021–2023 гг.
Table 2. Species composition and structure of commercial Danish seine catches on the Pacific shelf of Kunashir Island* in April–June 2021–2023

№	Таксон Taxon	Апрель/April				Май/May				Июнь/June			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Семейство Raidae													
1	<i>Bathyraja</i> sp.	–	–	–	–	58,8	0,52	0,97	1,221	75,0	1,17	1,49	1,145
Семейство Clupidae													
2	<i>Clupea pallasii</i>	50,0	+	+	0,255	23,5	0,49	0,11	0,143	25,0	0,15	0,03	0,163
Семейство Osmeridae													
3	<i>Osmerus dentex</i>	50,0	1,44	0,50	0,165	11,8	0,61	0,12	0,131	–	–	–	–
Семейство Salmonidae													
4	<i>Salvelinus leucomaenis</i>	–	–	–	–	17,6	0,90	0,20	0,148	–	–	–	–
Семейство Gadidae													
5	<i>Eleginus gracilis</i>	100,0	19,06	7,99	0,201	35,3	1,79	0,55	0,201	50,0	1,13	0,30	0,241
6	<i>Gadus macrocephalus</i>	100,0	14,58	28,30	0,931	94,1	21,10	41,41	1,291	100,0	48,23	62,92	1,167
7	<i>Theragra chalcogramma</i>	100,0	25,08	33,76	0,645	94,1	40,39	34,87	0,568	100,0	38,89	29,46	0,678
Семейство Hexagrammidae													
8	<i>Hexagrammos lagocephalus</i>	–	–	–	–	11,8	0,21	0,20	0,625	–	–	–	–
9	<i>Pleurogrammus azonus</i>	100,0	19,37	11,64	0,288	58,8	2,97	1,15	0,254	–	–	–	–
Семейство Cottidae													
10	<i>Enophrys dicerca</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	50,0	0,19	0,05	0,248
11	<i>Gymnocanthus detrisus</i>	–	–	–	–	47,1	1,19	0,62	0,343	75,0	1,34	0,79	0,529
12	<i>G. herzensteini</i>	–	–	–	–	58,8	1,39	0,87	0,412	75,0	1,36	0,54	0,353
13	<i>Myoxocephalus stelleri</i>	–	–	–	–	–	–	–	–	25,0	0,12	0,12	0,949
14	<i>M. jaok</i>	–	–	–	–	5,9	0,04	0,20	3,105	25,0	0,07	0,37	4,592
15	<i>Triglops scepticus</i>	–	–	–	–	5,9	0,31	0,02	0,040	–	–	–	–
Семейство Agonidae													
16	<i>Podotecus sachi</i>	–	–	–	–	5,9	+	+	0,100	–	–	–	–
Семейство Sebastidae													
17	<i>Sebastes glaucus</i>	–	–	–	–	11,8	0,04	0,05	0,899	25,0	0,03	0,05	1,579
18	<i>S. trivittatus</i>	–	–	–	–	5,9	+	+	1,300	–	–	–	–
Семейство Pleuronectidae													
19	<i>Atheresthes evermanni</i>	–	–	–	–	41,2	0,45	0,55	0,796	–	–	–	–
20	<i>Cleisthenes herzensteini</i>	50,0	1,93	1,87	0,465	23,5	2,70	1,10	0,267	–	–	–	–
21	<i>Clidoderma asperrimum</i>	100,0	4,07	2,73	0,322	23,5	0,54	0,16	0,194	25,0	0,06	0,02	0,341
22	<i>Glyptosephalus stelleri</i>	–	–	–	–	82,4	4,56	2,73	0,393	100,0	3,25	1,74	0,479
23	<i>Hippoglossoides dubius</i>	–	–	–	–	5,9	0,01	0,00	0,415	–	–	–	–
24	<i>Hippoglossus stenolepis</i>	50,0	0,24	0,31	0,622	41,2	0,43	0,71	1,096	25,0	0,12	0,20	1,500
25	<i>Lepidopsetta mochigarei</i>	100,0	13,33	12,17	0,438	100,0	10,36	8,10	0,514	100,0	3,89	1,91	0,439
26	<i>Microstomus achne</i>	–	–	–	–	17,6	0,04	0,09	1,293	–	–	–	–
27	<i>Myzopsetta punctatissima</i>	–	–	–	–	11,8	2,01	0,56	0,184	–	–	–	–
28	<i>Platichthys stellatus</i>	–	–	–	–	5,9	2,16	1,54	0,470	–	–	–	–
29	<i>Pleuronectes quadrutuberculatus</i>	–	–	–	–	5,9	0,01	0,00	0,250	–	–	–	–
30	<i>Pseudopleuronectes herzensteini</i>	100,0	0,90	0,73	0,391	29,4	0,82	0,54	0,430	–	–	–	–
31	<i>Pseudopleuronectes schrenki</i>	–	–	–	–	23,5	3,95	2,58	0,430	–	–	–	–
32	<i>Verasper variegatus</i>	–	–	–	–	17,6	+	0,01	3,666	–	–	–	–

Примечание: 1 — встречаемость (%), 2 — доля в уловах от общей численности (%), 3 — доля в уловах от общей массы (%), 4 — средняя масса в уловах (кг), «+» — доля в уловах менее 0,01%, «*» — расположение района лова см. рис. 1
Note: 1 — occurrence (%), 2 — percent in total fish number in the catches (%), 3 — percent in total fish weight in the catches (%), 4 — average weight in the catches (kg), «+» — percent in the catches less than 0.01%, «*» — location of fishing sites see Fig. 1

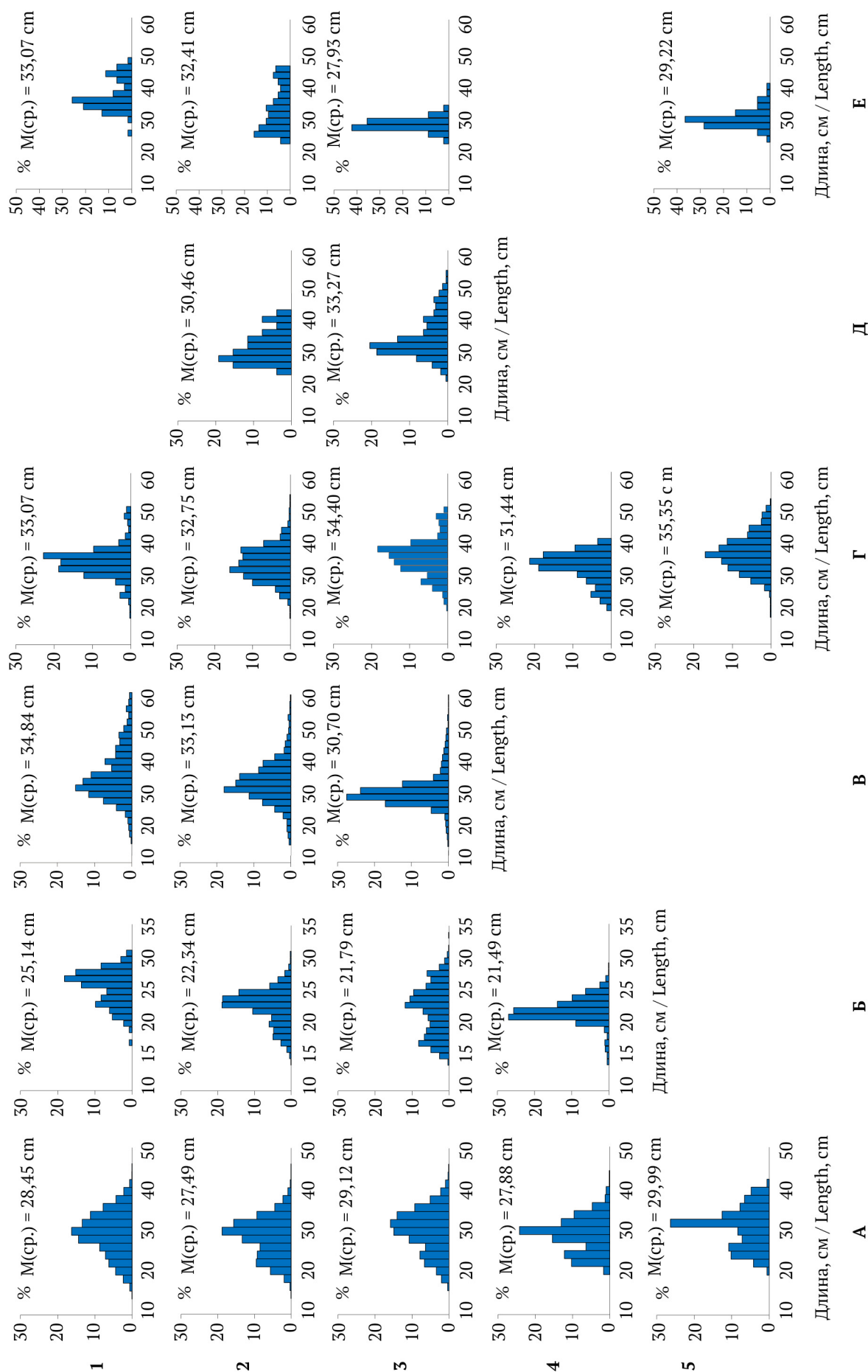


Рис. 3. Размерный состав морских видов рыб из уловов в прибрежной зоне о. Кунашир. 1 — каравки в р-не бухты Первухина, охотоморское побережье (см. рис. 1); 2 — в устье р. Серноводки; 3 — в бухтах Южно-Курильская и Головинна; 4 — тихоокеанское побережье м. Петрова; 5 — из уловов снюрреводами: А — навага, Б — азиатская корюшка, В — кунджа, Г — камбала Шренка, Д — звездчатая камбала, Е — южный одноперый терпуг. Указана средняя длина рыб в уловах

Fig. 3. Size composition of marine fish species from catches in the coastal zone of Kunashir Island. 1 — karavki (fixed nets) in the area of Pervukhina Bay, coast of the Sea of Okhotsk (see Fig. 1); 2 — in the Sernovodka River mouth; 3 — in Yuzhno-Kuril'skaya and Golovinn Bays; 4 — Pacific Ocean coast of Petrov Bay; 5 — from the Danish seine catches: А — saffron cod, Б — toothed smelt, В — whitespotted char, Г — cresthead flounder, Д — starry flounder, Е — arabesque greenling. The average length of fish in catches is given

Азиатская зубастая корюшка. В уловах отмечены особи длиной от 14 до 31 см и массой от 23 до 206 г (рис. 3Б). Средняя длина рыб в уловах на участках тихоокеанского побережья о. Кунашир варьировала в пределах 21,5–22,3 см, средняя масса — 75–84 г. И лишь на охотоморском побережье каравками облавливались более крупные особи. В данном районе средний размер корюшки составлял 25,1 см, средняя масса — 116 г. При этом в первом случае основу уловов составляли особи длиной 21–25 см, на долю которых, в зависимости от участка промысла, приходилось от 45 до 83% по численности. Во втором доминировали рыбы длиной от 25 до 28 см, чей вклад достигал 62%.

Около 81% самцов и самок азиатской корюшки в мае–июне были половозрелыми и имели гонады на преднерестовых и нерестовых стадиях зрелости.

Кунджа. Как и у наваги, не наблюдалось заметных различий в размерном составе кунджи из уловов каравок на тихоокеанском и охотоморском побережье острова (рис. 3В). В уловах отмечены особи длиной от 16 до 60 см и массой от 37 до 1792 г. Доминировали рыбы размером от 28 до 36 см, на долю которых приходилось от 57 до 83% уловов от общей численности.

Средняя длина кунджи по участкам варьировала в пределах 30,7–34,8 см, масса — 249–362 г. Основная часть самцов и самок в мае–июне имели гонады на II и II–III стадиях зрелости.

Камбала Шренка. В промысловых уловах малых ставных неводов и снюрреводов отмечены особи длиной от 18 до 52 см и массой от 66 до 2082 г (рис. 3Г). Основу уловов составляли рыбы размером 28–38 см, на долю которых приходилось от 68 до 86% от общей численности. Средняя длина, в зависимости от района промысла, варьировала в пределах 31,4–35,4 см, средняя масса — от 400 до 583 см.

Доля неполовозрелых рыб составляла около 19%, гонады половозрелых особей находились в преднерестовом (18%; стадии III и IV), нерестовом (4%; стадия V) и постнерестовом (59%; стадии VI, VI–II и II) состоянии, из чего можно сделать вывод, что основной нерест этого вида в прибрежной зоне о. Кунашир во второй половине мая – первой половине июня уже заканчивается.

Звездчатая камбала. Данные по размерному составу звездчатой камбалы имеются лишь с двух участков промысла с тихоокеанской стороны о. Кунашир (рис. 3Д). В уловах отмечены особи длиной от 23 до 49 см и массой от 116 до 1250 г. Основу уловов формировали рыбы длиной 26–34 см, на долю которых приходилось от

65 до 73% по численности. Средняя длина звездчатой камбалы по участкам составляла 30,5–33,0 см, средняя масса — 352–445 г.

Около 15% особей были неполовозрелыми. Гонады остальных самцов и самок находились в постнерестовом состоянии и на стадиях восстановления, что свидетельствует о том, что в мае размножение звездчатой камбалы у Южных Курил уже завершается.

Южный одноперый терпуг. В уловах каравок, устанавливаемых в бухтах, прилегающих к акватории пгт Южно-Курильск, и при снюрреводном промысле на тихоокеанском шельфе о. Кунашир в основном облавливались особи длиной от 23 до 39 см и массой от 105 до 782 г (рис. 3Е). Средняя длина рыб в уловах составляла 27,9–29,2 см, средняя масса — 220–260 г.

В устье р. Серноводки и с охотоморской стороны острова размерный состав терпуга в уловах малых ставных неводов был более растянут. На этих участках облавливались особи длиной от 24 до 48 см, а основной вклад в уловы обеспечивали рыбы размером от 26 до 36 см, на долю которых в первом случае приходилось 67%, а во втором — 60% от общей численности. Средняя длина составляла 32,4 и 36,2 см, средняя масса — 387 и 590 г соответственно.

Тихоокеанская сельдь. Подробно особенности динамики размерного состава тихоокеанской сельди при промысле морских рыб малыми ставными неводами в прибрежной зоне о. Кунашир представлены в двух современных публикациях (Перов, 2021; Золотов и др., 2022) и здесь отдельно не рассматриваются.

Промысел

Переходя к анализу промысла, следует отметить, что рассматриваемый десятилетний период, видимо, не является достаточным сроком, чтобы выявить все особенности, особенно в плане возможной связи динамики годового вылова отдельных ВБР и их запасов, однако основные черты выделить можно.

Суммарные годовые уловы каравками в весенне-летний период 2014–2023 гг. оценивались от 80 т в 2014 г. до 990 т, хотя, возможно, в силу определенных причин данные за 2014 г. не были полными (Отчет о результатах..., 2014). Среднегодовой вылов за указанный период составил 584 т (рис. 4).

Основными районами лова на тихоокеанском побережье был участок в устье р. Серноводки и акватория бухт Южно-Курильской и Головинина, прилегающая к пгт Южно-Курильск.

А на охотоморской стороне о. Кунашир — участок, захватывающий б. Первухина, недалеко от п. Третьяково. Промысел на этих трех участках осуществлялся ежегодно (см. рис. 1). Кроме этого, в 2015–2018 гг. каравки также устанавливались на участке к северо-востоку от пгт Южно-Курильск у м. Петрова и в заливе Измены. Однако существенного повышения эффективности промысла и роста годового вылова в эти годы не наблюдалось, и начиная с 2019 г., лов вновь осуществлялся лишь на трех «основных» участках.

В среднем до 38,6% годовых уловов малыми ставными неводами добывалось в бухтах Южно-Курильской и Головнина (рис. 4), около 33% — в устье р. Серноводки, и приблизительно 16,8% — на охотоморском побережье о. Кунашир. Остальные 11,6% приходились на ограниченный период лова в 2015–2018 гг. на двух оставшихся участках.

Самый ранний срок выставления каравок и начала лова — 13 февраля — был зафиксирован в 2018 г. в бухте Южно-Курильской. Самое позднее завершение промысла отмечено 1 августа в том же году и районе. Таким образом, потенциальная продолжительность сезона лова данным орудием лова в весенне-летний сезон составляет 5–5,5 месяцев.

Однако на практике оптимальные сроки начала промысла в конкретном году определяются погодными и гидрологическими условиями, а также состоянием запасов основных объектов промысла. В основном эти три фактора и влияют на сроки начала их миграций в прибрежную зону для размножения и нагула. Поэтому наиболее эффективный лов протекает приблизительно с последней декады апреля до первой декады июня (рис. 5).

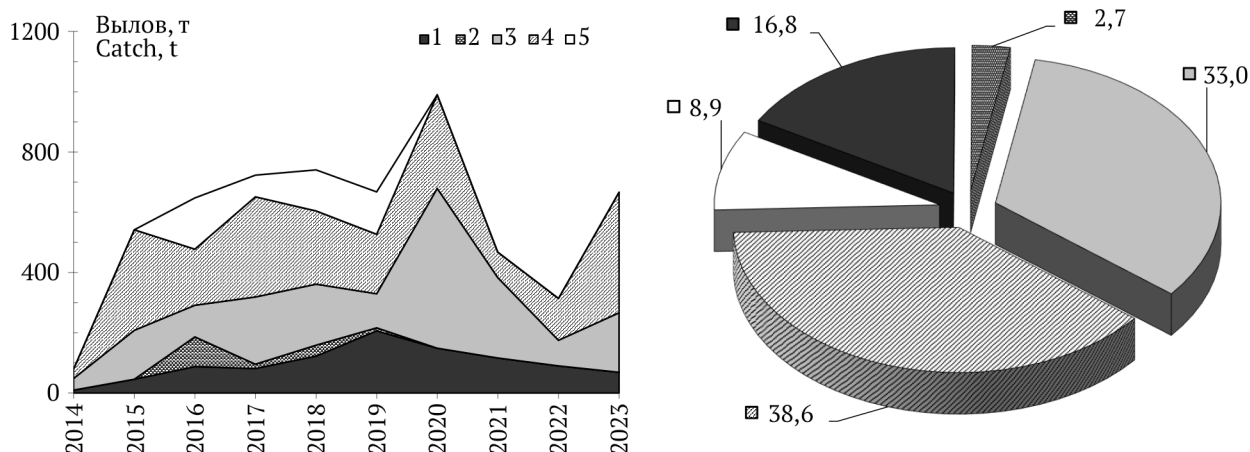


Рис. 4. Динамика годовых уловов малыми ставными неводами в прибрежной зоне о. Кунашир в 2014–2023 гг. по районам промысла (слева) и средняя доля участков промысла в годовом вылове (справа). Расположение участков лова — см. рис. 1
Fig. 4. Dynamics of annual catches by small-sized fixed nets in the coastal zone of Kunashir Island in 2014–2023 by fishing area (left) and the average contribution of fishing sites into the annual catch (right). Location of fishing sites — see Fig. 1

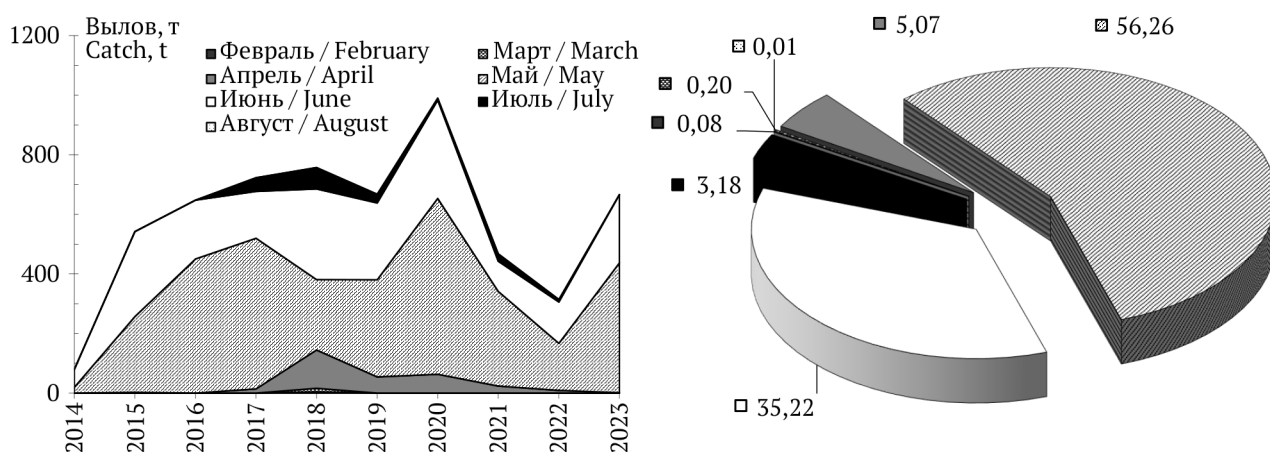


Рис. 5. Динамика годовых уловов малыми ставными неводами в прибрежной зоне о. Кунашир в 2014–2023 гг. по месяцам (слева) и средняя доля вылова по месяцам (справа)
Fig. 5. Dynamics of annual catches by small-sized fixed nets in the coastal zone of Kunashir Island in 2014–2023 by months (left) and the average percent of the catch by months (right)

Так, лишь 5,1% от годового вылова в 2014–2023 гг. осваивалось в апреле, более половины (56,3%) приходилось на май, 35,2% — на июнь, и не более 3,2% добывали в июле. Уловы в феврале, марте и августе были минимальны.

Количество суток промысла за сезон, которое оценивали как число дней, когда осуществлялась сдача уловов на завод, как правило, в большей степени определяется погодными условиями в конкретном году, величиной подходов рыб в прибрежную зону и числом промысловых бригад. Наименьшее суммарное число промысловых дней наблюдалось в 2014 г. (40), наибольшее — в 2018 г. (202), а в среднем бригады отрабатывали за сезон на промысле около 112 суток. Улов на одни сутки промысла (улов на промысловое усилие — CPUE (от англ. catch per unit effort)) — варьировал от 2,0 т в 2014 г. до 7,9 т в 2023 г., и в среднем, без разделения по участкам, оценивался на уровне 5,2 т в год.

Как уже отмечалось выше, поскольку малые ставные невода по способу облова ВБР относятся к пассивным орудиям, состав их уловов главным образом определяется миграциями видов, смещающихся в весенний период в сублиторальную зону для размножения и нагула. В этой связи весьма примечательно, что состав уловов по данным статистики вылова, полученной с перерабатывающего завода, хорошо соответствует результатам анализа видового состава уловов, представленного в первой части данного раздела (см. табл. 1).

Безусловным лидером и основным промысловым объектом при организации лова став-

ными неводами в прибрежной зоне о. Кунашир являлась дальневосточная навага (рис. 6). Ее доля в суммарном годовом вылове варьировала от 58,2% в 2018 г. до 93,8% в 2016 г. и в среднем за десятилетний период наблюдений составила 75,1%. В метрическом выражении ее минимальный годовой вылов оценивался в 2014 г. на уровне 48 т, а максимальный в 2020 г. достигал 700 т. В среднем в 2014–2023 гг. в прибрежной зоне о. Кунашир малыми ставными неводами вылавливали около 440 т наваги.

Вторым по значимости промысловым объектом были дальневосточные камбалы, на долю которых приходилось около 15% от годового вылова, или около 87 т в среднем. При этом минимальные уловы наблюдались в 2016 г. — около 17 т (2,5%), а максимальные — в 2019 г., когда в весенне-летний сезон было добыто 177 т (26,5%).

Современный прибрежный промысел сельди на Южных Курилах получил свое развитие лишь в 2018 г., что связывают с началом восстановления запасов сахалино-хоккайдской сельди (Перов, 2021; Золотов и др., 2022). Уловы каравками у о. Кунашир были значительными в 2018 г. (135 т, 18,3% от суммарного годового вылова) и в 2020 г. (72 т, 7,3%). Однако в целом ее добыча малыми ставными неводами в период весенних подходов в прибрежную зону острова пока носит нестабильный характер. Вероятно, это обусловлено тем, что нерестовый ареал сахалино-хоккайдской сельди в данном районе только восстанавливается. Тем не менее в среднем на долю тихоокеанской сельди в

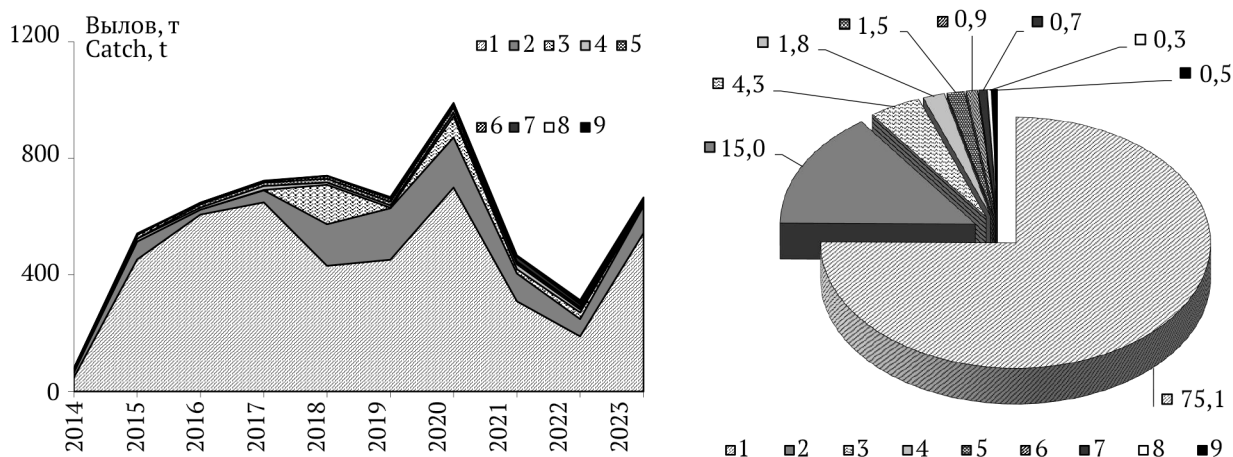


Рис. 6. Динамика годовых уловов малыми ставными неводами в прибрежной зоне о. Кунашир в 2014–2023 гг. по видам ВБР (слева) и их средняя доля в годовом вылове (справа). 1 — навага, 2 — камбалы, 3 — сельдь, 4 — кунджа; 5 — зубастая корюшка, 6 — малоротая корюшка, 7 — треска, 8 — терпуг, 9 — прочие суммарно (анчоусы, бычки, скаты, краснопёрки, осьминоги)
Fig. 6. Dynamics of annual catches by small-sized fixed nets in the coastal zone of Kunashir Island in 2014–2023 by species of aquatic biological resources (left) and their average percent in the annual catch (right). 1 – saffron cod, 2 – flatfish, 3 – herring, 4 – whitespotted char; 5 – toothed smelt, 6 – Shishamo smelt, 7 – cod, 8 – greenling, 9 – other total (anchovies, sculpins, skates, redfins, octopus)

2014–2023 гг. приходилось около 4,5% от суммарных годовых уловов бригадами прибрежного лова.

На долю трех перечисленных выше видов (или группы видов) приходилось около 94,4% от суммарного годового вылова каравками. Остальные можно считать объектами прилова, при этом в среднем в год добывали около 10,5 т кунджи (1,8%), 8,5 т — азиатской зубастой корюшки (1,5%), 5,3 — малоротой корюшки (0,9%), а прилов остальных видов ВБР почти целиком обеспечивался за счет охотоморского участка.

Распределение основных объектов лова по районам было неравномерным и в целом, как уже отмечалось, соответствовало выявленным при анализе видового состава уловов закономерностям (рис. 7). На тихоокеанском побережье в уловах тотально доминировала навага. Ее вклад был максимальным при промысле в устье р. Серноводки (85,3%) и постепенно уменьшался при перемещении по направлению от тихоокеанских участков к охотоморскому, где ее доля была минимальной (42,2%).

Изменение вклада дальневосточных камбал в уловы носило обратный характер: их доля в районе устья р. Серноводки была минимальной

(3,9%) и постепенно повышалась по направлению к проливам Кунаширскому и Екатерины, и была максимальной на охотоморском побережье в районе бухты Первухина (44,1%).

Распределение доли в уловах для тихоокеанской сельди совпадало с основным направлением ее преднерестовых миграций от мест зимовки в восточной стороне глубоководного каньона, примыкающего к Кунаширскому проливу у западного побережья о. Кунашир (Золотов и др., 2022). Ее вклад в уловы был максимальным в зал. Измены (13,4%) и постепенно уменьшался от 5,4% в устье р. Серноводки до 4,8% в Южно-Курильской бухте, и до 0,8% — у м. Петрова.

Вклад азиатской зубастой корюшки был наиболее заметным с тихоокеанской стороны острова, а максимальным — в устье р. Серноводки (3,6%). Для кунджи картина была обратной, и ее доля достигала наибольших значений на охотоморском побережье о. Кунашир в бухте Первухина (3,5%).

Основные объекты прилова, такие как треска, терпуг, скаты и некоторые другие, являясь более глубоководными видами, были наиболее многочисленными на охотоморском участке.

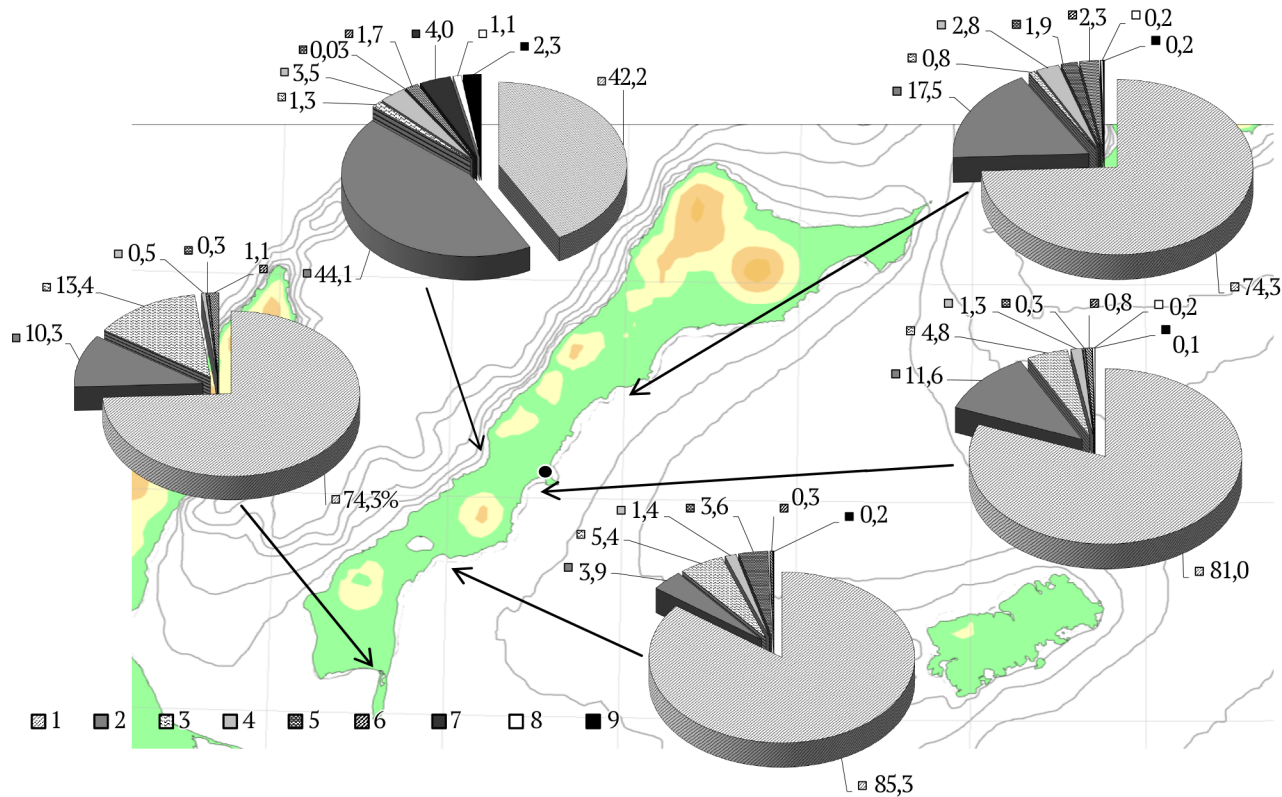


Рис. 7. Состав промысловых уловов каравками в прибрежной зоне о. Кунашир в 2014–2023 гг. (в % от годового вылова). 1 — навага, 2 — камбалы, 3 — сельдь, 4 — кунджа; 5 — зубастая корюшка, 6 — малоротая корюшка, 7 — треска, 8 — терпуг, 9 — прочие суммарно (анчоусы, бычки, скаты, красноперки, осьминоги)
Fig. 7. Composition of the karavki commercial catches in the coastal zone of Kunashir Island in 2014–2023 (% in the annual catch). 1 — saffron cod, 2 — flatfish, 3 — herring, 4 — whitespotted char; 5 — toothed smelt, 6 — Shishamo smelt, 7 — cod, 8 — greenling, 9 — other total (anchovies, sculpins, skates, redfins, octopus)

Последнее, вероятно, обусловлено особенностями строения дна в данном районе, в частности резким свалом глубин и узостью сублиторали, что должно облегчать проникновение типично шельфовых видов в прибрежную зону.

В заключение коротко коснемся межгодовой динамики уловов на усилие (CPUE) для основных промысловых видов, поскольку по ней косвенно можно судить о тенденциях в изменениях их численности (рис. 8).

Как можно видеть, уловы наваги на тихоокеанских участках промысла за последнее десятилетие последовательно увеличивались с 1,5 т в 2014 г. до максимума в 2023 г. на уровне 8,2–10,0 т (рис. 8А). На охотоморском побережье, напротив, за исключением резкого увеличения CPUE до 5,9 т в 2016 г., уровень уловов на усилие был заметно ниже и варьировал в пределах 0,3–2,0 т, с очевидной тенденцией к снижению в последние несколько лет. Возможно, это обусловлено тем, что на охотоморском и тихоокеанском побережье нагуливаются две разные локальные группировки наваги, но скорее связано с неравномерностью условий нагула и смещением основных скоплений на тихоокеанскую сторону острова.

Для дальневосточных камбал можно отметить, что в период с 2015–2016 гг. до 2020 г. наблюдался рост CPUE, а затем либо происходила

стабилизация, как на тихоокеанских участках, либо намечался заметный спад, как на охотоморском побережье (рис. 8Б). В последнем случае изменения были максимально выраженными, так как уловы на усилие выросли от 0,2–0,3 т в середине 2010-х годов до 2,5 т в 2020 г., а к 2023 г. сократились до 1,1 т. Напротив, наиболее незначительными были флуктуации CPUE в устье р. Серноводки, где диапазон колебаний этого показателя в межгодовом аспекте составлял 0,01–0,5 т.

Динамика современного промысла сахалино-хоккайдской сельди каравками в прибрежной зоне о. Кунашир рассмотрена в работе А.О. Золотова с соавторами (2022). Не останавливаясь на этом вопросе подробно, заметим, что в условиях только начавшегося восстановления ее запасов в данном районе, уловы сельди на усилие по участкам промысла (рис. 8В) были невысокими, и их динамика не отличалась стабильностью. Хотя, как известно, при высоком уровне запасов в 1930-е годы среднегодовой вылов сельди на о. Кунашир составлял около 3,5 тыс. т (Перов, 2021).

Промысел кунджи на всех участках характеризовался низким уровнем CPUE в 2015–2018 гг. с постепенным ростом до значений 0,15–0,25 т в сутки в 2021–2022 гг. и снижением к 2023 г.

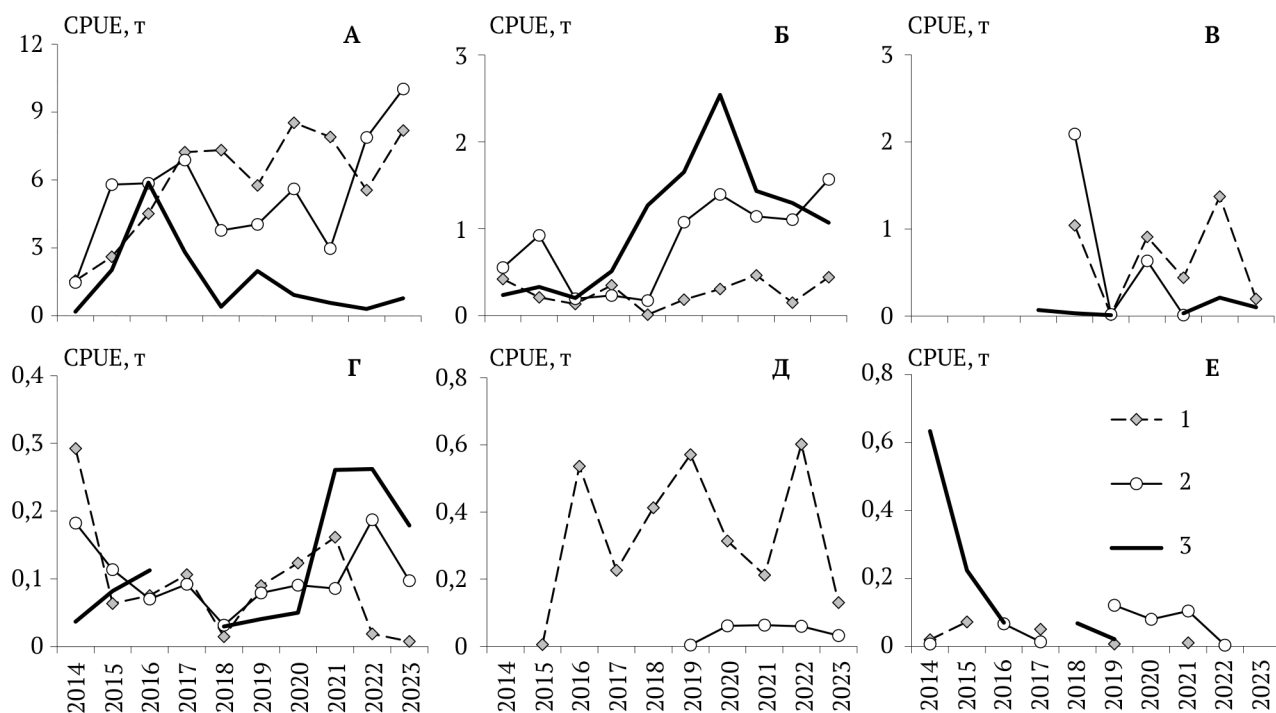


Рис. 8. Динамика уловов на сутки промысла малыми ставными неводами в прибрежной зоне о. Кунашир (CPUE). 1 — устье р. Серноводки, 2 — бухты Южно-Курильская и Головинина, 3 — охотоморский участок, бухта Первухина. А — навага, Б — дальневосточные камбалы, В — сельдь, Г — кунджа, Д — азиатская зубастая корюшка, Е — малоротая корюшка
Fig. 8. Diurnal catch dynamics by small-sized fixed nets in the coastal zone of Kunashir Island (CPUE). 1 — the Sernovodka River mouth, 2 — Yuzhno-Kuril'skaya and Golovnin Bays, 3 — Pervukhina Bay, coast of the Sea of Okhotsk. A — saffron cod, Б — flatfish, В — herring, Г — whitespotted char, Д — toothed smelt, Е — Shishamo smelt

Что касается азиатской зубастой корюшки, то основное промысловое значение в прибрежной зоне о. Кунашир имеет ее группировка, обитающая в районе устья р. Серноводки. Межгодовая динамика СРУЕ в данном районе варьировала в пределах 0,13–0,6 т в сутки, при выраженном чередовании максимумов в 2016, 2019 и 2022 г. и минимумов — в 2015, 2017, 2021 и 2023 г. Пока нет очевидных предположений о возможных причинах, предопределяющих характер такой динамики.

Наконец, лов малоротой корюшки в прибрежной зоне о. Кунашир в 2014–2023 гг., по существу, имел эпизодический характер, и вынести какое-то обоснованное суждение о динамике СРУЕ довольно затруднительно. Можно лишь отметить, что большинство значений данного показателя находились в диапазоне 0,01–0,2 т и, по существу, этот вид добывали лишь в качестве прилова.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сопоставление результатов исследований составов уловов снюрреводами и малыми ставными неводами (каравками) свидетельствует, что структура сообществ рыб верхней сублиторали о. Кунашир в апреле–июне главным образом определяется экологическими особенностями тех видов, биологический цикл которых связан с миграциями на мелководье и в устья рек для размножения и нагула.

В целом в промысловых уловах каравок было отмечено 30 видов рыб из 13 семейств. Наибольшим разнообразием отличались Камбаловые (8 видов; 26,7%), Рогатковые (5 видов; 16,7%) и Терпуговые (4 вида; 13,3%), представители других семейств насчитывали от одного до трех видов.

Наибольшим распространением отличались навага, кунджа, тихоокеанская сельдь, звездчатая камбала и камбала Шренка, азиатская корюшка и южный одноперый терпуг. На их долю видов приходилось от 67,2 и 99,9% от общей массы уловов.

Основу уловов каравками на тихоокеанском побережье составляла навага. Ее доля варьировала от 84,7 до 86,5%. Вклад камбалы Шренка изменялся в пределах 4,1–7,9%, звездчатой камбалы — 1,1–3,9%, кунджи — 1,2–2,3%, зубастой корюшки — 4,1–0,7%. На охотоморском побережье по биомассе доминировала камбала Шренка (28,7%). Вклад наваги снизился до 19,7% и был эквивалентен таковому для кунджи. Доля тихоокеанской сельди составляла 18%.

Видовой состав и структура снюрреводных уловов отличались значительно. В уловах было отмечено 32 вида рыб из 10 семейств. Представительство семейства Камбаловых расширилось до 14 видов (43,8%). Рогатковые насчитывали 6 видов (18,8%), Тресковые — 3 (9,4%).

Доминирующее положение занимали минтай и тихоокеанская треска, на долю которых приходилось от 62,1% в апреле до 76,3% в мае и до 92,4% в июне. От апреля к июню доля наваги и минтая в уловах снижалась, а трески — увеличивалась. Среди Камбаловых наиболее распространенным и многочисленным видом была южная двухлинейная камбала, доля которой по массе от апреля к июню последовательно сокращалась от 18,2 до 1,9%.

В целом на долю семи массовых объектов промысла (навага, кунджа, тихоокеанская сельдь, звездчатая камбала, камбала Шренка, азиатская корюшка, южный одноперый терпуг), составлявших основу уловов каравками, в уловах снюрреводом приходилось около 8,5%; 5,1% — в мае, и лишь 0,3% — в июне.

Исходя из анализа статистики промысла, до 38,6% годовых уловов каравками в 2014–2023 гг. добывалось в бухтах Южно-Курильской и Головинина, 33,0% — в устье р. Серноводки и 16,8% — на охотоморском побережье о. Кунашир. Остальные 11,6% приходились на ограниченный период лова в 2015–2018 гг. на двух второстепенных участках.

Потенциальная продолжительность сезона лова каравками в весенне-летний сезон составляет 5–5,5 месяцев. Около 5,1% от годового вылова в 2014–2023 гг. осваивалось в апреле, 56,3% — в мае, 35,2% — в июне, 3,2% — в июле. Уловы в феврале, марте и августе были минимальны.

Наименьшее число промысловых дней наблюдалось в 2014 г. (40), наибольшее — в 2018 г. (202). В среднем бригады отрабатывали за сезон на промысле около 112 суток. Улов на одни сутки промысла варьировал от 2,0 т в 2014 г. до 7,9 т в 2023 г. и в среднем, без разделения по участкам, оценивался на уровне 5,2 т в год. Среднегодовой вылов в 2014–2023 гг. составил 584 т.

Состав вылова, по данным промысловой статистики, полученным с перерабатывающего завода, хорошо соответствует результатам анализа видового состава уловов по данным научных наблюдений. Основным промысловым объектом являлась дальневосточная навага. Ее доля в суммарном годовом вылове варьировала от 58,2% в 2018 г. до 93,8% в 2016 г. и в среднем составила 75,1%.

Вторыми по значимости были дальневосточные камбалы, на их долю приходилось около 15% от годового вылова. При этом минимальные уловы наблюдались в 2016 г. (2,5%), а максимальные — в 2019 г. (26,5%). Уловы тихоокеанской сельди каравками были значительными в 2018 (18,3%) и в 2020 г. (7,3%). Тем не менее в среднем на ее долю в 2014–2023 гг. приходилось лишь около 4,5% от суммарных годовых уловов бригадами прибрежного лова. На долю трех перечисленных выше видов (или группы видов) приходилось около 94,4% от суммарного годового вылова каравками. Остальные можно считать объектами прилова.

Распределение основных объектов промысла по районам было неравномерным. На тихоокеанском побережье в уловах тотально доминировала навага, также массово присутствовали в уловах сельдь и азиатская зубастая корюшка. На охотоморском участке преобладали дальневосточные камбалы, в несколько меньших количествах облавливались навага и кунджа.

Полученные результаты могут быть использованы при разработке материалов, обосновывающих допустимое изъятие ВБР Южно-Курильской зоны (61.04), в том числе для таких многовидовых промысловых объектов, как дальневосточные камбалы и бычки. А также при планировании экспедиционных исследований (съемок), направленных на оценку запасов методами прямого учета видов с весенним нерестом, таких как тихоокеанская сельдь и корюшки.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: ТИНРО-Центр. 217 с.
- Великанов А.Я., Бирюков И.А., Макеев С.С. 2016. О поимках рыб низких широт у берегов Сахалина летом 2014 г. // *Вопр. ихтиологии*. Т. 56, № 4. С. 492–496.
- Дылдин Ю.В., Орлов А.М. 2018. Теплолюбивые элементы в ихтиофауне южной части о. Сахалин и прилегающих вод Охотского моря в 2000–2017 гг. / *Перспективы рыболовства и аквакультуры в современном мире* : Матер. III Науч. школы молодых ученых и специалистов по рыбному хозяйству и экологии. М.: ВНИРО. С. 83.
- Дьяков Ю.П. 2011. Камбалообразные дальневосточных морей России (организация фауны, сезоны и продолжительность нереста, популяционная структура вида, динамика популяций). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 428 с.
- Живоглядов А.А. 2015. Промысел тихоокеанских лососей на Сахалине: вчера, сегодня, завтра / URL: <http://www.sakhniro.vniro.ru/page/20120801RUZ/> (дата обращения 01.04.2024).
- Золотов А.О., Антонов Н.П., Мазникова О.А. 2020. Ресурсы трески Курильских островов: запасы и современный промысел // *Рыбное хозяйство*. № 4. С. 44–51.
- Золотов А.О., Буслов А.В., Пономарев С.С. 2022. Особенности биологии и перспективы современного промысла тихоокеанской сельди *Clupea Pallasii* на шельфе Южных Курил // *Изв. ТИНРО*. Т. 202, № 2. С. 283–304.
- Золотов А.О., Дубинина А.Ю. 2017. Многолетняя динамика запасов и современный промысел камбал Южных Курильских островов / *Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление* : Сб. матер. Всерос. науч. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию КамчатНИРО (Петропавловск-Камчатский, 3–6 октября 2017 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 62–73.
- Иванов О.А., Суханов В.В. 2002. Структура нектонных сообществ прикурильских вод. Владивосток: ТИНРО-Центр. 154 с.
- Ившина Э.Р., Метленков А.В. 2022. Некоторые данные по промыслу, распределению и размерному составу дальневосточной наваги *Eleginus gracilis* (Tilesius, 1810) у Южных Курильских островов // *Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана*. Вып. 65. С. 26–41.
- Ившина Э.Р., Метленков А.В., Галенко К.Г. 2022. Видовой состав и структура уловов рыб в прибрежной зоне о. Кунашир в мае–июне // *Тр. СахНИРО*. Т. 18. С. 21–45.
- Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. 2000. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор. 166 с.
- Ким Л.Н. 2009. Промысловые рыбы Уссурийского залива (Японское море): состав, биология, современный статус, значение в рыболовстве : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 24 с.
- Ким Л.Н. 2010. Современное состояние промысла рыб в Уссурийском заливе (Японское море) // *Изв. ТИНРО*. Т. 163. С. 106–130.
- Ким Л.Н., Измятинский Д.В., Ким Д.М., Кравченко Д.Г. 2017. Оценка обилия рыб в внутренних эстуариях и прибрежных водах бухт Южного Приморья по данным уловов ставных сетей // *Изв. ТИНРО*. Т. 191. С. 114–129.

- Ким Сен Ток, Бирюков И.А. 2009. Некоторые черты биологии и промысловые ресурсы донных и придонных видов рыб в шельфовых водах Южных Курильских островов в 1987–2006 гг. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 124 с.
- Курмазов А.А. 2000. Прибрежное рыболовство Приморья – особенности развития // Изв. ТИНРО. Т. 127. С. 3–19.
- Лапко В.В. 1996. Состав, структура и динамика nekтона эпипелагиали Охотского моря : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 24 с.
- Майсс А.А. 2000. История развития ставного невода на Дальнем Востоке // Вопр. истории рыбной промышленности Камчатки. Вып. 10 (2). С. 22–28.
- Мониторинг уловов морского прибрежного промысла акватории о. Кунашир в мае–июне 2016 г.: Отчет о НИР (экспедиционный). 2016 / Д.А. Новосельцев. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 40 с. (Науч. архив СахНИРО, инв. № 12604н/а).
- Нагорнов А.А., Коваленко М.Н., Адамов А.А. 2016. Современное состояние ставного неводного лова тихоокеанских лососей на Камчатке // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 40. С. 32–41.
- Отчет о результатах научных исследований о проведении научно-исследовательских работ по изучению ихтиофауны в прибрежной зоне острова Кунашир в мае–июне 2014 г. : Отчет о НИР. 2014 / Э.П. Черниенко, И.С. Черниенко. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 32 с. (Науч. арх. СахНИРО, инв. № 11886н/а).
- Отчет о результатах научных исследований о проведении научно-исследовательского мониторинга уловов прибрежного промысла на морской акватории острова Кунашир в июне 2015 г. : Отчет о НИР. 2015 / И.А. Бирюков, Д.А. Новосельцев. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 27 с. (Науч. арх. СахНИРО, инв. № 12049н/а).
- Отчет о результатах научных исследований по сбору материалов на промысле рыб прибрежного комплекса у о. Кунашир (Южно-Курильская зона) на базе ООО ПФК «Южно-Курильский комбинат» с 24 мая по 12 июня 2016 г. (квоты промысловые) : Отчет о НИР (рейсовый). 2017 / Д.А. Новосельцев. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 37 с. (Науч. арх. СахНИРО, инв. № 12288н/а).
- Парин Н.В., Евсеев С.А., Васильева Е.Д. 2014. Рыбы морей России: аннот. каталог. М.: Тов-во науч. изданий КМК. 733 с.
- Перов А.С. 2021. Новые сведения о нерестовой сельди у побережья о. Кунашир // Вопр. рыболовства. Т. 22, № 2. С. 40–50.
- Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 23 мая 2019 г. № 267 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (с изменениями и дополнениями). 2019. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72161446/> (дата обращения 01.03.2024).
- Радченко В.И. 1994. Состав, структура и динамика nekтонных сообществ эпипелагиали Берингова моря : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 24 с.
- Распоряжение Правительства РФ от 26 ноября 2019 г. № 2798-р «Об утверждении стратегии развития рыбохозяйственного комплекса РФ на период до 2030 г. и плана мероприятий по ее реализации». 2019. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72972854/> (дата обращения 01.03.2024).
- Сафронов С.Н., Никифоров С.Н. 1982. Камбалы Южно-Курильского мелководья // Рыбное хозяйство. № 3. С. 30–32.
- Телятник О.В. 2006. Обзор промысла лосося ставными неводами // Изв. ТИНРО. Т. 147. С. 397–407.
- Токранов А.М., Орлов А.М. 2015. Теплолюбивые и восточнотихоокеанские мигранты в ихтиофауне тихоокеанских вод Северных Курильских островов и Камчатки в XX–XXI веках // Российский журнал биол. инвазий. № 3. С. 50–69.
- Фадеев Н.С. 1987. Северотихоокеанские камбалы (распространение и биология). М.: Агропромиздат. 175 с.
- Федеральный закон от 3 июля 2016 г. № 349-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон „О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов“ и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования распределения квот добычи (вылова) водных биологических ресурсов» (с изменениями и дополнениями). 2016. URL: <https://base.garant.ru/71435858/> (дата обращения 01.03.2024).
- Amaoka K., Nakaya K., Yabe M. 1995. The fishes of Northern Japan. Kita-Nihon Kaiyo Center Co. Ltd. Sapporo, Hokkaido 041, Japan. 390 p.
- Orr J.W., Matarese A.C. 2000. Revision of the genus *Lepidopsetta* Gill, 1862 (Teleostei Pleuronectidae) based on larval and adult morphology, with a description of a new species from the North Pacific Ocean and Bering Sea // Fish. Bull. 98. P. 539–582.
- Tomiyama T., Munroe T.A., Orlov A.M., Volvenko I.V. 2021. *Verasper variegatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T166966A1157918. URL: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T166966A1157918.en> (дата обращения 15.03.2024).

REFERENCES

- Borets L.A. *Donnyye ikhtiotseny rossiyskogo shelfa dalnevostochnykh morey: sostav, struktura, elementy funktsionirovaniya i promyslovoye znachenie* [Bottom ichthyocenes of the Russian shelf of the Far Eastern seas: composition, structure, functional elements and commercial significance]. Vladivostok: TINRO-Center, 1997, 217 p.
- Velikanov A.Y., Biryukov I.A., Makeyev S.S. On catches of low-latitude fish at Sakhalin coast in summer 2014. *Journal of Ichthyology*, 2016, vol. 56, no. 4, pp. 625–630. EDN: WVYJAX. doi:10.1134/S0032945216030176
- Dyldin Yu.V., Orlov A.M. Heat-loving elements in the ichthyofauna of the southern part of the island. Sakhalin and adjacent waters of the Sea of Okhotsk in 2000–2017. *Perspektivy rybolovstva i akvakultury v sovremennom mire : Mater. III Nauch. shkoly molydykh uchenykh i spetsialistov po rybnomu khozyaystvu i ekologii* [Prospects for fisheries and aquaculture in the modern world: Mater. III Scientific schools of young scientists and specialists in fisheries and ecology]. M.: VNIRO, p. 83. (In Russ.) EDN: XNDQOL
- Dyakov Yu.P. *Kambaloobraznyye dalnevostochnykh morey Rossii* [Flounders of the Far Eastern seas of Russia]. Petropavlovsk-Kamchatskiy: KamchatNIRO, 2011, 428 p. EDN: QKUTRH
- Zhivoglyadov A.A. *Promysel tikhoookeanskikh lososy na Sakhaline: vchera, segodnya, zavtra* [Pacific salmon fishing on Sakhalin: yesterday, today, tomorrow]. 2015. URL: <http://www.sakhniro.vniro.ru/page/20120801RUZ/> (available at 01.04.2024).
- Zolotov A.O., Antonov N.P., Maznikova O.A. Pacific cod of the Kuril Islands: stock and contemporary fishing. *Rybnoye hozyaystvo*, 2020, no. 4, pp. 44–51. EDN: FSZTAD. doi:10.37663/0131-6184-2020-4-44-51
- Zolotov A.O., Buslov A.V., Ponomarev S.S. Features of biology and prospects of modern fishery For Pacific Herring *Clupea Pallasii* on the shelf of Southern Kuril Islands. *Izvestiya TINRO*, 2022, vol. 202 (2), pp. 283–304. (In Russ.) EDN: APXTUS. doi:10.26428/1606-9919-2022-202-283-304
- Zolotov A.O., Dubinina A.Yu. Long-term stock dynamics and current fishery of flatfishes of the Southern Kurile Islands. *Vodnyye biologicheskiye resursy Rossii: sostoyaniye, monitoring, upravleniye : Sb. mater. Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiyem, posvyashch. 85-letiyu KamchatNIRO (Petropavlovsk-Kamchatskiy, 3–6 oktyabrya 2017 g.)* [Aquatic biological resources of Russia: status, monitoring, management: Coll. mater. All-Russian scientific conf. with international participation, dedication 85th anniversary of KamchatNIRO (Petropavlovsk-Kamchatskiy, October 3–6, 2017)]. Petropavlovsk-Kamchatskiy: KamchatNIRO, pp. 62–73.
- Ivanov O.A., Sukhanov V.V. *Struktura nektonnykh soobshchestv prikuril'skikh vod* [The structure of nekton communities in the Kuril waters]. Vladivostok: TINRO-Center, 2002, 154 p.
- Ivshina E.R., Metlenkov A.V. Some data on the fishery, distribution and size composition of Saffron Cod *Eleginus gracilis* Tilesius, 1810 near the Southern Kuril Islands. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*. 2022, vol. 65, pp. 26–41. (In Russ.) EDN: VLJANY. doi:10.15853/2072-8212.2022.65
- Ivshina E.R., Metlenkov A.V., Galenko K.G. Species composition and structure of fish catches in the coastal zone of Kunashir Island in May–June. *Trudy SakhNIRO*, 2022, vol. 18, pp. 21–45. (In Russ.) EDN: SBPGBR
- Katalog pozvonochnykh Kamchatki i sopredelnykh morskikh akvatoriy* [Catalog of vertebrates of Kamchatka and adjacent marine areas]. Petropavlovsk-Kamchatskiy: Kamch. pechatnyy dvor, 166 p.
- Kim L.N. *Promyslovyye ryby Ussuriyskogo zaliva (Yaponskoye more): sostav, biologiya, sovremennyy status, znachenie v rybolovstve : Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Commercial fish of the Ussuri Bay (Sea of Japan): composition, biology, current status, importance in fisheries: Author's abstract. dis. ... cand. biol. sci.]. Vladivostok: TINRO-Center, 2009, 24 p.
- Kim L.N. Recent state of fishery in the Ussuri Bay (Japan Sea). *Izvestiya TINRO*, 2010, vol. 163 (2), pp. 106–130. (In Russ.) EDN: NTEXGT
- Kim L.N., Izmyatinsky D.V., Kim D.M., Kravchenko D.G. Estimation of fish abundance in the internal estuaries and coastal waters in the bays of Southern Primorye on the data on catches of fixed nets. *Izvestiya TINRO*, 2017, vol. 191, pp. 114–129. (In Russ.) EDN: ZUFHHP. doi:10.26428/1606-9919-2017-191-114-129
- Kim Sen Tok, Biryukov I.A. *Nekotoryye cherty biologii i promyslovyye resursy donnykh i pridonnykh vidov ryb v shelfovykh vodakh Yuzhnykh Kuril'skikh ostrovov v 1987–2006 gg.* [Some features of biology and commercial resources of bottom and demersal fish species in the shelf waters of the South Kuril Islands in 1987–2006]. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2009, 124 p.
- Kurmazov A.A. The coastal fishery of Primorie the peculiarity of development. *Izvestiya TINRO*, 2000, vol. 127, pp. 3–19. (In Russ.)
- Lapko V.V. *Sostav, struktura i dinamika nektona epipelagiali Okhotskogo morya : Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Composition, structure and dynamics of nekton in the epipelagic zone of the Sea of Okhotsk:

- Author's abstract. dis. ... cand. biol. sci.]. Vladivostok: TINRO-Center, 1996, 24 p.
- Mayss A.A. Istoriya razvitiya stavnogo nevoda na Dalnem Vostoke [History of the development of a fixed seine in the Far East]. *Voprosy istorii rybnoy promyshlennosti Kamchatki*, 2000, issue 10 (2), pp. 22–28. (In Russ.)
- Novoseltsev D.A. Monitoring of catches of marine coastal fisheries in the waters of the island. Kunashir in May–June 2016. *Research report (expeditionary), scientific archive of SakhNIRO*, inventory No. 12604n/a. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2016, 40 p.
- Nagornov A.A., Kovalenko M.N., Adamov A.A. Modern state of trap-net fishing of pacific salmon in Kamchatka. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*. 2016, vol. 40, pp. 32–41. (In Russ.). EDN: VZDPIR. doi:10.15853/2072-8212.2016.40.32-41
- Chernienko E.P., Chernienko I.S. Report on the results of scientific research on the conduct of research work on the study of ichthyofauna in the coastal zone of Kunashir Island in May–June 2014. *Research report. 2014, scientific architect. SakhNIRO*, inventory no. 11886n/a. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2014, 32 p.
- Biryukov I.A., Novoseltsev D.A. Report on the results of scientific research on the conduct of research monitoring of coastal fisheries catches in the marine area of Kunashir Island in June 2015. *Research report, scientific architect. SakhNIRO*, inventory no. 12049n/a. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2015, 27 p.
- Novoseltsev D.A. Report on the results of scientific research on the collection of materials from the fisheries of the coastal complex near the island. Kunashir (South Kuril zone) on the basis of LLC PFK “South Kuril Combine” from May 24 to June 12, 2016 (fishing quotas). *Research report (trip), scientific architect. SakhNIRO*, inventory no. 12288n/a. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2017, 37 p.
- Parin N.V., Yevseyenko S.A., Vasiliyeva Ye.D. *Ryby morey Rossii: Annot. catalog* [Fishes of the Russian seas: abstract. Catalog]. M.: Scientific Society, 2014, 733 p.
- Perov A.S. New information about spawning hering off the coast of Kunashir Island. *Questions of fisheries*, 2021, vol. 22, no. 2, pp. 40–50. (In Russ.) EDN: DUHWIW. doi:10.36038/0234-2774-2021-22-2-40-50
- Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated May 23, 2019 No. 267 “On approval of fishing rules for the Far Eastern fishery basin” (with amendments and additions). 2019. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72161446/> (access date 03/01/2024).
- Radchenko V.I. *Sostav, struktura i dinamika nektonnykh soobshchestv epipelagiali Beringova morya : Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk* [Composition, structure and dynamics of nektonic communities in the epipelagic zone of the Bering Sea: Author's abstract. dis. ... cand. biol. sci.] Vladivostok: TINRO-Center, 1994, 24 p.
- Order of the Government of the Russian Federation of November 26, 2019 No. 2798-r “On approval of the development strategy of the fishery complex of the Russian Federation for the period until 2030 and the action plan for its implementation.” 2019. URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72972854/> (access date 03/01/2024).
- Safronov S.N., Nikiforov S.N. 1982. Flounder of the South Kuril shallow waters. *Rybnoye khozyaystvo*, 1982, no. 3, pp. 30–32. (In Russ.)
- Teliatnik O.V. Review of the salmon fishery by fixed nets. *Izvestiya TINRO*, 2006, vol. 147, pp. 397–407. (In Russ.) EDN: JJYWMN
- Tokranov A.M. Heat-loving and eastern pacific migrants in ichthyofauna of the pacific waters of the Northern Kuril Islands and Kamchatka in XX–XXI centuries. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2015, no. 3, pp. 50–69. (In Russ.) EDN: VHGDJ
- Fadeyev N.S. *Severotikhookeanskiye kambaly (rasprostraneniye i biologiya)* [North Pacific flounder (distribution and biology)]. Moscow: Agropromizdat, 1987, 175 p.
- Federal Law of July 3, 2016 No. 349-FZ “On amendments to the Federal Law ‘On Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources’ and certain legislative acts of the Russian Federation in terms of improving the distribution of production (catch) quotas of aquatic biological resources” (as amended and additions). 2016. URL: <https://base.garant.ru/71435858/> (access date 03/01/2024).
- Amaoka K., Nakaya K., Yabe M. The fishes of Northern Japan. Kita-Nihon Kaiyo Center Co. Ltd. Sapporo, Hokkaido 041, Japan, 1995, 390 p.
- Orr J.W., Matarese A.C. Revision of the genus *Lepidopsetta* Gill, 1862 (Teleostei Pleuronectidae) based on larval and adult morphology, with a description of a new species from the North Pacific Ocean and Bering Sea. *Fish. Bull.*, 2000, no. 98, pp. 539–582.
- Tomiyama T., Munroe T.A., Orlov A.M., Volvenko I.V. 2021. *Verasper variegatus*. The IUCN Red List of Threatened Species 2021: e.T166966A1157918. URL: <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2021-2.RLTS.T166966A1157918.en> (available at 15.03.2024).

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Автор заявляет, что данный обзор не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки оформлены в соответствии с ГОСТом.

The author declares that this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references are formatted in accordance with GOST (the Russian State Standard).

Информация об авторе

А.О. Золотов — канд. биол. наук, вед. н. с.
Тихоокеанского филиала ВНИРО
(ТИНРО-Центр).
ORCID: 0000-0002-7438-2991

Information about the author

Alexander O. Zolotov – Ph. D. (Biology), Leading
Researcher, Pacific Branch of VNIRO
(TINRO-Centre).
ORCID: 0000-0002-7438-2991

Статья поступила в редакцию / Received:
18.04.2024

Одобрена после рецензирования / Revised:
23.04.2024

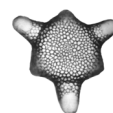
Статья принята к публикации / Accepted:
28.04.2024

Научная статья / Original article

УДК 581.526.325.3(265.52)

doi:10.15853/2072-8212.2024.73.42-52

EDN: NVDQSS



РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ ВРЕДНОСНОГО «ЦВЕТЕНИЯ» И УСЛОВИЙ СРЕДЫ ИХ ОБИТАНИЯ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ АВАЧИНСКОГО ЗАЛИВА (КАМЧАТКА, ТИХИЙ ОКЕАН) В 2023 Г.

Лепская Екатерина Викторовна[✉], Тепнин Олег Борисович,
Походина Мария Александровна, Морозов Тарас Борисович, Васильев Артем Олегович

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, lepskaya@list.ru[✉]

Аннотация. Приведены результаты исследований микроводорослей комплекса вредоносного «цветения» в прибрежной акватории Авачинского залива в 2023 г., а также данные по гидрологии и биогенному фону в той же акватории.

Ключевые слова: микроводоросли комплекса вредоносного «цветения», температура воды, соленость воды, биогенный фон, Авачинский залив, Камчатка

Финансирование работы. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Лепская Е.В., Тепнин О.Б., Походина М.А., Морозов Т.Б., Васильев А.О. Результаты исследований микроводорослей вредоносного «цветения» и условий среды их обитания в прибрежной зоне Авачинского залива (Камчатка, Тихий океан) в 2023 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2024. № 73. С. 42–52. EDN: NVDQSS. doi:10.15853/2072-8212.2024.73.42-52

RESULTS OF STUDIES OF HARMFUL BLOOM MICROALGAE AND THEIR HABITAT CONDITIONS IN THE COASTAL ZONE OF THE AVACHINSKY GULF (KAMCHATKA, PACIFIC OCEAN) IN 2023

Ekaterina V. Lepskaya[✉], Oleg B. Tepnin, Mariya A. Pokhodina, Taras B. Morozov,
Artyom O. Vasilyev

Kamchatka Branch Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, lepskaya@list.ru[✉]

Abstract. Results of studies of microalgae representing harmful bloom complex in the coastal aquatic zone of the Avachinsky Gulf in 2023 and data on hydrology and biogenic background in mentioned area are demonstrated.

Keywords: harmful bloom complex microalgae, water temperature, water salinity, biogenic background, Avachinsky Gulf, Kamchatka

Funding. The study was not sponsored.

For citation: Lepskaya E.V., Tepnin O.B., Pokhodina M.A., Morozov T.B., Vasilyev A.O. Results of studies of harmful bloom microalgae and their habitat conditions in the coastal zone of the Avachinsky Gulf (Kamchatka, Pacific Ocean) in 2023 // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean. 2024. Vol. 73. P. 42–52. (In Russ.) EDN: NVDQSS. doi:10.15853/2072-8212.2024.73.42-52

Изучение микроводорослей комплекса вредоносного «цветения» (ВЦВ) в локальных прибрежных акваториях Авачинского залива (тихоокеанское побережье Камчатки) проводится КамчатНИРО с 2021 г. В результате показано, что в Авачинском заливе обитают 22 таксона микроводорослей комплекса ВЦВ, численность и распределение которых имеет выраженную сезонную динамику, а концен-

трация половины из найденных таксонов может превышать критическую, установленную для морских акваторий стран с развитой марикультурой (Лепская, 2022; Лепская и др., 2023).

Соответственно, продолжение изучения феномена ВЦВ в акватории, омывающей берега, где сосредоточено основное население полуострова, актуально.

Цель настоящей работы — представить результаты изучения ВЦВ и среды обитания микроводорослей этого комплекса в прибрежной зоне Авачинского залива в 2023 г.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для выполнения работ послужили данные по таксономическому составу и численности микроводорослей комплекса ВЦВ, полученные при обработке проб из поверхностного водного слоя, отобранных ведром с борта судна. Работы велись на стандартном полигоне из 15 станций. По техническим причинам на судах КамчатНИРО проведено две съемки из запланированных четырех. В июле во время донной траловой съемки выполнено 7 станций; в августе при плановой съемке по мониторингу ВЦВ — 15 станций (рис. 1). Описание станций разреза в Авачинском заливе приведено в таблице 1.

Дополнительно для выявления вертикального распределения микроводорослей собраны пробы на станциях 2, 3, 10 из горизонтов 0, 14 и 26 м планктобаторометром. При выборе станций и горизонтов ориентировались на схему вертикального сбора фитопланктона, принятую в сентябре 2020 г. (Лепская, Коломейцев, 2021).

Камеральную обработку проб провели с помощью микроскопа “Olympus” BX43F при 100-, 200- и 1000-кратном увеличении. Обработка включала в себя определение видового состава и подсчет численности микроводорослей каждого таксона комплекса ВЦВ в камере Седжвика–Рафтера (объем 1 мл). Для определения таксономического состава микроводорослей комплекса ВЦВ использовали атласы и определители (Identifying of marine phytoplankton, 1997; Коновалова, 1998; Коновалова, Селина, 2010), а также консультации с коллегами из Национального научного центра морской биологии ДВО РАН. При выделении комплекса ВЦВ ориентировались на Протисты... (2011) и обзор иностранных коллег о вредоносных видах диатомовых микроводорослей (Bates et al., 2019). Видовые названия приведены в соответствии с международной базой AlgaeBase.

Температуру и соленость воды, а также содержание хлорофилла- α на каждой станции в Авачинском заливе измеряли гидрологическим зондирующим комплексом ASTD-102 RINKO-Profiler (JFEAdvatech Co.LTD., Япония) в диапазоне глубин от 0 до 535 м с вертикальным шагом в 1 м.

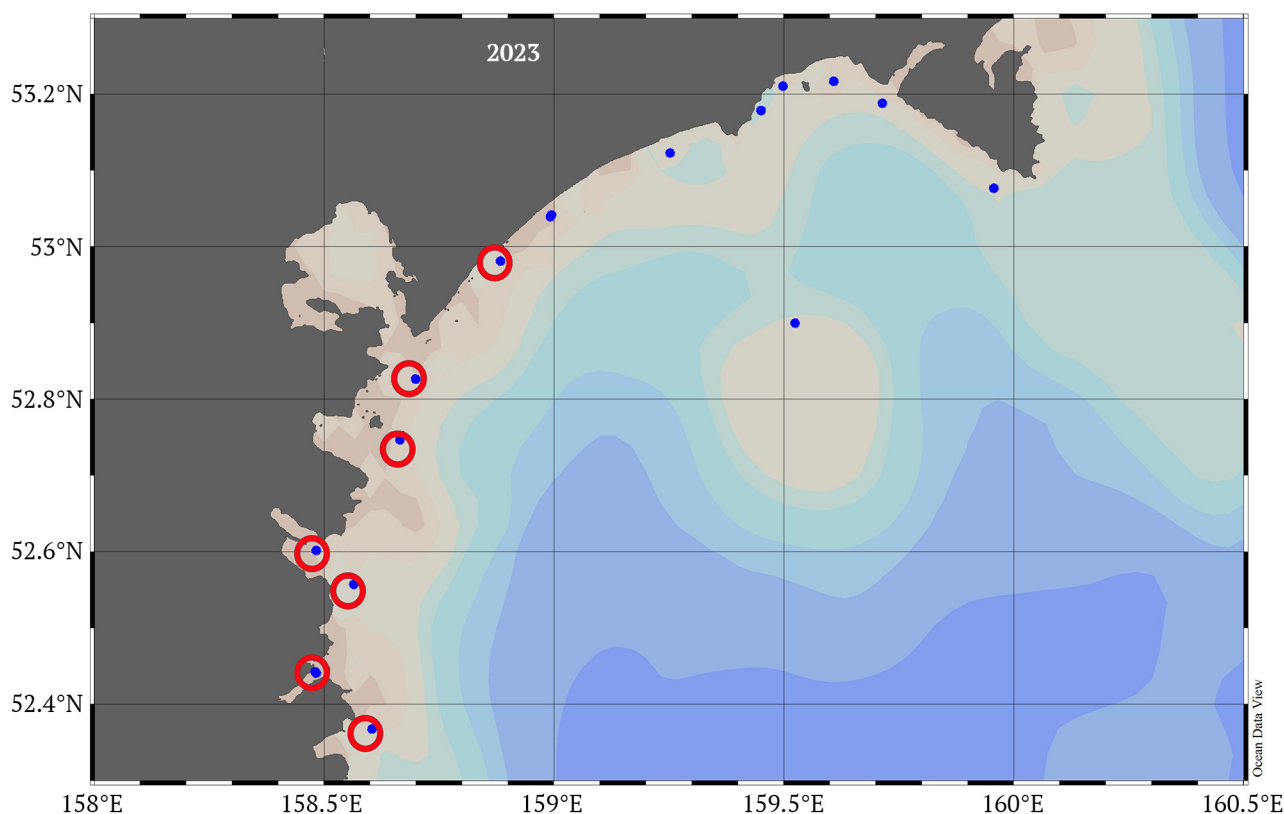


Рис. 1. Схема станций на акватории Авачинского залива, выполненных Камчатским филиалом ВНИРО в июле (выделены красным) и августе (синий маркер) в 2023 г.
Fig. 1. Scheme of stations in the area of Avachinsky Gulf, carried out by the Kamchatka Branch of VNIRO in July (red marker) and August (blue marker) in 2023

Таблица 1. Координаты и описание станций мониторинга ВЦВ в Авачинском заливе в 2023 г.
Table 1. Coordinates and descriptions of HAB monitoring stations in Avachinsky Gulf in 2023

№ станции Station №	Long_dd	Lat_dd	Глубина, м Depth, m	Описание станции Station descriptions
1	158,700	52,825	60–61	Вход в Авачинскую губу Entrance to Avacha Bay
2	158,8599	52,985	43,5–45	Авачинский залив (устье р. Халактырки) Avachinsky Gulf (mouth of the Khalaktyrka River)
3	158,956	53,025	29,5	Авачинский залив (Халактырский пляж) Avachinsky Gulf (Khalaktyrsky beach)
4	159,250	53,123	28	Устье р. Налычева Nalycheva River estuary
5	159,434	53,187	20,5	Мыс Налычева Cape Nalycheva
6	159,535	53,212	22,5	Ст. к западу от о-ва Крашенинникова Station west of Krasheninnikov Island
7	159,557	53,215	25,5	Ст. к востоку от о-ва Крашенинникова Station east of Krasheninnikov Island
8	159,690	53,208	46,5	Вход в бухту Бечевиная Entrance to Betshevinskaya Bay
9	159,962	53,068	58	Ст. южнее мыса Шипунского Station south of Shipunsky Cape
10	159,536	52,851	535	Авачинский залив Avachinsky Gulf
11	158,593	52,358	87,0–97,5	Вход в бухту Лиственичную Entrance to Listvenichnaya Bay
12	158,483	52,440	25,5	Вход в бухту Русскую Entrance to Russkaya Bay
13	158,56	52,555	86,5–88,5	Выход из бухты Жировой Exit from Zhirovaya Bay
14	158,483	52,603	42–42	Вход в бухту Вилючинскую Entrance to Vilyuchinskaya Bay
15	158,592	52,733	78–78,5	Вход в бухту Саранную Entrance to Sarannaya Bay

Пробы на биогенные элементы были собраны в августе в поверхностном водном слое ведром, одновременно со сбором образцов для изучения ВЦВ. Лабораторную обработку проб воды на биогенные элементы провели сразу после окончания съемки, по утвержденным методикам (ПНД Ф 14.1:2.2-95; РД 52.10.745-2010; РД 52.10.740-2010; РД 52.10.738-2010; РД 52.10.744-2010; РД 52.10.773-2013). В пробах определили фосфатный/минеральный фосфор ($P-PO_4^{3-}$), минеральные формы азота: аммонийную ($N-NH_4^+$), нитритную ($N-NO_2^-$), нитратную ($N-NO_3^-$), общее железо (Fe) и растворенные формы кремния (Si). О состоянии биогенного фона судили, сравнивая полученные результаты со значениями ПДК для соответствующих элементов, установленных для морских рыбохозяйственных водоемов (Приказ., 2016).

Сравнение распределения и численности таксонов ВЦВ, а также характеристик среды их обитания между годами проведено для одинаковых периодов и участков разреза.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Летом 2023 г. в Авачинском заливе найдено девять таксонов комплекса ВЦВ: диатомовые (Bacillariophyta) *Pseudo-nitzschia pungens* и динофлагелляты (Dinophyta) *Akashiwo sanguinea*, *Alexandrium acatenella*, *A. tamarense*, *Alexandrium cf. ostenfeldii*, *Dinophysis acuta*, *D. norvegica*,

Gonyaulax spinifera, *Karlodinium* sp., что вдвое меньше по сравнению с тем же периодом предыдущих двух лет. При этом находки 8 таксонов были сделаны в поверхностном водном слое. На нижележащих горизонтах виды микроводорослей комплекса ВЦВ не были найдены. За исключением 13-метрового (промежуточного) горизонта на ст. 2, где в июле был обнаружен *D. norvegica*.

В июле в поверхностных пробах было обнаружено четыре таксона: *Akashiwo sanguinea*, *Alexandrium acatenella*, *Alexandrium tamarense*, *Karlodinium* sp. В августе — шесть таксонов: *Pseudo-nitzschia pungens*, *Akashiwo sanguinea*, *Alexandrium tamarense*, *Alexandrium cf. ostenfeldii*, *Gonyaulax spinifera*, и мелкие гимнодиальные таксоны, предположительно *Karlodinium* sp.

По сравнению с тем же периодом двух предыдущих лет видовой состав микроводорослей комплекса ВЦВ был значительно беднее.

Диатомеи комплекса ВЦВ, *Pseudo-nitzschia*, найдены в конце лета на станциях 4 и 7, граничащих с устьем р. Налычева и о-вом Крашенинникова соответственно. При этом данный род диатомей был представлен крупноклеточным видом, сходным с *P. pungens*. Динофлагелляты рода *Alexandrium* найдены только в южной части разреза как в июле, так и в августе. При этом локальность их распространения условно стабильна и охватывает станции 12–15, которые

расположены на выходах из бухт (табл. 1). Мелкие гимнодиниальные таксоны, сходные с *Karlodinium veneficum*, развивались в основном в августе, в период наибольшего прогрева прибрежной акватории, преимущественно в северной части разреза.

Довольно часто в поверхностном слое в конце лета отмечали такой вид динофлагеллят, как *Gonyaulax spinifera*. Он был найден не только на станциях южной и северной частях разреза, но и в открытых водах (ст. 10). Динофлагелляты рода *Dinophysis* в исследованный период 2023 г. были редкостью и найдены только в августе на ст. 1, на выходе из Авачинской губы (рис. 2). Динофлагеллята *Akashiwo sanguinea* была найдена в поверхностном водном слое как в середине, так и в конце лета, в северной и южной частях разреза. Соотношение таксонов на каждой обследованной станции хаотично варьировало (рис. 2). Для большинства таксонов распределение по акватории разреза было узко локальным.

Численность микроводорослей комплекса ВЦВ флуктуировала случайным образом (рис. 3). Диатомовые водоросли *Pseudo-nitzschia* в конусе выноса р. Налычева достигали численности 4000 кл./л, а в приостровной зоне о-ва Крашенинникова — 2000 кл./л (рис. 3А). Так же, как и в 2022 г., их присутствие в основном было отмечено в августе (рис. 3Б), хотя и более точечно, тогда как в 2021 г. основное развитие диатомей этого рода пришлось на июль (рис. 3В). Следует еще отметить, что в 2021 и 2022 гг. род *Pseudo-nitzschia* был представлен комплексом видов, но

в 2023 г. в обследованной акватории нами найден только один вид. Средняя для стандартного разреза численность *Pseudo-nitzschia* заметно уменьшилась к 2023 г. (рис. 3А, Б, В).

Несмотря на узколокальное распределение *Alexandrium*, в 2023 г. его численность в точке максимума была наибольшей за соответствующий период за три года наблюдений (рис. 3Г). К особенностям 2023 г. следует также отнести более широкое распространение *Gonyaulax*, тогда как в 2021 и 2022 гг. он был найден единично (рис. 3Д, Е). Численность мелких гимнодиниальных таксонов, сходных с *Karlodinium*, составляла в 2023 г. 1000 кл./л в июле и 2000–9000 кл./л в августе и была сопоставима с таковой в 2022 г. (рис. 3Г, Д). Несмотря на то, что динофлагеллята *Akashiwo sanguinea* в августе 2023 г. встречена не на всех станциях разреза, ее численность составляет 1000–4000 кл./л, что в среднем вдвое выше по сравнению с аналогичным месяцем 2022 и 2021 гг.

Согласно вертикальным профилям по основным измеряемым параметрам среды (рис. 4) (температура (°C), электропроводность (соленость, ‰), давление (глубина, м), концентрация пигмента хлорофилла- α (мг/л), содержание растворенного кислорода (%) и мутность (NFU)), на всех станциях в Авачинском заливе, выполненных в 2023 г., можно сделать ряд заключений. Прогрев вод поверхности и ветровое перемешивание захватывали лишь незначительный слой — порядка 10–15 м. Ниже располагался мощный термо- и галоклин, а с глубины около 50 м и до 300 м отмечался холодный подповерх-

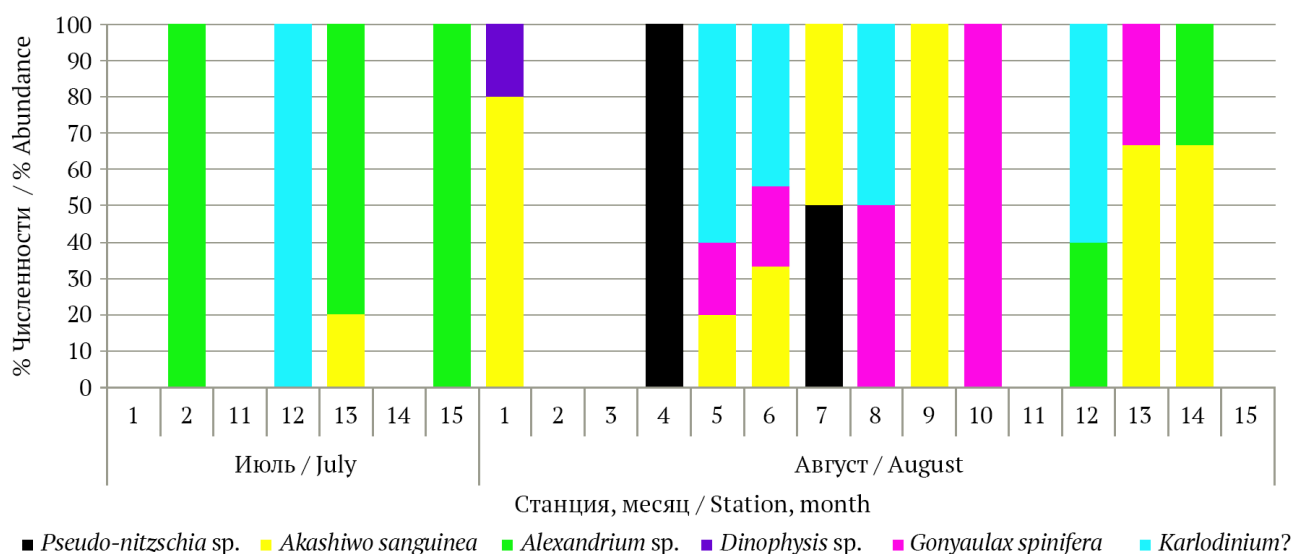


Рис. 2. Таксономическая структура комплекса ВЦВ на прибрежном разрезе Авачинского залива в июле–августе 2023 г.
Fig. 2. Taxonomic structure of the HAB complex in the coastal transect of Avachindky Gulf in July–August 2023

ностный слой (ХПС) с минимальными значениями температуры и малой изменчивостью солёности. И только глубже 400 м значения температуры, достигнув величин порядка 3,5 °С, уже не менялись до максимальных исследованных горизонтов (535 м) — тёплый промежуточный слой (ТПС).

Значения солёности постепенно возрастали с глубиной. Наибольшие концентрации хлорофилла- α фиксировались в верхнем 50-метровом слое, с максимумом на глубине порядка 15 м. В этом же диапазоне находился и кислородный максимум. В ХПС данный показатель изменялся незначительно, а после горизонта в 200 м резко снижался, достигая величин, близких к 5% на 535 м. Мутность вод глубже верхнего слоя скачка также менялась незначительно, а в приповерхностном слое достигала наибольших значений в местах выноса речных вод.

В связи с малым объемом выполненных станций и особенностью их расположения, для описания гидрологических условий в местах проведения работ были построены вертикальные разрезы по температуре, солёности, распределению хлорофилла- α , насыщению вод кислородом и мутности для всех прибрежных станций июля и августа (рис. 5, 6, 7). Для сравнимости полученных результатов, при различном количестве станций в июле, для

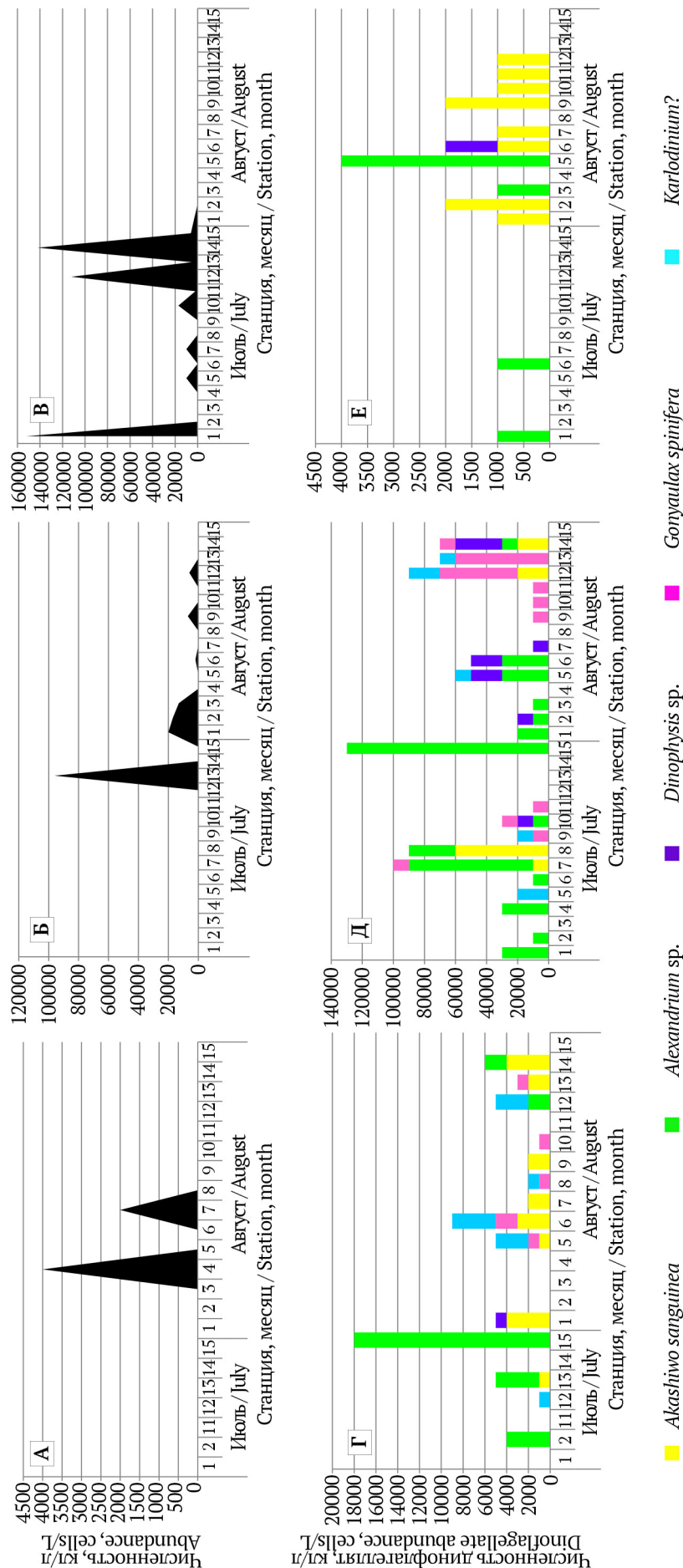


Рис. 3. Динамика численности микроводорослей комплекса ВЦВ в 2022 и 2021 г. в сравнении с 2022 и 2021 г. (А — *Pseudo-nitzschia*, 2023 г.; Б — *Pseudo-nitzschia*, 2022 г.; В — *Pseudo-nitzschia*, 2021 г.; Г — *Pseudo-nitzschia*, 2023 г.; Д — *Pseudo-nitzschia*, 2022 г.; Е — *Pseudo-nitzschia*, 2021 г.; Ж — *Pseudo-nitzschia*, 2023 г.; З — *Pseudo-nitzschia*, 2022 г.; И — *Pseudo-nitzschia*, 2021 г.).
Fig. 3. Dynamics of microalgae abundance of the HAB complex in 2022 and 2021 (А — *Pseudo-nitzschia*, 2023; Б — *Pseudo-nitzschia*, 2022; В — *Pseudo-nitzschia*, 2021; Г — *Pseudo-nitzschia*, 2023; Д — *Pseudo-nitzschia*, 2022; Е — *Pseudo-nitzschia*, 2021; Ж — *Pseudo-nitzschia*, 2023; З — *Pseudo-nitzschia*, 2022; И — *Pseudo-nitzschia*, 2021).

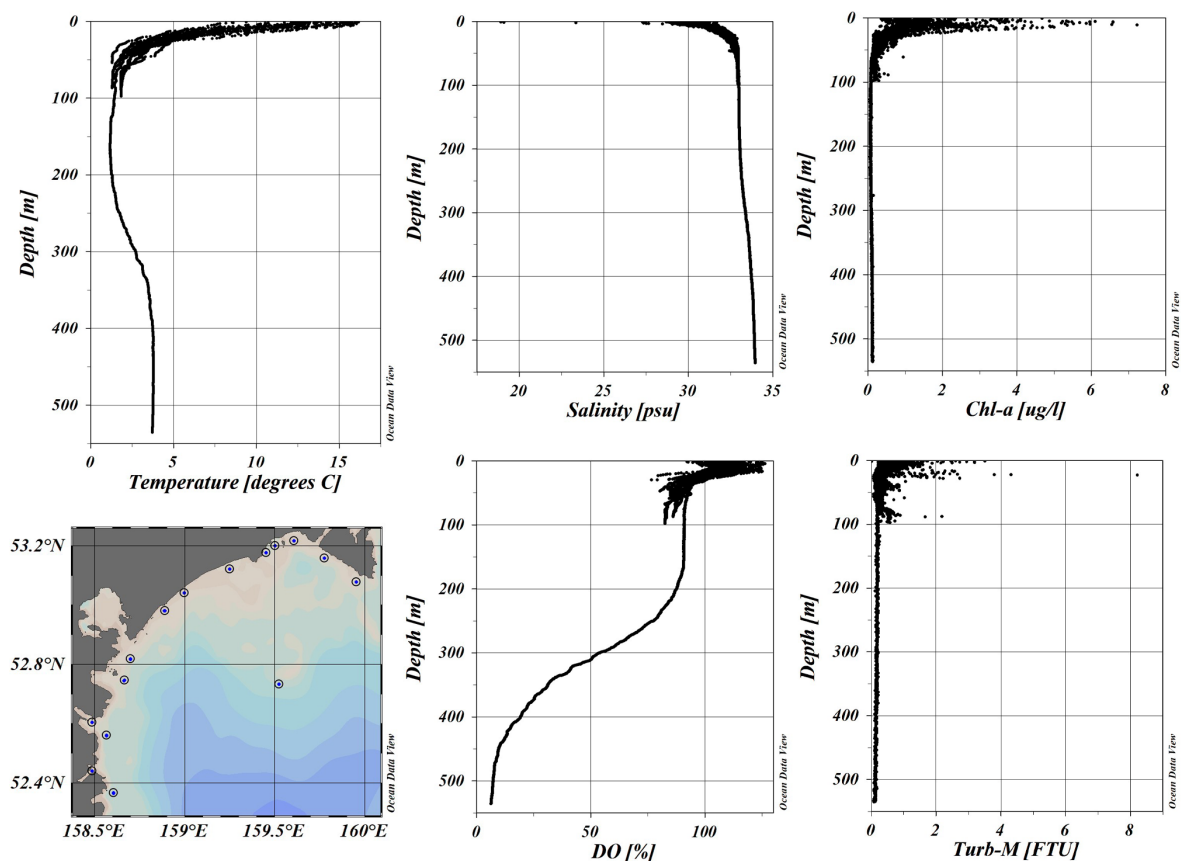


Рис. 4. Вертикальные профили на всех станциях съемок 2023 г. по всем измеренным элементам
Fig. 4. Vertical profiles at all stations of the 2023 survey for all measured elements

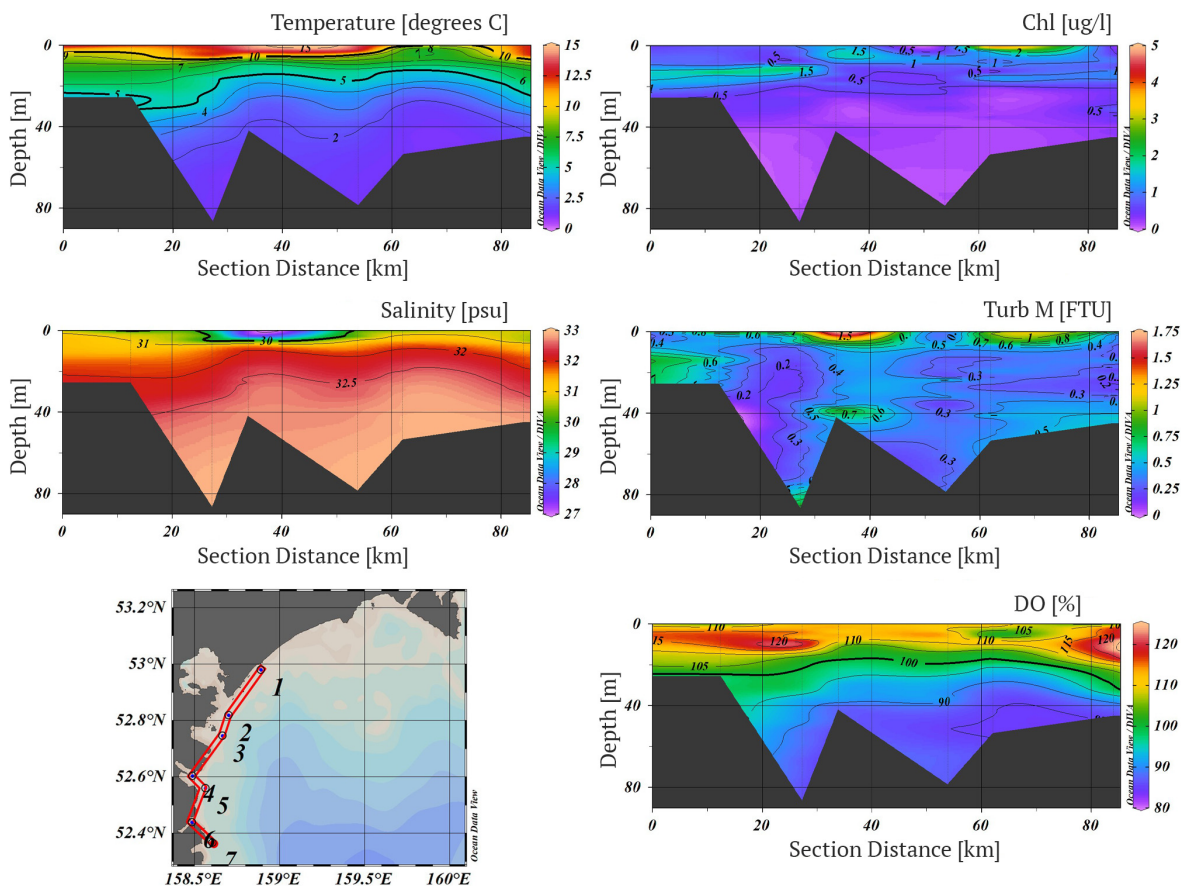


Рис. 5. Вертикальные прибрежные разрезы по всем измеренным параметрам для июля 2023 г. Направление разреза с юга на север
Fig. 5. Vertical coastal transects for all measured parameters for July 2023. The transect direction is from the South to the North

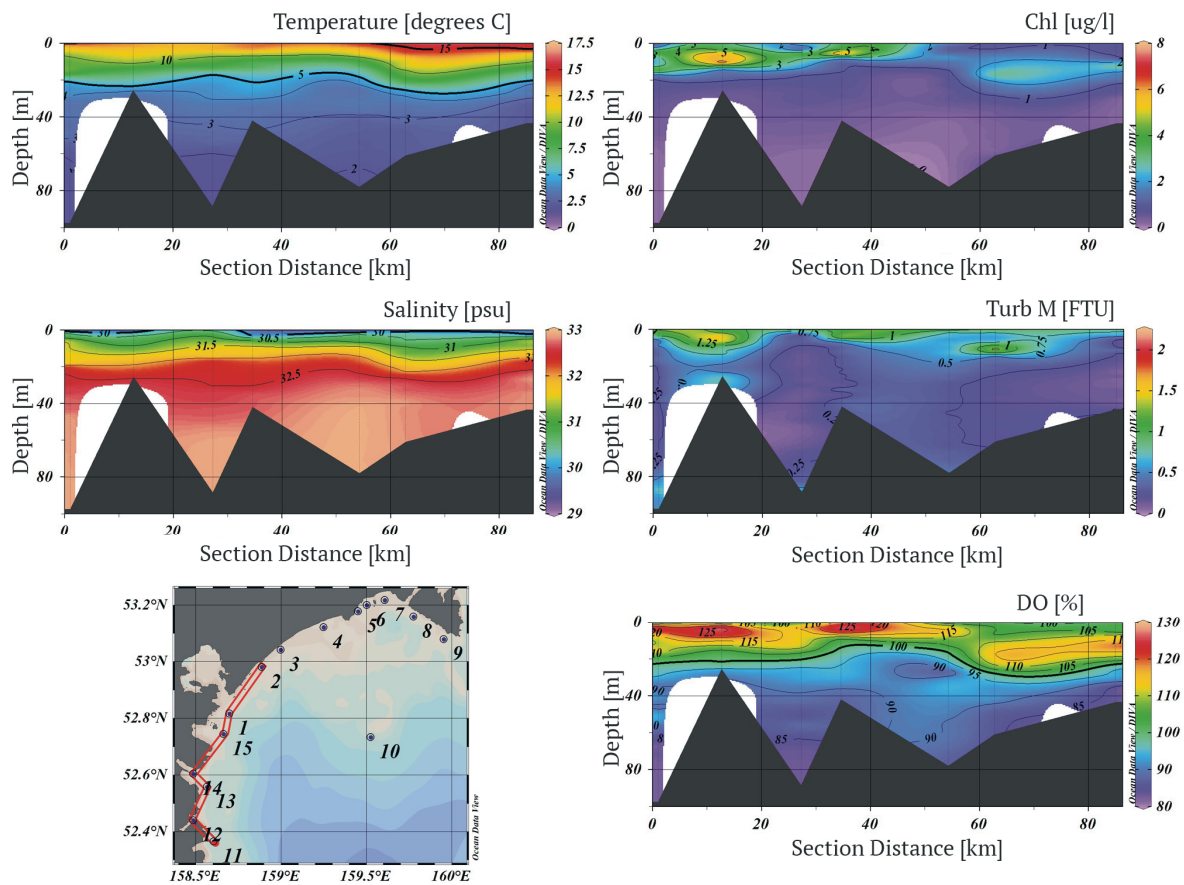


Рис. 6. Вертикальные прибрежные разрезы по всем измеренным параметрам для августа 2023 г. на семи южных станциях. Направление разреза с юга на север
Fig. 6. Vertical coastal transects for all measured parameters for August 2023 at the seven southern stations. The transect direction is from the South to the North

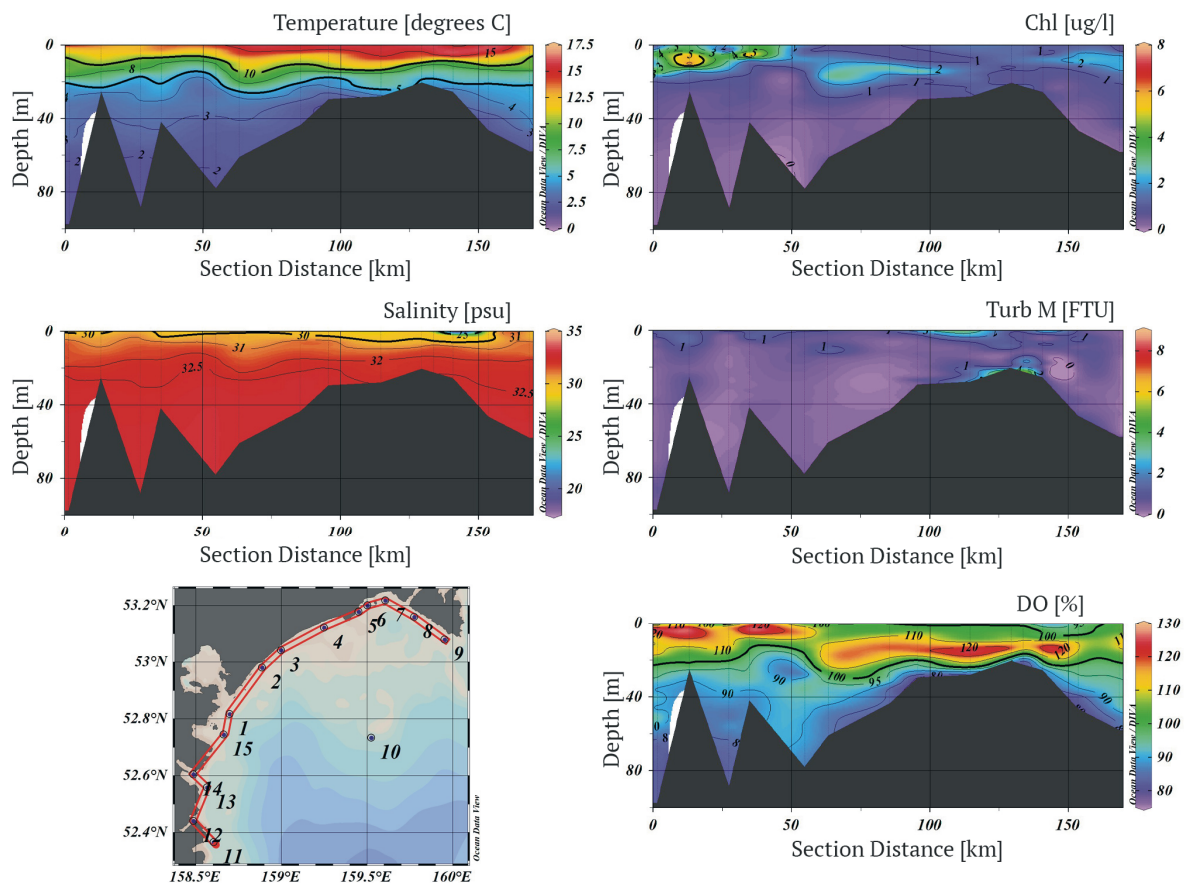


Рис. 7. Вертикальные прибрежные разрезы по всем измеренным элементам для августа 2023 г. на всех выполненных станциях. Направление разреза с юга на север
Fig. 7. Vertical coastal transects for all measured elements for August 2023 at all completed stations. The transect direction is from the South to the North

августа мы построили разрезы по 7 южным станциям (рис. 6), а также привели распределение всех параметров по всем 15 прибрежным станциям (рис. 7).

Сравнение вдольберегового распределения температуры для июля и августа подтверждает сделанный ранее вывод о незначительном уровне прогрева вод тонкого поверхностного слоя (порядка 10 м) в течение месяца. Одновременно глубже 40 м отмечен рост температуры в среднем на 1 °С. Разрез по солености также не выявил существенных различий, кроме наибольшего распреснения в июле в районе бух. Жировой, тогда как в августе тонкий распресненный слой присутствовал на всей протяженности разреза. Глубже 20 м изменения вовсе отсутствовали.

Напротив, уровень пигмента хлорофилла-а заметно возрос за прошедший месяц, и его скопления приобрели более очерченные формы.

Но, как и месяц назад, он практически отсутствовал глубже 25 м. Изменений во вдольбереговом распределении кислорода не прослеживалось, уровень насыщения вод в 100% колебался по глубине от 20 до 25 м. В придонном горизонте он падал до значений менее 80%.

Биогенный фон в августе 2023 г. в целом по разрезу был однородный. Концентрация минерального/фосфатного фосфора изменялась от 0,012 до 0,046 мгР/дм³, составляя в среднем 0,026 мгР/дм³, что в 1,9 раз меньше ПДК (0,05 мг/дм³). Превышения ПДК по минеральному/фосфатному фосфору не отмечено ни на одной из станций (рис. 8А). Фосфор в составе органических соединений (органический фосфор) найден в августе на всех станциях в концентрации от 0,019 до 0,068 мгР/дм³ (рис. 8Б), в среднем для разреза — 0,038 мгР/дм³, или около 60% фосфорного пула.

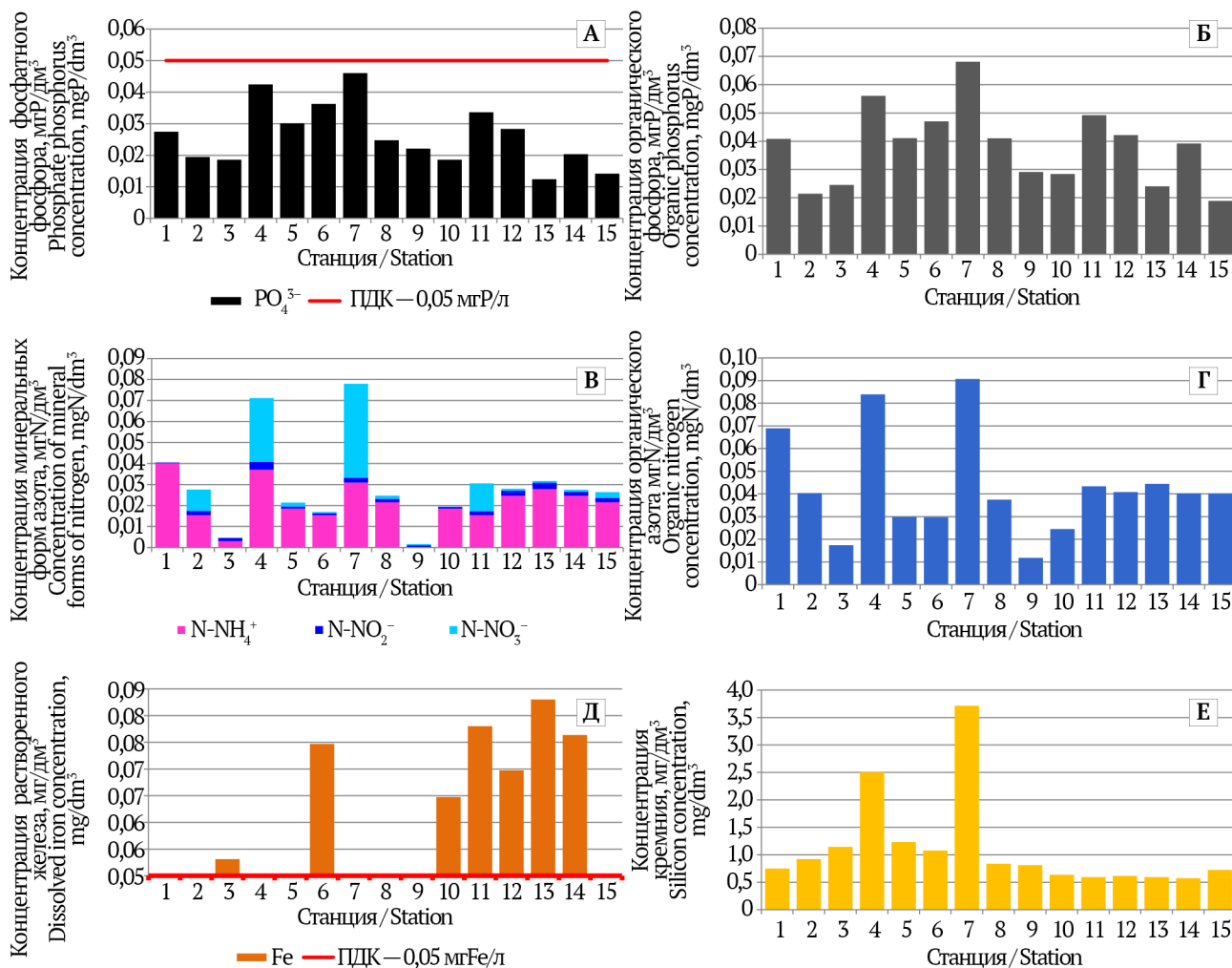


Рис. 8. Содержание биогенных элементов в поверхностном слое на полигоне в Авачинском заливе в августе 2023 г.: А — фосфатного/минерального фосфора; Б — фосфора в составе органических соединений (органический фосфор); В — минеральных форм азота; Г — азота в составе органических соединений (органический азот); Д — растворенного железа; Е — кремния
Fig. 8. Nutrient content in the surface layer at the experimental area in Avachinsky Gulf in August 2023: А — phosphate/mineral phosphorus; Б — phosphorus in organic compounds (organic phosphorus); В — mineral forms of nitrogen; Г — nitrogen in organic compounds (organic nitrogen); Д — dissolved iron; Е — silicon

Минеральный азот в прибрежной зоне Авачинского залива в августе 2023 г. формировали аммонийная, нитритная и нитратная формы (рис. 8В) в концентрациях, значительно меньших ПДК, установленных для морских рыбохозяйственных акваторий. Так, концентрация аммонийного (NH_4^-) азота изменялась по разрезу от нулевых значений до $0,040 \text{ мгН/дм}^3$, составляя в среднем $0,021 \text{ мгН/дм}^3$, что в 109 раз ниже ПДК ($0,2 \text{ мгН/дм}^3$). Азот в составе нитритной (NO_2^-) формы был найден в концентрациях $0,0009-0,0038 \text{ мгН/дм}^3$, средняя для разреза — $0,0017 \text{ мгН/дм}^3$, или в 11 раз меньше ПДК ($0,02 \text{ мгН/дм}^3$). На большинстве станций преобладающей формой в минеральном азоте была аммонийная — от 50 до 90%. Но на ст. 9 при минимальной концентрации минерального азота его аммонийная форма отсутствовала. Азот в составе органических соединений (рис. 8Г) найден на всех станциях — от $0,012$ до $0,091 \text{ мгН/дм}^3$, в среднем для разреза — $0,043 \text{ мгН/дм}^3$, или около 60% азотного пула.

Биогенное/растворенное железо обнаружено большей частью на станциях южной части разреза (рис. 8Д) в концентрациях, превышающих ПДК ($0,05 \text{ мгFe/дм}^3$) в среднем в полтора раза. На большей части прибрежной акватории северной части Авачинского залива содержание железа в поверхностном слое было ниже аналитического нуля.

Содержание кремния слабо изменялось по всему разрезу, за исключением станций 4 и 7, где его концентрация превысила среднюю для разреза ($1,1 \text{ мгSi/дм}^3$) в 2,3 и 3,4 раза соответственно (рис. 8Е).

К особенностям биогенного фона в августе 2023 г. в прибрежной зоне Авачинского залива следует отнести пиковые значения всех биогенных элементов, исключая железо, на станциях 4 и 7 (рис. 8). В этих же точках присутствуют максимумы фосфора и азота в составе органических соединений, а значения железа нулевые. Кроме того, это единственные локальности, где была найдена *Pseudo-nitzscha cf. pungens* (см. рис. 3А).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Летом 2023 г. в поверхностном водном слое мониторингового разреза Авачинского залива найдено всего 9 таксонов микроводорослей комплекса ВЦВ. Наиболее часто встречались и были обильными представители *Alexandrium* и *Gonyaulax* (динофлагелляты). Локальная численность *Alexandrium* в 2023 г. была максимальной

для аналогичного периода наблюдений 2021–2023 гг. и составила $18\,000 \text{ кл./л.}$ Однако его встречаемость была незначительной. Данные инструментальных измерений гидрологических показателей аномалий не выявили. В южной части разреза отмечены концентрации общего железа, превышающие ПДК для рыбохозяйственных морских акваторий. Пиковые значения биогенных элементов совпадали с локальностями обитания диатомеи *Pseudo-nitzschia*.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Коновалова Г.В. 1998. Динофлагелляты (Dinophyta) дальневосточных морей России и сопредельных акваторий Тихого океана. Владивосток: Дальнаука. 283 с.
- Коновалова Г.В., Селина М.С. 2010. Динофитовые водоросли. Биота российских вод Японского моря. Т. 8. 351 с.
- Лепская Е.В. 2022. Данные мониторинга микроводорослей комплекса ВЦВ в Авачинском заливе (Восточная Камчатка) в 2021 г. / Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Матер. XXIII Междунар. науч. конф., посвящ. 130-летию со дня рожд. П.Т. Новограбленова. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 162–165.
- Лепская Е.В., Коломейцев В.В. 2021. Фитопланктон отдельных локальностей Берингова моря и Тихого океана в сентябре 2020 г. / Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Матер. XXII Междунар. науч. конф. (17–18 ноября 2021 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 147–152.
- Лепская Е.В., Тепнин О.Б., Коломейцев В.В., Курбанов Ю.К., Блохин И.А., Русанова В.А. 2023. Результаты мониторинга микроводорослей комплекса вредоносного «цветения» (ВЦВ) в Авачинском заливе в 2022 г. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 67. С. 46–60.
- ПНД Ф 14.1:2.2-95. Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с о-фенантролином. М.: Мин-во охраны окруж. среды и природных ресурсов РФ (перездание 2004 г.). 17 с.
- Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбо-

хозяйственного значения» (с изм. от 12 октября 2018 г., 10 марта 2020 г.). URL: <https://base.garant.ru/71586774/>

Протисты: Руководство по зоологии. Часть 3. 2011. СПб.; М.: Тов-во науч. изданий КМК. 474 с. РД 52.10.738-2010. 2010. Массовая концентрация фосфатов в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом. М.: ФГУ «ГОИН». 31 с.

РД 52.10.740-2010. 2010. Массовая концентрация азота нитритного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса. М.: ФГУ «ГОИН». 27 с.

РД 52.10.744-2010. 2010. Массовая концентрация кремния в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом в виде синей формы молибдодокремневой кислоты. М.: ФГУ «ГОИН». 14 с.

РД 52.10.745-2010. 2010. Массовая концентрация азота нитратного в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом после восстановления в кадмиевом редукторе. М.: ФГУ «ГОИН». 27 с.

РД 52.10.773-2013. 2013. Массовая концентрация азота аммонийного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Несслера. М.: ФГБУ «ГОИН». 21 с.

Bates S.S., Lundholm N., Hubbard M., Leaw C.P. 2019. Toxic and harmful Marine Diatoms / Diatoms: Fundamentals and Applications. John Wiley & Sons, Inc. P. 389–434. doi:10.1002/9781119370741.ch17 Identifying of marine phytoplankton. 1997. Ed. C.R. Tomas. USA: AcademicPress. 858 p.

REFERENCES

Konovalova G.V. *Krasnyye prilivy u Vostochnoy Kamchatki (Atlas-spravochnik)* [Red tides near Eastern Kamchatka (Atlas-reference book)]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamshat, 1995, 57 p.

Konovalova G.V., Selina M.S. *Biota rossiyskikh vod Yaponskogo morya. T. 8. Dinofitovyye vodorosli (Dinophyta)* [Biota of Russian waters of the Sea of Japan. T. 8. Dinophyta algae (Dinophyta)]. Vladivostok: Dalnauka, 2010, 352 p.

Lepskaya E.V. The data of harmful alga bloom monitoring in Avacha Gulf shore in 2021. *Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas*, 2022, Petropavlovsk-Kamchatsky, pp. 162–165. (In Russ.) EDN: REBTYG. doi:10.53657/9785961004229_162

Lepskaya E.V., Kolomeytsev V.V. The phytoplankton of some sites of Bering Sea and Pacific ocean on September 2020. *Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas*, 2021, Petropavlovsk-

Kamchatsky, pp. 147–152. (In Russ.) EDN: PBXAWU. doi:10.53657/9785961004038_147

Lepskaya E.V., Tepnin O.B., Kolomeytsev V.V., Kurbanov Yu.K., Blokhin I.A., Rusanova V.A. Results of monitoring of microalgae of harmful algal bloom (HAB) complex in the Avachisky Gulf in 2022. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2022, vol. 67, pp. 46–60. EDN: EOTENC. doi:10.15853/2072-8212.2022.67.46-60

PND F 14.1:2.2-95. Quantitative chemical analysis of water. Methodology for measuring the mass concentration of total iron in natural and waste waters using the photometric method with o-phenanthroline. M.: Ministry of Environmental Protection. environment and natural resources of the Russian Federation (reissue 2004). 17 p.

Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of December 13, 2016 No. 552 “On approval of water quality standards for water bodies of fishery significance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fishery significance” (as amended on October 12, 2018, March 10, 2020). Available at: <https://base.garant.ru/71586774/>

Protisty: Rukovodstvo po zoologii. Chast 3 [A Guide to Zoology. Part 3]. SPb.; M.: Tov-vo nauch. izdaniy KMK, 2011, 474 p.

RD 52.10.738-2010. *Massovaya kontsentratsiya fosfatov v morskikh vodakh. Metodika izmereniy fotometricheskim metodom* [Mass concentration of phosphates in sea waters. Measurement technique by photometric method]. M.: GOIN, 2010, 31 p.

RD 52.10.740-2010. *Massovaya kontsentratsiya azota nitritnogo v morskikh vodakh. Metodika izmereniy fotometricheskim metodom s reaktivom Grissa* [Mass concentration of nitrite nitrogen in sea waters. Measurement technique by photometric method with Griess reagent]. Moscow: GOIN, 2010, 27 p.

RD 52.10.744-2010. *Massovaya kontsentratsiya kremniya v morskoy vode. Metodika izmereniy fotometricheskim metodom v vide siney formy molibdodokremnevoy kisloty* [Mass concentration of silicon in sea water. Photometric measurement technique in the form of a blue form of molybdosilicic acid]. Moscow: GOIN, 2010, 14 p.

RD 52.10.745-2010. *Massovaya kontsentratsiya azota nitratnogo v morskoy vode. Metodika izmereniy fotometricheskim metodom posle vosstanovleniya v kadmiyevom reduktore* [Mass concentration of nitrate nitrogen in sea water. Photometric measurement technique after reduction in a cadmium reducer]. Moscow: GOIN, 2010, 27 p.

RD 52.10.773-2013. *Massovaya kontsentratsiya azota ammoniynogo v morskikh vodakh. Metodika izmereniy fotometricheskim metodom s reaktivom Nesslera* [Mass concentration of ammonium nitrogen in sea waters. Photometric measurement technique with Nessler's reagent]. Moscow: GOIN, 2013, 21 p.

Bates S.S., Lundholm N., Hubbard M., Leaw C.P. Toxic and harmful Marine Diatoms. *Diatoms: Fundamentals and Applications*, 2019, John Wiley & Sons, Inc. P. 389–434. doi:10.1002/9781119370741.ch17 Identifying of marine phytoplankton. (Ed. C.R. Tomas). USA: AcademicPress, 1997, 858 p.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Авторы заявляют, что данный обзор не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки на все использованные в обзоре данные оформлены в соответствии с ГОСТом. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

The authors declare that this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references to all data used in the review are formatted in accordance with GOST (the Russian State Standard). The authors declare that they have no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ / AUTHOR CONTRIBUTION

Лепская Е.В. — организация работ, обработка проб фитопланктона, анализ гидробиологических и гидрохимических данных, текст статьи за исключением гидрологического раздела. Тепнин О.Б. — анализ гидрологических данных и их описание. Походина М.А. — обработка гидрохимических проб. Морозов Т.Б. — отбор проб и гидрологические промеры в июле. Васильев А.О. — отбор проб и гидрологические промеры в августе.

Lepskaya E.V. provided organization of the works, processing of phytoplankton samples, analysis of hydrobiological and hydrochemical data, text of the article except for the hydrological section. Tepnin O.B. accomplished analysis of hydrological data and their description. Pokhodina M.A. processed hydrochemical samples. Morozov T.B. accomplished sampling and hydrological measurements in July, Vasiliev A.O. – sampling and hydrological measurements in August.

Информация об авторах

Е.В. Лепская — канд. биол. наук, зав. лабораторией рыбохозяйственной экологии, Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО). ORCID: 0000-0001-7990-0252

О.Б. Тепнин — зав. сектором океанографии, Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО). ORCID: 0000-0001-9596-4336

М.А. Походина — ст. специалист лаборатории химического анализа, Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО).

ORCID: 0009-0005-4714-0179

Т.Б. Морозов — ст. специалист сектора гидробиологии, Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО). ORCID: 0000-0001-6782-6921

А.О. Васильев — специалист лаборатории морских рыб, Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО)

Information about the authors

Ekaterina V. Lepskaya – Ph. D. (Biology), Head of Lab. of fisheries ecology (KamchatNIRO). ORCID: 0000-0001-7990-0252

Oleg B. Tepnin – Head of Oceanography Division (KamchatNIRO). ORCID: 0000-0001-9596-4336

Mariya A. Pokhodina – Senior Specialist of Lab. of chemical analysis (KamchatNIRO). ORCID: 0009-0005-4714-0179

Taras B. Morozov – Senior Specialist of hydrobiology sector (KamchatNIRO). ORCID: 0000-0001-6782-6921

Artyom O. Vasilyev – Specialist of Lab. of marine fish (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию / Received: 19.04.2024

Одобрена после рецензирования / Revised: 22.04.2024

Статья принята к публикации / Accepted: 17.05.2024

Научная статья/ Original article
УДК 597.557.511:57.087.3(282.257.21)
doi:10.15853/2072-8212.2024.73.53-62
EDN: ONYHLC



ПРИМЕНЕНИЕ ФОТОЛОВУШЕК ДЛЯ ВЕДЕНИЯ НЕПРЕРЫВНОГО МОНИТОРИНГА И ОПРЕДЕЛЕНИЯ СРОКОВ НЕРЕСТОВОЙ МИГРАЦИИ И НЕРЕСТА РАННЕЙ ФОРМЫ НЕРКИ ОЗ. АЗАБАЧЬЕГО В 2023 Г.

Потапов Александр Сергеевич[✉], Фадеев Евгений Сергеевич

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, potapov.a.s@kamniro.vniro.ru[✉]

Аннотация. В работе оценена эффективность применения фотоловушки для наблюдения за нерестом производителей нерки на мелких ключевых нерестилищах, определены оптимальные критерии для ее установки. Уточнены сроки прохождения производителями нерки различных участков реки от Камчатского залива до нерестилищ оз. Азабачьего, даны рекомендации о сроках проведения авиаучетных исследований в бассейне озера.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, производители, нерка, фотоловушка, озеро Азабачье, нерест, мониторинг

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Потапов А.С., Фадеев Е.С. Применение фотоловушек для ведения непрерывного мониторинга и определения сроков нерестовой миграции и нереста ранней формы нерки оз. Азабачьего в 2023 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2024. Вып. 73. С. 53–62. EDN: ONYHLC. doi:10.15853/2072-8212.2024.73.53-62

USING THE CAMERA TRAPS FOR PERMANENT MONITORING AND FIGURING OUT THE TIME OF SPAWNING MIGRATION AND SPAWN OF EARLY MORPH OF SOCKEYE SALMON IN THE AZABACHYE LAKE IN 2023

Alexander S. Potapov[✉], Evgeny S. Fadeev

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, potapov.a.s@kamniro.vniro.ru[✉]

Abstract. Efficiency of using camera trap to monitor spawning sockeye salmon on small spring-type spawning grounds is evaluated and optimal criteria for installation are determined in the paper. The time of sockeye salmon migration in different sections of spawning route from Kamchatka Gulf to the spawning grounds in the Azabachye Lake is clarified, and recommendations on the timing of aerial surveys in the lake basin were given.

Keywords: Pacific salmon, spawners, sockeye salmon, camera trap, Azabachye Lake, spawning, monitoring

Funding. The study was not sponsored.

For citation: Potapov A.S., Fadeev E.S. Using the camera traps for permanent monitoring and figuring out the time of spawning migration and spawn of early morph of sockeye salmon in the Azabachye Lake in 2023 // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean, 2024, vol. 73, pp. 53–62. EDN: ONYHLC. doi:10.15853/2072-8212.2024.73.53-62

Нерестилища ранней формы нерки оз. Азабачьего располагаются в основном в речных потоках (около 72% от всех нерестилищ). Ключевые нерестилища ранней нерки в бассейне озера занимают около 13%, а озерные — 15% (Бугаев, Остроумов, 1990). Отдаленность от стационарного наблюдательного пункта и труднодоступность ключевых нерестилищ приводят к сложностям ведения непрерывного монито-

ринга за их заполнением производителями и процессом нереста. Ранее исследователям для проведения непрерывных наблюдений за жизнью нерки на гнездах приходилось обустроить временные жилища непосредственно у нерестилищ, на время всего нерестового периода производителей (Островский, Семенченко, 1985; Паренский, 1990). При этом нахождение человека у нерестилищ крайне небезопасно,

поскольку концентрация нерки на доступных для медведей площадях привлекает большое количество этих хищников, кормящихся в летне-осенний период в бассейне озера (Бугаев, Остроумов, 2004).

В последнее время, по мере развития цифровой техники, стали активно внедряться новые инструменты дистанционного наблюдения. Для оценки численности и наблюдений за распределением нерки на нерестилищах активно применяются беспилотные летательные аппараты (БПЛА) (Запорожец, Запорожец, 2017; Свиридов и др., 2022; Christie et al., 2016; Groves et al., 2016). Однако исследования с помощью квадрокоптеров потребительского класса имеют ряд ограничений, в частности малая дистанция (до 5 км) и продолжительность полета (до 45 мин).

Для автономного, непрерывного и продолжительного наблюдения за производителями нерки оз. Азабачьего в период нерестовой миграции и нереста в 2023 г. впервые был применен инструмент, являющийся разновидностью цифрового фотоаппарата, предназначенного для съемки без участия человека, с автоматической активацией — фотоловушка. С ее помощью появилась возможность исследовать процесс нереста нерки на протяжении всего сезона.

Местом для настоящего исследования была выбрана Тимофеевская чаша – 1 (р. Тимофеевская). Приоритет выбора площадки для проведения работ определялся относительной близостью к оз. Азабачьему, необходимой для осуществления периодического контроля над обитанием (1–2 раза в месяц), средней или высокой прозрачностью воды и небольшой глубиной (до 0,4 м). Площадь нерестилища в Тимофеевской чаше составляет 0,01 га при общей площади всех нерестилищ для ранней нерки около 51 га.

Основная цель работы — исследовать возможность применения фотоловушек для проведения непрерывного мониторинга и определения сроков нерестовой миграции и нереста ранней формы нерки оз. Азабачьего в 2023 г.

Для достижения поставленной цели потребовалось решить следующие задачи:

- определить критерии для места установки фотоловушки;
- выявить основные преимущества и недостатки использования фотоловушек;
- изучить особенности нереста, сроки миграции производителей ранней формы нерки;
- оценить долю выедания медведями ранней формы нерки на нерестилище.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для реализации исследования использована фотоловушка Seelock S308 (рис. 1). Данная фотоловушка имеет цифровую камеру 12Мп, которая позволяет проводить круглосуточную фотосъемку как с помощью функции таймера (таймлапс), так и датчика движения, а также вести запись видео в разрешении 1920*1080 пикселей. Кроме того, возможна одновременная фиксация фото- и видеоматериала. Фотоловушка оснащена дисплеем с функцией просмотра, а также термометром, измеряющим температуру окружающей среды.

Технические характеристики фотоловушки Seelock S308: габариты — 152×127×78 мм; температурный режим работы — от –20 °С до +60 °С; тип датчика движения — PIR, 4 степени чувствительности; дальность срабатывания — 25 м; тип карты памяти — SD и SDHC до 32 Гб; дальность ИК подсветки — 18 м; угол обзора — 50°; количество батареек типа AA — 12 шт.; скорость срабатывания — 0,6 сек; максимальный размер фотографии — 12 Мп; поддержка видео — 1920×1080 пикс. Фотоловушка Seelock



Рис. 1. Фотоловушка Seelock S308
Fig. 1. The camera trap Seelock S308

S308 имеет возможность питания от 12 батареек типа АА.

Для наблюдений за миграцией нерки на нерестилища использовали аэрофотосъемку, которую осуществляли с помощью квадрокоптера DJI “Mavic 3 MiniPRO” (Dajiang Innovation Technology Co, КНР). Фотографирование проводили с высоты 20–30 м.

Снимки, сделанные с помощью фотоловушки и БПЛА, были проанализированы в стандартных программах просмотра изображений Windows 10 (Microsoft Corporation, США) и свободно распространяемой программе ImageJ (National Institutes of Health, США) (Запорожец, Запорожец, 2017; Kudo et al., 2012; Whitehead et al., 2014; Christie et al., 2016; Groves et al., 2016).

В качестве рыбоучетной системы в пр. Азабачьей в 2023 г. был использован гидроакустический комплекс DT-X (BioSonics Inc.). Программное обеспечение комплекса состоит из штатной программы управления и сбора данных в реальном времени Visual Acquisition (BioSonics Inc., США) и программы камеральной обработки данных в отложенном времени Echoview (Echoview Software Pty Ltd, Австралия).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Наблюдения за производителями нерки в Тимофеевской чаше – 1 проводили с 16.06.2023 по 12.08.2023 путем создания серии фотоснимков с использованием функции таймлапс (частота 1 снимок в час). Фотосъемку вели в течение 55

дней. Фотографии записывались на съемную SDHC-карту объемом 32Гб. Данные с фотоловушки снимали три раза за период исследования (09.07, 22.07 и 10.08). В общей сложности было получено более 1300 фотоснимков. В результате проведенных исследований выяснили, что объем памяти съемного носителя фотоловушки и емкость батарей питания позволяют выставлять интервал между фотоснимками 30–40 минут и при этом записывать видео продолжительностью 10–15 секунд. Такой интервал позволяет накапливать данные в течение всего периода исследований (3–4 месяца) без их снятия и замены батарей.

Фотоловушка была установлена на одном из склонов рядом с Тимофеевской чашей – 1 на высоте примерно 20–25 м. Расстояние установки фотоловушки от нерестилища обусловлено тем, чтобы охват объектива был максимальным без применения цифрового увеличения фотоснимков. Высота установки фотоловушки выбирается так, чтобы максимально увеличить угол между плоскостью водоема и объективом фотоловушки, так как при этом уменьшается эффект «зеркала», который создается от отражения света от водной поверхности.

Тимофеевская чаша – 1 находится в северной части озера на расстоянии около 700 м от берега и около 1,6 км от бывшего наблюдательного пункта КамчатНИРО и является лимнокреном (рис. 2). Глубина чаши составляет от 20 до 40 см, общая площадь — порядка 1000 м².

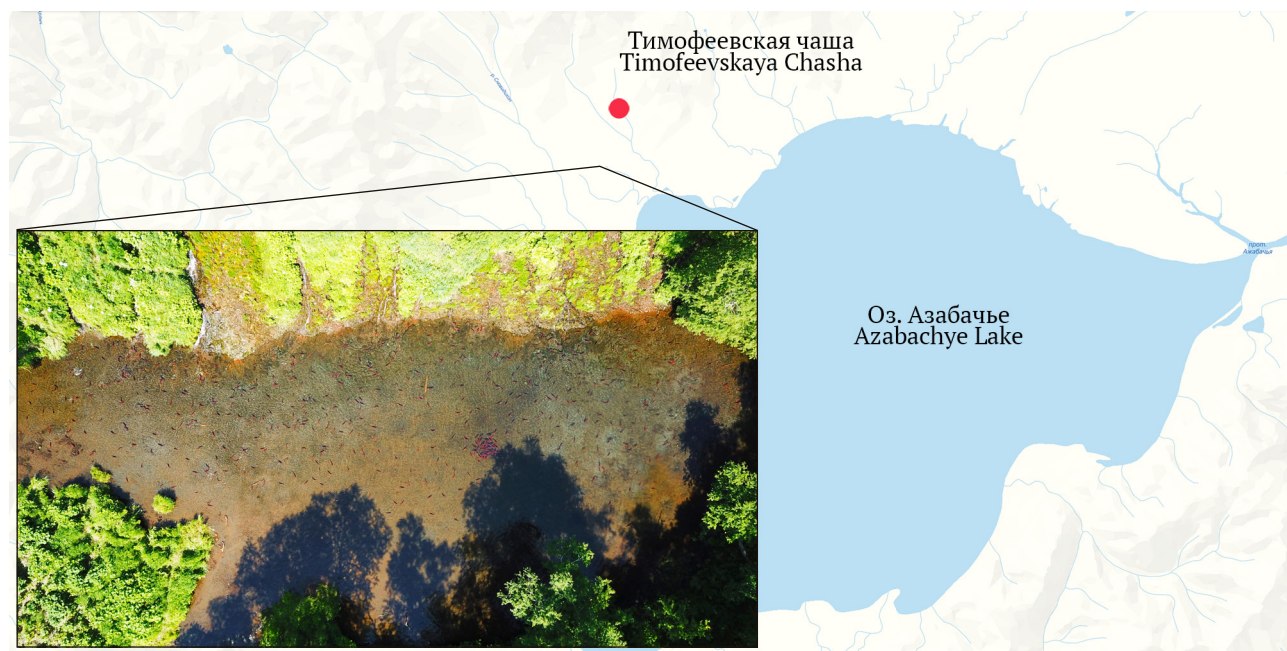


Рис. 2. Карта-схема расположения Тимофеевской чаши – 1 в бассейне оз. Азабачьего
Fig. 2. Schematic map of the Timofeevskaya Chasha – 1 location in the Azabachye Lake basin

Характеристики объекта ловушки позволили охватить около 85% исследуемого нерестилища.

Лососевый промысел на морских рыболовных участках (далее — РЛУ) в Камчатском заливе в 2023 г. был начат 07.06, на речных РЛУ Усть-Камчатского района — 10.06. С 07.06 по 08.06 объем добычи нерки был невысокий — не более 100 т в сутки. Согласно динамике уловов, на морских РЛУ массовый нерестовый ход ранней формы нерки начался 10.06, когда среднесуточные объемы вылова достигали порядка 800 т. Далее проходные дни для промысла в Камчатском заливе пришлось на 11.06 и 12.06 и на речные РЛУ — 11.06–13.06 (рис. 3, 4).

По результатам моделирования численности рыб на основе контрольных и промышленных уловов на рыболовном участке промышленного рыболовства № 832 «Хваленка», расположенном в нижнем течении реки, массо-

вый ход нерки начался 13 июня и продолжался до 21 июня, а в пр. Азабачьей (по данным гидроакустических исследований) — с 16 июня до 22 июня (рис. 4, 5). Полученные данные о начале массового хода нерки ранней формы в различных участках промыслового района (Камчатский залив и нижнее течение р. Камчатки) в 2023 г. подтверждают ранее выдвинутое заключение о том, что ранняя нерка преодолевает участок от Камчатского залива до оз. Азабачьего в среднем за 4–6 суток (Фадеев и др., 2019).

Из-за большой разницы температуры воды в Камчатском заливе, нижнем течении реки, в протоке и в озере, миграция ранней нерки происходит с отстаиванием ее в местах смешения вод (Шевляков, Фадеев, 2015). Так, нерка, мигрирующая из протоки в озеро, не сразу распределяется к местам нереста, а сначала нагуливается в восточной мелководной части озера.

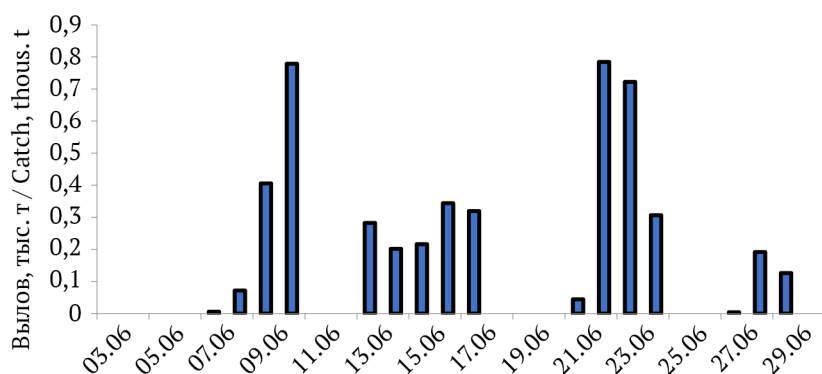


Рис. 3. Динамика вылова ранней нерки в Камчатском заливе в июне 2023 г.
Fig. 3. Catch dynamics of early sockeye salmon in Kamchatka Bay in June 2023

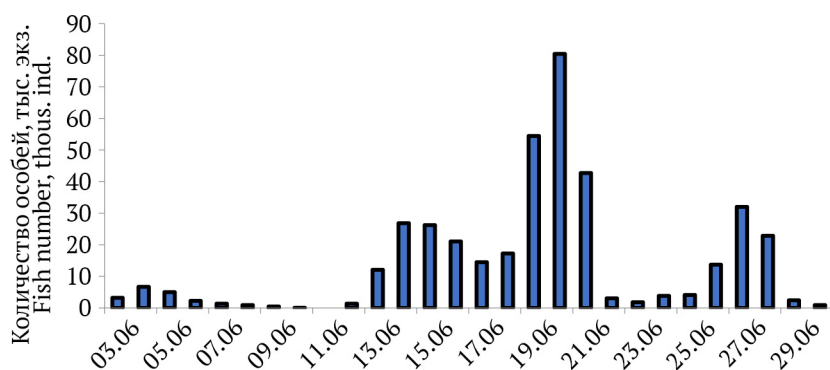


Рис. 4. Динамика пропуска ранней нерки в нижнем течении р. Камчатки в июне 2023 г.
Fig. 4. Dynamics of early sockeye salmon escapement in the low part of the Kamchatka River in June 2023

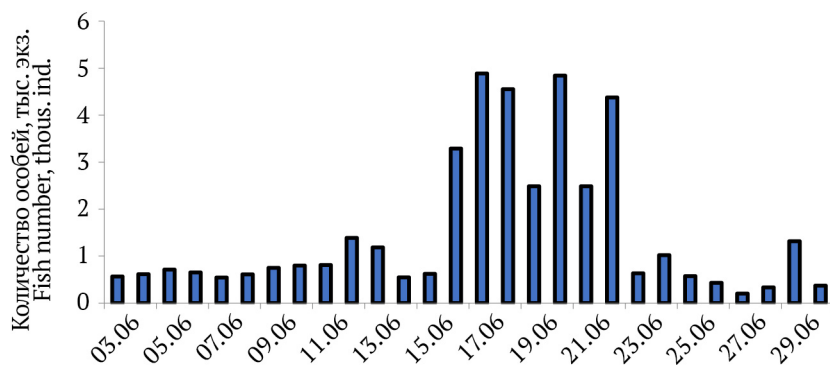


Рис. 5. Динамика пропуска ранней нерки в пр. Азабачьей в июне 2023 г.
Fig. 5. Dynamics of early sockeye salmon escapement in the Azabachya Channel in June 2023

В этой части озера вода прогревается значительно быстрее, чем в остальных. После захода в озеро ранняя нерка концентрируется на данном участке водоема, формируя скопления, откуда, по мере созревания, постепенно мигрирует к устьям притоков озера.

Так, при проведении нами контрольных исследований с помощью БПЛА (24.06, 28.06, 05.07.2023), максимальное количество производителей нерки у р. Тимофеевской, вытекающей из Тимофеевской чаши – 1, было зафиксировано 28 июня в количестве 500–700 особей (рис. 6).

Первая пара производителей нерки отмечена на нерестилище Тимофеевская чаша – 1 05.06.2023, а последняя – 24.07.2023. Максимальна численность нерестящихся рыб, зафиксированная с помощью фотоловушки 14–16.07.2023 (рис. 7).

Можно сделать вывод, что миграция ранней нерки из залива до озера происходит в течение 4–6 суток, что подтверждается ранее проведенными исследованиями (Фадеев и др., 2019). Затем, около двух недель, проходит период созревания производителей непосредственно в

озере, после чего рыба начинает распределяться по нерестилищам. Таким образом, временной лаг от подхода ранней нерки в Камчатский залив до массового нереста в бассейне оз. Азабачьего составляет около пяти недель (рис. 8).

По результатам исследований выяснили, что нерест ранней нерки в Тимофеевской чаше – 1 в 2023 г. продолжался около 20 суток. Максимальное число зафиксированных с помощью фотоловушки производителей за сутки отмечено 15 июля (76 экз.) (рис. 7).

Анализ полученных фотоснимков показал, что в среднем период созревания производителей в чаше составил 2–3 суток, продолжительность нереста – 3 суток, после чего начался процесс заиливания гнезд (рис. 9).

Максимальный прирост производителей на нерестилище отмечен 10 июля (22 экз. за сутки) и 15 июля (23 экз. за сутки). Явно выраженной смены генераций за весь период наблюдений не выявлено. Это может свидетельствовать о том, что рыбы на нерестилище были из одного подхода и не имели различия в темпоральных формах.

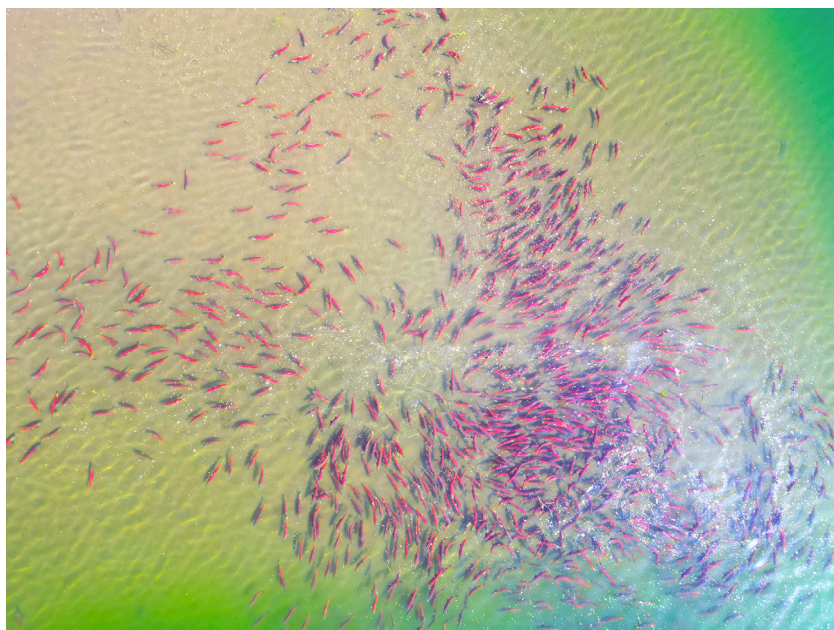


Рис. 6. Ранняя нерка в устьевой зоне реки, вытекающей из Тимофеевской чаши – 1 (28.06.2023)
Fig. 6. Early sockeye salmon in the mouth part of the river, emerging from the Timofeevskaya Chasha – 1 (28.06.2023)

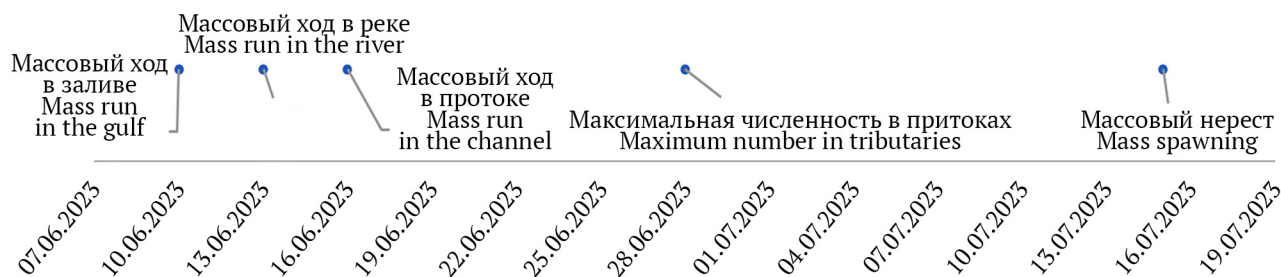


Рис. 7. Массовый ход и нерест производителей ранней нерки в июне 2023 г.
Fig. 7. Mass run and spawning of early sockeye salmon in June 2023

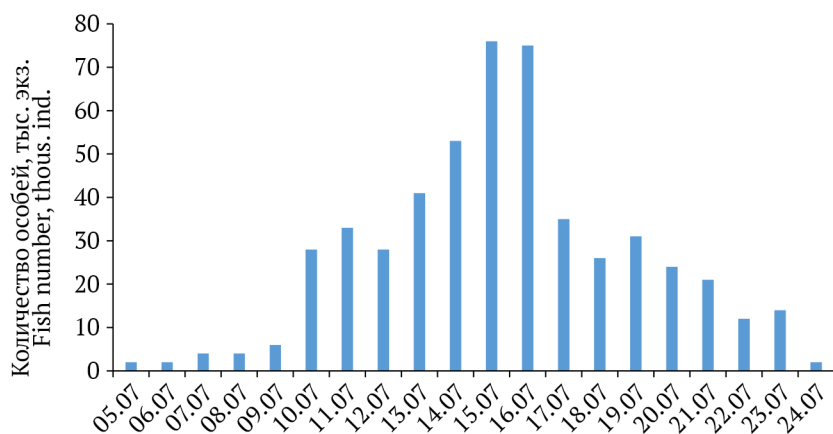


Рис. 8. Динамика численности производителей нерки в Тимофеевской чаше – 1 в июле 2023 г.

Fig. 8. Dynamics of the number of sockeye salmon spawners in the Timofeevskaya Chasha – 1 in July 2023



Рис. 9. Нерест ранней формы нерки в Тимофеевской чаше – 1. 08.07 и 10–11.08.2023

Fig. 9. Spawning of early morph of sockeye salmon in the Timofeevskaya Chasha – 1. 08.07 и 10–11.08.2023

По данным, полученным с фотоловушки, период от захода производителей на нерестилища и до окончания нереста составлял 5–6 дней. Период от окончания нереста до гибели не удалось достоверно определить, однако, по наблюдениям В.А. Паренского (1990), средняя продолжительность жизни нерки на нерестилищах озера составляет в среднем 10–14 дней. Полагаем, что период жизни производителей на нерестилище Тимофеевская чаша — 1 в 2023 г. мог быть менее продолжительным, так как рыбу активно выедали медведи. Медведи, как правило, съедают особей, которые, в большей своей части, уже участвовали в нересте. Предпочтение медведей к такой рыбе происходит из-за того, что после нереста она менее активна и для ее поимки тратится меньше энергии (Середкин, Пачковский, 2004, 2006; Паренский, 2005).

В ночь с 16 по 17 июля численность производителей нерки сократилась с 75 до 35 экз. На фотографиях не было обнаружено ни одной сненки за это время, т. е. выедаемость нерки медведями за сутки составила более половины всех нерестящихся рыб — 40 экз., или 53%. Интенсивность элиминации на мелководных нерестилищах обычно очень высока, иногда достигает 90%. По данным Е.А. Шевлякова (2016), в среднем один камчатский бурый медведь съедает около 10–15 рыб за сутки.

Кроме того, в годы низкой численности лососей или с особыми гидрологическими условиями (низкие уровни воды в притоках озера) существует угроза сохранения пространственной структуры популяций и даже угроза их существования (Бугаев и др., 2007). Так, в 2005 г. на фоне крайне низкого пропуска ранней нерки в оз. Азабачье на 6 из 11 нерестовых водотоков нерест ее полностью отсутствовал из-за выедания медведем (Паренский, 2005).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований удалось доказать положительную эффективность применения фотоловушек. Технические характеристики фотоловушки позволили зафиксировать производителей на одном из нерестилищ. Выбранный интервал между фотоснимками (30–40 минут) и записью видео (10–15 сек.) позволил накапливать данные в течение всего периода исследований (3–4 месяца) без их снятия и замены батарей.

Определены оптимальные критерии места установки фотоловушки. В частности, фотоловушку следует устанавливать как можно выше,

стремясь к углу в 90 градусов между объективом и водной поверхностью, чтобы избежать бликов от воды на фотоснимках.

Благодаря исследованию, выяснено, что ранняя форма нерки оз. Азабачье приступает к нересту примерно через 5 недель после ее подхода в Камчатский залив. Продолжительность нереста вида составляла около 20 дней (массовый — примерно 7 дней), а время жизни производителей на относительно небольших ключевых нерестилищах при низком их заполнении составляет не менее 5–6 дней. Сокращение периода жизни производителей из небольших притоков озера было связано прежде всего с высокой выедаемостью медведями. Так, в течение суток процент выедания нерки на нерестилище составил более половины всех рыб — 53%.

Исследование показало, что в условиях невысокого заполнения нерестилищ производителями, с учетом скоротечности процесса нереста, активного выедания медведями и быстротой заиливания гнезд, необходимо более тщательно подходить к планированию авиаучетных исследований ранней нерки оз. Азабачье, которая в основном для нереста распределяется по притокам водоема. Таким образом, мониторинговые авиаучетные работы необходимо проводить через 5 недель после начала активного подхода ранней нерки к морским РЛУ в Камчатском заливе или через 4 недели после массовой ее миграции в протоку озера через гидроакустический створ.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Бугаев В.Ф., Вронский Б.Б., Заварина Л.О., Зорбиди Ж.Х., Остроумов А.Г., Тиллер И.В. 2007. Рыбы реки Камчатка. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 459 с.
- Бугаев В.Ф., Остроумов А.Г. 1990. О типах нерестилищ и размерах тела производителей нерки в бассейне р. Камчатки // *Вопр. географии Камчатки*. № 10. С. 56–66.
- Бугаев В.Ф., Остроумов А.Г. 2004. Влияние численности производителей нерки *Oncorhynchus nerka* на численность бурого медведя *Ursus ursus arctos* и некоторых видов птиц в бассейне оз. Азабачье (бассейн р. Камчатки) / *Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей* : Матер. V Науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 22–24 ноября 2004 г.). С. 264–267.
- Запорожец О.М., Запорожец Г.В. 2017. Использование фото- и видеофиксации для оценки количества производителей тихоокеанских ло-

сосей на нерестилищах и путях их миграции: некоторые методические подходы // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 47. С. 77–90.

Островский В.И., Семенченко Н.Н. 1985. Роль социального стресса в регуляции численности популяции нерки (*Oncorhynchus nerka* Walbaum) / Исследование и рациональное использование биоресурсов дальневосточных и северных морей СССР и перспективы создания технических средств для освоения неиспользуемых биоресурсов в открытом океане. Владивосток. С. 48–49.

Паренский В.А. 1990. Репродуктивное поведение и эффективность нереста нерки *Oncorhynchus nerka* Walbaum : Дис. ... канд. биол. наук. 133 с.

Паренский В.А. 2005. Роль медведей в динамике численности лососей Камчатки / Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Матер. VI Науч. конф. С. 132–136.

Свиридов В.В., Подорожнюк Е.В., Никитин В.Д., Скорик А.В. 2022. Модификации беспилотного учета производителей тихоокеанских лососей в реках Сахалинской области и Хабаровского края // Изв. ТИНРО. Т. 202, № 4. С. 1015–1031.

Середкин И.В., Пачковский Дж. 2004. Питание бурого медведя лососем на реке Кроноцкой в 2003 г. / Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Матер. V Науч. конф. С. 284–287.

Середкин И.В., Пачковский Дж. 2006. Питание бурого медведя тихоокеанскими лососями на р. Кроноцкая, Камчатка / Бурый медведь Камчатки: экология, охрана, рациональное использование. Владивосток: Дальнаука. С. 78–84.

Фадеев Е.С., Шевляков Е.А., Фельдман М.Г. 2019. Комплексный мониторинг пропуска производителей тихоокеанских лососей р. Камчатки в режиме реального времени // Изв. ТИНРО. Т. 197. С. 3–20.

Шевляков Е.А. 2016. Роль камчатского бурого медведя (*Ursus Arctos Piscator*) в формировании нерестового запаса камчатских лососей рода *Oncorhynchus* // Бюл. № 11 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». С. 120–128.

Шевляков Е.А., Фадеев Е.С. 2015. Проблемы рационального рыболовства тихоокеанских лососей в бас. р. Камчатки и Камчатском заливе, меры управления // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 38. С. 5–28.

Christie K.S., Gilbert S.L., Brown C.L., Hatfield M., Hanson L. 2016. Unmanned aircraft systems in wildlife research: current and future applications of a

transformative technology // *Frontiers in Ecology and the Environment*. Vol. 14, issue 5. P. 241–251.

Groves P.A., Alcorn B., Wiest M.M., Maselko J.M., Connor W.P. 2016. Testing unmanned aircraft systems for salmon spawning surveys // *FACETS* 1: P. 187–204.

Kudo H., Koshino Y., Eto A., Ichimura M., Kaeriyama M. 2012. Cost-effective accurate estimates of adult chum salmon, *Oncorhynchus keta*, abundance in a Japanese river using a radio-controlled helicopter // *Fisheries Research*, 119–120: 94–98.

Whitehead K., Hugenholtz C.H., Myshak S., Brown O., LeClair A., Tamminga A., Barchyn T.E., Moorman B., Eaton B. 2014. Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UASs), part 2: scientific and commercial applications // *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, 2 (3): 86–102.

REFERENCES

Bugayev V.F., Ostroumov A.G. *O tipakh neresetilishch i razmerakh tela proizvoditeley nerki v bassejne r. Kamchatka* [On the types of spawning grounds and body sizes of sockeye salmon spawners in the river basin Kamchatka]. *Voprosy geografii Kamchatki*, 1990, no. 10, pp. 56–66. (In Russ.) EDN: DKYXNK

Bugayev V.F., Ostroumov A.G. The influence of the number of sockeye salmon spawners *Oncorhynchus nerka* on the number of brown bear *Ursus ursus arctos* and some bird species in the lake basin Azabachy (Kamchatka River basin). *Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas: Materials of the V scientific conference*. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2004, pp. 264–267. (In Russ.) EDN: CBRHAV

Bugaev V.F., Vronsky B.B., Zavarina L.O., Zorbid Zh. h., Ostroumov A.U., Tiller I.V. *Ryby reki Kamchatka* [Pisces of the Kamchatka River]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2007, 459 p.

Zaporozhets O.M., Zaporozhets G.V. Using the photo- and video records for assessment of pacific salmon escapement on migration routes and spawning grounds: some of methodical approaches. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2017, vol. 47, pp. 77–90. (In Russ.) EDN: YVPUYM. doi:10.15853/2072-8212.2017.47.77-90

Ostrovskiy V.I., Semenchenko N.N. The role of social stress in the regulation of the population of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka* Walbaum). *Issledovaniye i ratsionalnoye ispolzovaniye bioresursov dal'nevostochnykh i severnykh morey SSSR i perspektivy sozdaniya tekhnicheskikh sredstv dlya*

osvoyeniya neispolzuyemykh bioresursov v otkrytom okeane [Research and rational use of biological resources of the Far Eastern and northern seas of the USSR and prospects for the creation of technical means for the development of unused biological resources in the ocean]. Vladivostok: TINRO, 1985, pp. 48–49.

Parenskiy V.A. *Reproduktivnoye povedeniye i effektivnost' neresta nerki Oncorhynchus nerka Walbaum: dis. ... kand. biol. nauk* [Reproductive behavior and spawning efficiency of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* Walbaum: Dis. ... cand. biol. sciences]. Vladivostok: IBM DVO, 1990, 133 p.

Parenskiy V.A. The role of bears in the dynamics of salmon numbers in Kamchatka. *Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas: Materials of the VI scientific conference*. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2005, pp. 264–267. (In Russ.)

Sviridov V.V., Podorozhnyuk E.V., Nikitin V.D., Skorik A.V. Modifications of unmanned aerial survey on spawners of pacific salmon in the rivers of Sakhalin and Khabarovsk Regions. *Izvestiya TINRO*, 2022, vol. 202 (4), pp. 1015–1031. (In Russ.) EDN: JULFRV. doi:10.26428/1606-9919-2022-202-1015-1031

Seredkin I.V., Paczkowski J. Brown bears feeding on salmon on the Kronotsky River in 2003. *Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas: Materials of the V scientific conference*. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2004, pp. 284–287. (In Russ.)

Seredkin I.V., Paczkowski J. Brown bear feeding on pacific salmon in the Kronotsky River of Kamchatka. *Kamchatka Brown Bear: Ecology, Conservation, and Sustainable Use*. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2006, pp. 78–84. EDN: ZIGZMN

Fadeev E.S., Shevlyakov E.A., Feldman M.G. Complex monitoring of salmon spawners escapement to the Kamchatka River in real time regime. *Izvestiya TINRO*, 2019, vol. 197, pp. 3–20. (In Russ.) EDN: TUDAPK. doi:10.26428/1606-9919-2019-197-3-20

Shevlyakov E.A. The role of the Kamchatka brown bear (*Ursus Arctos Piscator*) in the formation of the spawning stock of Kamchatka salmon of the genus *Oncorhynchus*. *Bull. No. 11 study of Pacific salmon in the Far East*, 2016, pp. 120–128. (In Russ.)

Shevlyakov E.A., Fadeev E.S. Problems of rational fishery of pacific salmon in the basin of the River Kamchatka and Kamchatsky Gulf, measures of management. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2015, vol. 38, pp. 5–28. (In Russ.) EDN: VBHLZT. doi:10.15853/2072-8212.2015.38.5-28

Christie K.S., Gilbert S.L., Brown C.L., Hatfield M., Hanson L. Unmanned aircraft systems in wildlife research: current and future applications of a transformative technology. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 2016, vol. 14, issue 5, pp. 241–251.

Groves P.A., Alcorn B., Wiest M.M., Maselko J.M., Connor W.P. Testing unmanned aircraft systems for salmon spawning surveys. *FACETS* 1, 2016, pp. 187–204.

Kudo H., Koshino Y., Eto A., Ichimura M., Kaeriyama M. Cost-effective accurate estimates of adult chum salmon, *Oncorhynchus keta*, abundance in a Japanese river using a radio-controlled helicopter. *Fisheries Research*, 2012, vol. 119–120, pp. 94–98.

Whitehead K., Hugenholtz C.H., Myshak S., Brown O., LeClair A., Tamminga A. Barchyn T.E., Moorman B., Eaton B. Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UASs), part 2: scientific and commercial applications. *Journal of Unmanned Vehicle Systems*, 2014, 2 (3), pp. 86–102.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Авторы заявляют, что данный обзор не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки на все использованные в обзоре данные других авторов оформлены в соответствии с ГОСТом. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

The authors declare that this review does not contain their own experimental data obtained using animals and human participants. Bibliographic references to all data of other authors used in the review are arranged in accordance with GOST (the Russian State Standard). The authors declare that there is no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ AUTHOR CONTRIBUTION

Потапов А.С. — сбор, обработка и анализ полученных данных, текст статьи, за исключением раздела «Материал и методика». Фадеев Е.С. — организация работ, сбор данных, раздел «Материал и методика».

Alexander S. Potapov – collection, processing and analysis of the obtained data, the text of the article, except for the section “Material and Methodology”. Evgeny S. Fadeev – organization of the works, data collection, writing the section “Material and Methodology”.

Информация об авторах

А.С. Потапов — ст. специалист сектора
тихоокеанских лососей Камчатского филиала
ВНИРО (КамчатНИРО)

Е.С. Фадеев — канд. биол. наук, вед. науч.
сотрудник сектора тихоокеанских лососей
Камчатского филиала ВНИРО
(КамчатНИРО),
e.fadeev@kamniro.vniro.ru.
ORCID: 0000-0001-5469-7382

Information about the authors

Alexander S. Potapov – Senior Specialist,
Pacific salmon division (KamchatNIRO)

Evgeny S. Fadeev – Ph. D. (Biology),
Leading Scientist,
Pacific salmon division,
KamchatNIRO,
e.fadeev@kamniro.vniro.ru.
ORCID: 0000-0001-5469-7382

Статья поступила в редакцию / Received:
14.02.2024

Одобрена после рецензирования / Revised:
20.02.2024

Статья принята к публикации / Accepted:
03.05.2024

Научная статья / Original article

УДК 639.41(265.54)

doi:10.15853/2072-8212.2024.73.63-79

EDN: QQLMFP



ОПЫТ ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИПЛОИДНОЙ ТИХООКЕАНСКОЙ УСТРИЦЫ *CRASSOSTREA GIGAS* (THUNBERG, 1793) МЕТОДОМ ТЕПЛОВОГО ШОКА

Лескова Светлана Евгеньевна^{1,✉}, Синенко Анастасия Вячеславовна², Анисимова Анна Алимовна², Ковалев Николай Николаевич²

¹Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет (Дальрыбвтуз), Владивосток, Россия, svetaleskova@mail.ru

²Институт Мирового океана Дальневосточного федерального университета (ИМО ДВФУ), Владивосток, Россия

Аннотация. Впервые в практике дальневосточной аквакультуры апробирован метод тепловой индукции организменной полиплоидии у тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas*. Через 25 мин после оплодотворения был произведен экспериментальный блок мейоза путем кратковременного (3 мин) воздействия температуры 32 °C. Для оценки эффективности использования данного метода в товарном производстве тихоокеанской устрицы проведены исследования выживаемости, роста и развития контрольных и экспериментальных личинок (группы 2N и 3N соответственно) в заводских условиях, а также изучена двухлетняя динамика роста молоди в бух. Воевода о-ва Русский (зал. Петра Великого, Японское море). Методом проточной цитометрии содержания ДНК в гемоцитах в группе 3N идентифицировали 35% триплоидов, 22,5% тетраплоидов и 40% гетероплоидов. Максимальный весовой прирост устриц в группе 3N (0,34 г/сут) наблюдали на втором году жизни в летний период, максимальную скорость линейного роста (1,55 мм/сут) — в сентябре второго года. В группе 2N соответствующие показатели составили 0,31 г/сут и 1,47 мм/сут. Через 22 месяца 57,9% диплоидов и 80,9% полиплоидов достигли товарных размеров. Общий вес устриц в группе 3N составил $124,6 \pm 2,7$ г, что на 43% больше, чем в группе 2N.

Ключевые слова: тихоокеанская устрица, индуцированная полиплоидия, температурный метод, триплоидность, проточная цитометрия, личиночное развитие, размерный состав, весовой состав, весовой рост, линейный рост

Финансирование. Работа выполнена при финансовой поддержке ДВФУ (Программа стратегического академического лидерства «Приоритет-2030»: Мировой океан, по инициативной тематике № 23-05-1.06-0016 по теме в рамках реализации проекта «Технологии контроля состояния здоровья и улучшения показателей роста объектов аквакультуры») и предприятия мариккультуры ООО «Дальстам-Марин».

Для цитирования: Лескова С.Е., Синенко А.В., Анисимова А.А., Ковалев Н.Н. Опыт получения полиплоидной тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) методом теплового шока // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2024. № 73. С. 63–79. EDN: QQLMFP. doi:10.15853/2072-8212.2024.73.63-79

EXPERIMENTAL OBTAINING THE POLYPLOID PACIFIC OYSTER *CRASSOSTREA GIGAS* (THUNBERG, 1793) VIA A HEAT SHOCK

Svetlana E. Leskova^{1,✉}, Anastasiya V. Sinenko², Anna A. Anisimova², Nikolay N. Kovalev²

¹Far Eastern State Technical Fisheries University (Dalrybvtuz), Vladivostok, Russia, svetaleskova@mail.ru

²Institute of the World Ocean, Far Eastern Federal University (FEFU), Vladivostok, Russia

Abstract. Method of thermal induction was tested for the first time in the practice of Far Eastern aquaculture to obtain polyploid Pacific oyster *Crassostrea gigas*. Experimental blocking of meiosis was performed 25 min after fertilisation by brief (3 min) exposure to the temperature of 32 °C. Efficiency of the method was evaluated with assessment of survival, growth and development of control and experimental larvae (groups 2N and 3N, respectively) in conditions of plant. Growth rate of juvenile *Crassostrea gigas* in Voyevoda Bay, Russky Island (Peter the Great Bay, the Sea of Japan) during two years was studied also. The content of DNA in haemocytocytes evaluated using flow cytometry revealed 35% triploids, 22.5% tetraploids and 40% heteroploids in the group 3N. The maximum weight increment in this group (0.34 g/day) was observed in summer at the second year of life, and the maximum linear growth rate (1.55 mm/day) – in September at the second year. The values for the group 2N were 0.31 g/day and 1.47 mm/day respectively. After 22 months, 57.9% of diploid and 80.9% of polyploid oysters reached their commercial size. The total weight of oysters in the group 3N was 124.6 ± 2.7 g, what was 43% more compared to the group 2N.

Keywords: Pacific oyster, induced polyploidy, temperature method, triploidy, flow cytometry, larval development, size composition, weight composition, weight growth, linear growth

Funding. The work was carried out with the financial support of FEFU (Strategic Academic Leadership Program “Priority-2030”: World Ocean, under the initiative theme № 23-05-1.06-0016 under the project “Technologies for health control and improvement of growth indicators of aquaculture objects”) and the mariculture enterprise “Dahlstam-Marin” LLC.

For citation: Leskova S.E., Sinenko A.V., Anisimova A.A., Kovalev N.N. Experimental obtaining the polyploid Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) via a heat shock // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean, 2024, vol. 73, pp. 63–79. EDN: QQLMFP. doi:10.15853/2072-8212.2024.73.63-79

В 2020 году в мире было произведено 610,3 тыс. тонн гигантской (тихоокеанской) устрицы *Crassostrea gigas* (ФАО, 2022), что составляет 3,4% от общего объема мировой аквакультуры моллюсков. В практике морских хозяйств заводское получение спата тихоокеанской устрицы распространено достаточно широко. У побережья Южного Приморья интерес к выращиванию молодежи *C. gigas* в контролируемых условиях обозначился в последние годы в связи с увеличением спроса на товарную устрицу и, соответственно, необходимостью получения больших объемов посадочного материала. При этом сбор спата на коллекторы в акватории зал. Петра Великого не позволяет ежегодно обеспечивать стабильно высокие урожаи, так как гидрологические условия не всегда способствуют успешному воспроизводству этого субтропическо-низкобореального вида (Табельская, Гаврилова, 2021).

Технология управления хромосомными наборами путем индукции генеративной полиплоидии показала высокий потенциал для улучшения производства двустворчатых моллюсков в аквакультуре (Rasmussen, Morrissey, 2007). Получение триплоидов — важная и успешная техника выращивания устриц, которая позволяет ускорить рост молодежи до товарных размеров и избежать потери пищевой ценности за счет подавления гаметогенеза (Yang et al., 2018). У триплоидных самцов *C. gigas* сперматогенез останавливается на стадии зиготены, а блок мейоза индуцирует апоптоз половых клеток и ограничивает рост гонадных канальцев (Chen et al., 2024). Таким образом, энергия, используемая диплоидами для развития и функционирования репродуктивной системы, у стерильных триплоидных особей направляется на соматический рост и выживание (Yang et al., 2018). Многолетний опыт выращивания устриц указывает на их высокую смертность от «летней болезни», которая, как полагают, вызвана физиологическим стрессом во время размножения (Helm, 2004) и, соответственно, может быть снижена за счет стерилизации моллюсков. Другая сторона вопроса заключается в снижении потребительских свойств товарной устрицы в преднерестовом,

нерестовом и посленерестовом состоянии (Rasmussen, Morrissey, 2007; Yang et al., 2018). Известно, что у двустворчатых моллюсков в репродуктивном периоде теряется качество и наполняемость мяса (Desrosiers et al., 1993). В частности, вкус тихоокеанской устрицы зависит от гликогена (Nell, 2002). Содержание гликогена в мягких тканях моллюска в весенний период уменьшается в связи с гаметогенезом, так что перед нерестом гонады могут составлять до 50% от общего веса мягких тканей (Yang et al., 2018). Соответственно, накануне и во время нереста устрицы приобретают горьковатый вкус, а после — становятся истощенными и водянистыми; таким образом, технология получения триплоидов тихоокеанской устрицы направлена на сохранение высоких органолептических показателей продукта в течение всего года (Yang et al., 2018).

Индукционный способ получения полиплоидов двустворчатых моллюсков заключается в ингибировании выхода первого или второго полярного тельца на стадии созревания оплодотворенных яиц (Rasmussen, Morrissey, 2007; Yang et al., 2018). В первом случае преимущественно образуются тетраплоиды (Guo et al., 1996; Zhang et al., 2014; Melo et al., 2022), во втором — триплоиды (Scarpa et al., 1994; Guo et al., 1996; Gardner et al., 1996; Melo et al., 2015), хотя реальное соотношение классов плоидности существенно зависит от способа воздействия, вплоть до полной инверсии пропорции 3 и 4 n (Melo et al., 2022). Было показано, что триплоидные личинки в том или ином количестве получают при остановке как первого, так и второго деления мейоза (Yamamoto, Sugawara, 1988; Goulletquer et al., 1996). Чаще всего блок мейоза вызывают химическим (цитохалазин В, 6-димитиламинопурин) или физическим (температурный шок, гидростатическое давление) воздействием в промежутке времени между оплодотворением и отделением целевого полярного тельца. Действие цитохалазина В проверено на устрицах *C. gigas* (Allen, Downing, 1986; Desrosiers et al., 1993; Guo, Allen, 1994; Gardner et al., 1996; Goulletquer et al., 1996; Guo et al., 1996; Hubert et al., 2009; Zhang et al., 2014; Melo et al.,

2015, 2022), *C. virginica* (Stanley et al., 1981), *C. madrasensis* (Mallia et al., 2006) и *Saccostrea glomerata* (Hand et al., 2004), мидиях *Mytilus galloprovincialis* (Scarpa et al., 1994) и *M. edulis* (Desrosiers et al., 1993; Scarpa et al., 1994), гребешке *Placopecten magellanicus* (Desrosiers et al., 1993). Воздействие 6-димитиламинопурина исследовали на *C. gigas* (Desrosiers et al., 1993; Gérard et al., 1994; Hand et al., 2004; Melo et al., 2015, 2022), *M. edulis* (Desrosiers et al., 1993) и *P. magellanicus* (Desrosiers et al., 1993). Физический метод был успешно применен на моллюсках *C. gigas* (Chaiton, Allen, 1985; Quillet, Panelay, 1986; Gosling, Nolan, 1989; Scarpa et al., 1994; Melo et al., 2015, 2022), *Tapes semidecussatus* (Gosling, Nolan, 1989) и *M. galloprovincialis* (Quillet, Panelay, 1986; Scarpa et al., 1994; Gosling, Nolan, 1989). На *M. galloprovincialis* были апробированы и менее распространенные индукторы триплоидии, такие как кофеин, кальций и их комбинация с тепловым шоком (Scarpa et al., 1994).

Высокая коммерческая стоимость и токсичность химических агентов ограничивают их применение в получении триплоидных устриц (Melo et al., 2015), в отличие от физических методов, которые не требуют больших финансовых затрат, являются экологичными и все чаще используются для управления хромосомными наборами двустворчатых моллюсков.

Целью настоящего исследования является оценка эффективности метода теплового шока для получения личинок триплоидной устрицы *C. gigas* с последующим выращиванием молоди до товарных размеров в зал. Петра Великого Японского моря (Южное Приморье) в условиях марикультурного хозяйства.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Оплодотворение и блок мейоза. Разновозрастные половозрелые особи *C. gigas* были извлечены из естественного устричника, находящегося в бух. Воевода о-ва Русский (зал. Петра Великого, Японское море). Гаметы получали путем естественного нереста устрицы после температурной стимуляции. Нерест происходил при температуре воды 21 °C и солености 34‰. Устриц нерестили в индивидуальных емкостях, после чего яйца собирали с помощью сита с ячейей 45 мкм и переносили в общий контейнер объемом 200 л для синхронизации оплодотворения. В этой емкости производили искусственное оплодотворение, добавляя к яйцеклеткам мужские половые продукты из расчета 8 : 1 (сперматозоиды : яйцеклетки соответственно). Далее наблюдали за развитием яиц с помощью свето-

вого микроскопа МИКМЕД-5 при увеличении ×10: отмечали количество оплодотворенных яйцеклеток и фиксировали время отделения полярных телец. Спустя 25 мин после добавления сперматозоидов к яйцеклеткам второе полярное тельце визуализировалось в более чем 50% яиц. В этот момент экспериментальную группу яиц (далее — группа 3N) подвергли действию кратковременного (3 мин) теплового шока при контролируемой температуре (32 °C), после чего яйцеклетки были возвращены в воду с температурой 21 °C для дальнейшего развития. В качестве контроля использовали группу оплодотворенных яиц, которые развивались без теплового шока, при постоянной температуре воды 21 °C (далее — группа 2N). Стадии эмбрионального развития в обеих группах отслеживали с помощью светового микроскопа МИКМЕД-5.

Содержание личинок. Полученных личинок из обеих групп содержали в идентичных контролируемых условиях до момента оседания на субстрат.

Во время развития личинок температуру воды постепенно повышали до 23 °C (0,5 °C в сутки). Соленость воды на всем протяжении развития составляла 34‰. Полную замену воды производили 1 раз в 3 дня. Морскую воду для содержания личинок предварительно очищали с помощью фильтров грубой и тонкой очистки и стерилизовали методом проточного облучения ультрафиолетом. В емкости с развивающимися личинками постоянно работала система аэрации.

Рацион экзогенного питания личинок и молоди состоял из нескольких видов микроводорослей: *Isochrysis galbana*, *Chaetoceros muelleri*, *Phaeodactylum tricornutum*, *Tetraselmis suecica*, *Skeletonema* sp. По мере роста и развития личинок рацион изменяли от 50 тыс. до 500 тыс. кл/мл.

В обеих группах оценивали выживаемость эмбрионов и личинок на каждой стадии развития, их показатели роста и развития (рис. 1А, Б). Для осаднения спата в производственных условиях использовали перфорированные прорезиненные пластины ПВХ диаметром 30 см, применяемые в марикультуре для выращивания молоди беспозвоночных (рис. 1В, Г). После оседания спат подращивали 30 дней в лабораторных условиях и переносили в естественную среду обитания для выращивания.

Выращивание молоди и контроль соматических индексов. В естественных условиях устриц выращивали в пластиковых устричных садках-поши (рис. 1Д, Е) в придонном слое

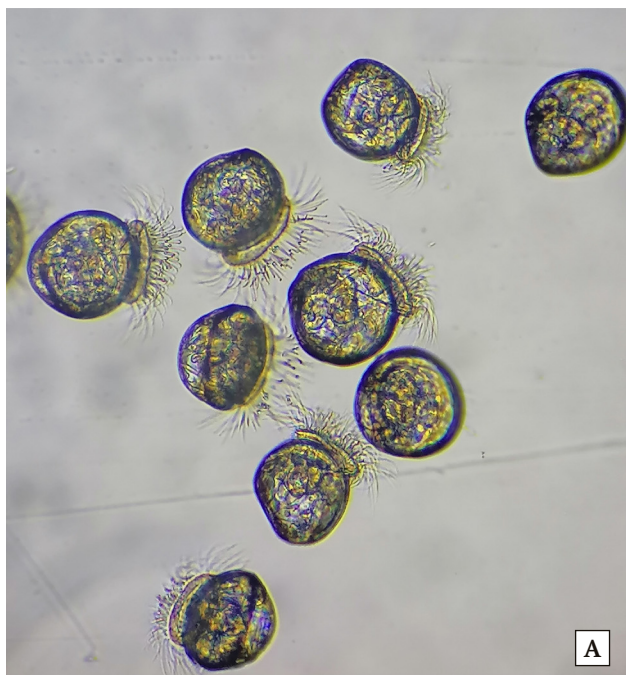


Рис. 1. Личинки *C. gigas* на разных стадиях развития: А — велигер (10 дней), Б — великонхи (23 дня). Выростные устройства для осаждения личинок устриц и их выращивания: В — коллектор из перфорированных пластин для осаждения личинок устрицы; Г — коллектор с молодью устрицы; Д — садки-поши с устрицей; Е — донная этажерка для выращивания устрицы.
 Fig. 1. The larvae of the *C. gigas* at different stages of development: А — veliger (10 days), Б — veliconkhes (23 days). Rearing devices for deposition and cultivation of larval oysters: В — collector of perforated plates for deposition; Г — collector with juvenile oysters; Д — poshi cages with oysters; Е — bottom rack for oyster cultivation

воды. Перед измерением раковины моллюсков щеткой очищали от обрастаний, промывали морской водой и обсушивали на фильтровальной бумаге. Для оценки относительного роста особей подвергали биологическому анализу. Массу моллюсков (W , г) определяли с помощью электронных весов с точностью 0,01 г, линейные размеры — штангенциркулем с точностью до 1 мм. За высоту раковины (H , мм) принимали максимальный размер от замка до растущего края (Вялова, 2019). На основе полученных результатов рассчитывали суточную скорость линейного ($\text{мм} \cdot \text{сут}^{-1}$) и весового ($\text{г} \cdot \text{сут}^{-1}$) роста, аллометрическое уравнение соотношения массы и высоты раковины $W = aH^b$, коэффициент детерминации R^2 . Статистическая обработка данных включала определение средних арифметических значений и доверительный интервал при уровне значимости 95%.

По мере выращивания молоди производили контрольные замеры температуры и солености воды. Температуру измеряли погружным термометром для воды ежедневно с 01 апреля по 01 октября, в зимний период — каждые десять дней на глубине 1 м. Соленость измеряли ручным рефрактометром (RHS-10 ATC) один раз в декаду.

Оценка плоидности. Для оценки эффективности использованной методики теплового шока в отношении индукции полиплоидии через 11 месяцев было отобрано 40 особей из группы 3N. Плоидность (n) определяли путем измерения содержания ДНК (c) в клетках гемолимфы на проточном цитофлуориметре CytOFLEX (Beckman Coulter). В качестве внутреннего стандарта использовали эталонный диплоидный образец, предварительно отобранный из 20 проб гемолимфы контрольных устриц (группа 2N) на основании минимального разброса значений содержания ДНК в гемоцитах. Метод проточной цитометрии с диплоидным эталоном ранее был использован для определения плоидности личинок *C. gigas* (Chaiton, Allen, 1985; Melo et al., 2015, 2022), а также соматических клеток взрослых устриц (Zhang et al., 2014; Yang et al., 2022; Chen et al., 2024) и их гамет (Chen et al., 2024). Обычно для оценки плоидности взрослых особей используют дезагрегированные жабры (Zhang et al., 2014; Yang et al., 2022; Chen et al., 2024), хотя гемолимфа, представляющая собой природную клеточную суспензию, идеально подходит для анализа методом проточной цитометрии. Gardner et al.

(1996) показали, что размеры ядер гемоцитов хорошо дифференцируют диплоидных и триплоидных особей *C. gigas*, однако в цитируемой работе был применен метод световой микроскопии без количественной оценки содержания ДНК.

Гемолимфу отбирали из мускула-аддуктора с помощью шприца объемом 1 мл и иглы 22 калибра (0,7 мм в диаметре) в 0,3 М раствор двуназиевой соли этилендиаминтетрауксусной кислоты (ЭДТА) при соотношении объемов 9 : 1 (гемолимфа : ЭДТА соответственно) для предотвращения агрегации гемоцитов. Материал фиксировали путем ресуспензирования 260 мкл смеси гемолимфы и ЭДТА в 700 мкл 96%-го этилового спирта (конечная концентрация этанола — 70%). Кроме простых проб гемолимфы, готовили смеси экспериментальных образцов с контрольным диплоидным эталоном в соотношении объемов 1 : 1 для более точной идентификации полиплоидов.

Простые и смешанные клеточные суспензии дважды отмывали от фиксатора 0,02 М фосфатно-буферным солевым раствором (ФБС) путем центрифугирования при 1000 g, окрашивали 0,00001%-м раствором 4',6-диамидино-2-фенилиндола (DAPI) в течение 15 мин и анализировали на проточном цитофлуориметре при возбуждении фиолетовым лазером (длина волны 405 нм). Оценку плоидности гемоцитов проводили после стандартной процедуры исключения клеточных агрегатов и дебриса на гистограмме DAPI-A vs DAPI-H (A — площадь под сигналом, H — высота сигнала) (рис. 2А): одиночные клетки гейтировали и распределяли по содержанию ДНК (DAPI-A) (рис. 2Б, В). Статистическая обработка данных включала определение модального значения плоидности в каждом образце и процентного соотношения особей разной плоидности по выборке.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Оценка плоидности. Анализ индивидуальных распределений гемоцитов по содержанию ДНК у 40 устриц из группы 3N показал гетерогенность выборки по модальному значению плоидности. Только одна особь (2,5% от общего объема выборки) не показала отличий от диплоидного эталона (рис. 3А, Б). В гемолимфе остальных особей при смешивании с диплоидным эталоном на гистограммах выявлялись дополнительные пики, соответствующие другим классам плоидности, в том числе $3n$ (рис. 3В).

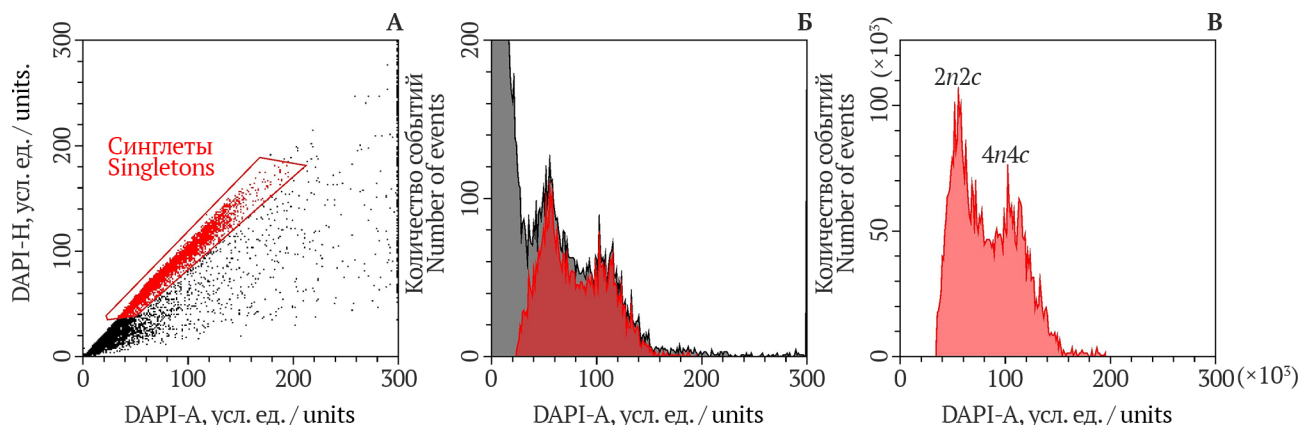


Рис. 2. Определение плоидности (n) взрослых особей *C. gigas* на основании измерения содержания ядерной ДНК (c) в гемоцитах методом проточной цитометрии с диплоидным эталоном. А — выделение области одиночных клеток (синглетов) по соотношению площади (А) и высоты (Н) сигнала DAPI; Б — визуализация синглетов на гистограмме распределения всех событий по площади сигнала DAPI; Б' — анализ распределения синглетов по площади сигнала DAPI, соответствующей содержанию ДНК (c)

Fig. 2. Ploidy identification (n) for the *C. gigas* adult specimens based on evaluation of nuclear DNA content (c) in hemocytes by flow cytometry with a diploid reference. А — identification of the area of single cells (singletons) by the ratio of area (А) and height (Н) of the DAPI signal; Б — visualization of singletons on a histogram of the distribution of all events by the area of the DAPI signal; Б' — analysis of the distribution of singletons by the area of the DAPI signal corresponding to the DNA content (c)

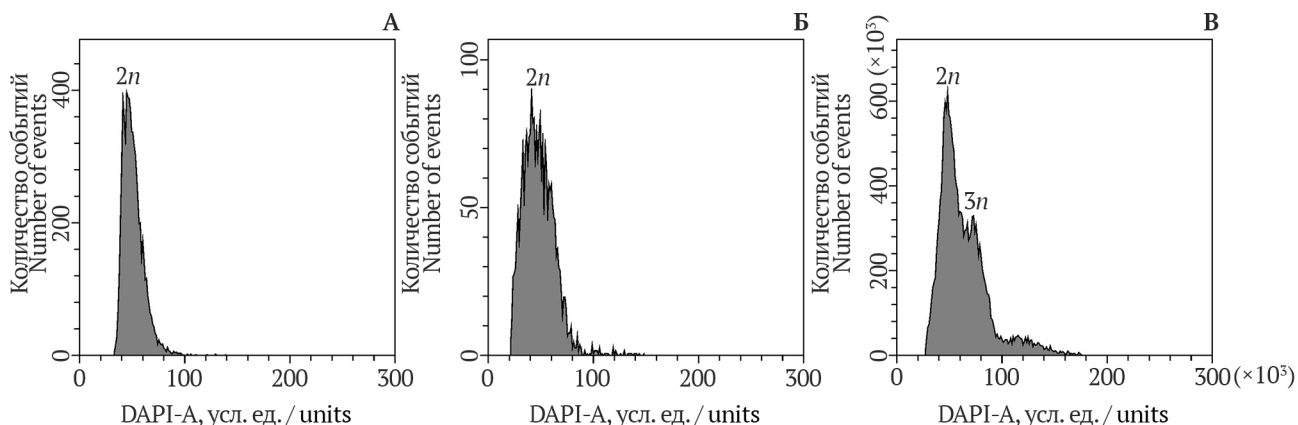


Рис. 3. Картина распределения гемоцитов по содержанию ДНК у диплоида и триплоида *C. gigas* при смешивании образца с диплоидным эталоном. А — гемоциты «идеальной» устрицы из группы 2N (диплоидный эталон); Б — смесь гемоцитов диплоидной устрицы из группы 3N с диплоидным эталоном; Б' — смесь гемоцитов триплоидной устрицы из группы 3N с диплоидным эталоном

Fig. 3. The view of the hemocyte distribution by DNA content in diploid and triploid *C. gigas* when mixing the sample with a diploid reference. А — hemocytes of "ideal" oyster from the group 2N (diploid reference); Б — mixture of hemocytes of diploid oyster from the group 3N with diploid reference; Б' — mixture of hemocytes of triploid oyster from the group 3N with diploid reference

Доля триплоидов (рис. 4, А) в исследованной выборке составила 35%; остальные особи разделились на две группы: 22,5% — тетраплоиды (рис. 4, Б), и 40% — гетероплоидные мозаики, в гемолимфе которых присутствовали клетки разных классов плоидности, включая анеуплоидные (рис. 4, В–Е). У последних на гистограммах распределения гемоцитов по содержанию ДНК мажорные пики соответствовали уровням плоидности 3, 4 и 5 n .

Согласно данным Melo et al. (2015), температурный метод дает меньший выход триплоидных личинок в сравнении с химическим методом, однако реальное количество сформировавшихся триплоидов зависит от многих фак-

торов. На эффективность индукции триплоидии и выживаемость личинок влияют: качество гамет, синхронизм между развитием яиц и временем индукции, продолжительность воздействия и его интенсивность, температура процессов и условия выращивания личинок (Melo et al., 2015). Оптимальный режим тепловой обработки подбирают экспериментально. Так, в работах Ямамото и соавторов (Yamamoto, Sugawara, 1988; Yamamoto et al., 1990) 97,4% триплоидных личинок *M. edulis* было получено при температуре 32 °C с началом воздействия через 20 мин после оплодотворения и длительностью воздействия 10 мин. При таких же условиях в эксперименте Gosling и Nolan (1989) выход три-

плоидных личинок *T. semidecussatus* составил всего 55%. Yang и Guo (2006) получили от 86,3% до 98,5% триплоидных личинок *Mulinia lateralis* при 10-минутном воздействии температуры 35 °C через 8–11 минут после оплодотворения, а 20-минутная экспозиция при прочих равных приводила к появлению пентаплоидов. В реальных условиях оплодотворение яйцеклеток у двустворчатых моллюсков происходит асинхронно, поэтому время отделения полярных телец может в значительной степени варьировать (Gérard et al., 1994). По некоторым данным, у *C. gigas* первое полярное тельце высвобождается через 25 мин после оплодотворения, второе — через 40 мин (Desrosiers et al., 1993). В другой работе появление первых полярных телец наблюдали через 10–30 мин, а вторых — через 20–45 мин после оплодотворения (Gerard et al., 1994). Внутри этих временных промежутков обнаруживаются точки, когда воздействие максимально эффективно: Melo et al. (2015) получили более высокий процент триплоидов *C. gigas* (56,49%) при остановке мейоза 6-димитиламинопурином спустя 32 мин после оплодотворения, по сравнению с аналогичным воздействием спустя 26 и 35 мин (время экспози-

ции составляло 15 мин). В то же время, Yamamoto et al. (1990) удалось достичь 83% триплоидных личинок *C. gigas* методом теплового шока через 45 мин после оплодотворения (при температуре 37 °C с продолжительностью воздействия 15 мин). Учитывая разброс эмпирических данных, при планировании экспериментальной индукции триплоидии можно ориентироваться на время, при котором 50% оплодотворенных яиц действительно выделяют второе полярное тельце (Melo et al., 2015); аналогично, для индукции тетраплоидии маркером является появление первого полярного тельца (Melo et al., 2022). В нашей работе температурный блок мейоза был предпринят через 25 минут после оплодотворения, когда более чем в 50% оплодотворенных яиц визуализировалось второе полярное тельце, что совпадает с наблюдениями Desrosiers et al. (1993). Остальные яйцеклетки на момент индукции либо еще находились в первом делении мейоза, либо уже подвергались дроблению. Этим можно объяснить довольно высокий процент тетраплоидии и гетероплоидии, полученный нами в группе 3N. Нестабильность хромосомного набора в гемоцитах 40% устриц может быть следствием ин-

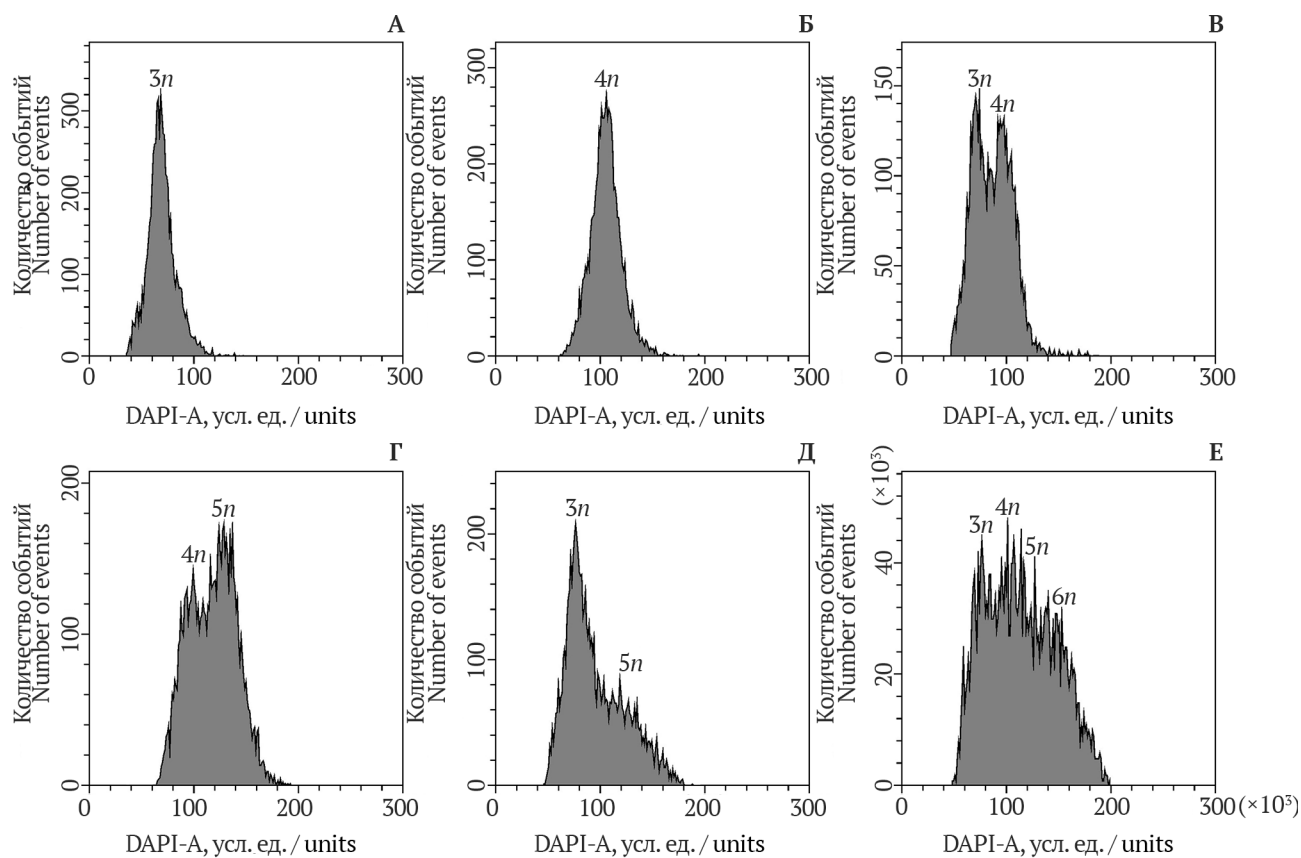


Рис. 4. Индивидуальные распределения гемоцитов по содержанию ДНК у *C. gigas* из группы 3N без смешивания образцов с диплоидным эталоном. А — триплоид; Б — тетраплоид; Б–Е — гетероплоидные мозаики
Fig. 4. Individual distributions of hemocytes by DNA content in the *C. gigas* from the group 3N without mixing samples with diploid reference. А – triploid; Б – tetraploid; Б–Е – heteroploid mosaics

дуцированного теплового шока (хотя мы не можем исключить постэмбриональную ненправленную поли- и анеуплоидию гемоцитов, т. к. отмечали подобную картину в некоторых образцах из группы 2N). Известно, что тепловая обработка яиц, как и обработка химическими агентами, влияют на веретено деления (Melo et al., 2015), т. е. теоретически может помешать правильному расхождению хромосом при дроблении яиц, которые на момент воздействия уже завершили мейоз. Возможны и другие объяснения феномена дестабилизации кариотипа в отдельных клетках при индуцированной полиплоидии. Так, при производстве тетраплоидных устриц *C. gigas* из триплоидных яиц путем воздействия цитохалазина В на первое деление мейоза, гетероплоидные мозаики образовывались в 45% случаев (Zhang et al., 2014). Авторы относят такой эффект на счет патологического поведения хромосом в митозе у тетраплоидов, с последующей элиминацией части генетического материала из соматических клеток. Жизнеспособные гетеро- и анеуплоиды редко встречаются среди позвоночных животных, тогда как на выживаемость устриц соматическая анеуплоидия существенно не влияет и может закрепляться в форме кариотипического мозаицизма (Zhang et al., 2014).

Динамика роста и развития личинок. Время развития личинок в группах 2N и 3N существенно не различалось. Контрольные диплоидные устрицы до оседания развивались за 25 дней, устрицы с индуцированной полиплоидией — за

27 дней (табл. 1), что соответствует данным, полученным другими авторами (Пиркова и др., 2020). Размерный состав в двух группах личинок также не показал статистически значимых различий. В группе 2N размер личинок варьировал от $47,52 \pm 1,0$ мкм во время эмбрионального развития до $470,5 \pm 5,7$ мкм у осевшей молодки; в группе 3N — от $50,5 \pm 0,7$ мкм до $463,15 \pm 7,6$ мкм соответственно. Однако выживаемость полиплоидных личинок была выше на всех стадиях развития (табл. 1). Критической точкой развития была выделена стадия велигера (D-личинка), на которой выживаемость была наименьшей, составив 45% и 55,2% в группах 2N и 3N соответственно. Общая выживаемость от велигера до педивелигера составила 43,2% у полиплоидов и 17,9% у диплоидов.

Уровни выживаемости на разных стадиях развития отражают не только гибель личинок по естественным причинам, но и снижение их количества во время сортировок по размерам и отбраковки тугорослых особей, особенно на поздних стадиях. В среднем выживаемость тихоокеанской устрицы на отрезке от оплодотворенной яйцеклетки до D-велигера составляет 60%, от D-велигера до педивелигера — 30% (Калинина, Табельская, 2023). Для устричных хозяйств выживаемость от оплодотворенной яйцеклетки до D-велигера в пределах 30–85% считается нормальной, от D-велигера до педивелигера значение этого показателя может варьировать от 15–30 до 50–70% (Пиркова и др., 2020; Helm, 2004).

Таблица 1. Показатели развития экспериментальных (3N) и контрольных (2N) личинок тихоокеанской устрицы *C. gigas*
Table 1. Development indices of experimental (3N) and control (2N) larvae of the Pacific oyster *C. gigas*

	Стадия развития Stage of development	День развития, сут. Day of development	Ср. размер, мкм Mean size, μm	Мин. размер, мкм Min size, μm	Макс. размер, мкм Max size, μm	Выживаемость, % Survival, %
Группа 3N / Group 3N	Эмбриональное развитие Embryonic development	1	$50,5 \pm 0,7$	40,5	54	100
	Велигер (D-личинка) Veliger (D-larvae)	2–9	$85,32 \pm 1,4$	54	108	55,2
	Великонхи Velikhonki	10–24	$212,6 \pm 5,6$	121,5	282	92
	Педивелигер Pediveliger	25–27	$332,3 \pm 2,3$	297,5	357,5	85
	Осевшая молодь Spat	28	$463,15 \pm 7,6$	391,5	591,5	43,2
Группа 2N / Group 2N	Эмбриональное развитие Embryonic development	1	$47,52 \pm 1,0$	40,5	54	75
	Велигер (D-личинка) Veliger (D-larvae)	2–8	$89,4 \pm 2,1$	54	121,5	45
	Великонхи Velikhonki	9–21	$189,6 \pm 5,3$	108	282	51
	Педивелигер Pediveliger	22–25	$328,8 \pm 2,5$	283,5	354	78
	Осевшая молодь Spat	26	$470,5 \pm 5,7$	360	560	17,9

Динамика роста молоди. Молодь тихоокеанской устрицы из аквариальных условий была высажена в море на коллекторах в возрасте 2 месяца (28 августа) со средней высотой раковины $0,8 \pm 0,02$ мм. За первый месяц (сентябрь) линейные размеры особей увеличились в 4 раза: прирост раковины в среднем составил по высоте 46,5 мм (рис. 4). В возрасте 3 месяца параметры устриц из группы 3N были следующими: W — $(6,77 \pm 0,27)$ г; H — $(47,3 \pm 0,8)$ мм ($n = 216$); у контрольной диплоидной устрицы (группа 2N) эти же параметры составили: W — $(5,9 \pm 0,3)$ г; H — $(45 \pm 0,9)$ мм ($n = 200$).

В осенне-зимние месяцы линейный рост устриц из группы 3N практически остановился. К 11 месяцам (май следующего года) высота раковины увеличилась до $49,46 \pm 0,48$ мм, прирост за 8 месяцев холодного периода составил 2,2 мм. Заметный рост раковины наблюдали в летний период. За 3 месяца (июнь–август) средняя высота раковины достигла $77,6 \pm 0,68$ мм, прирост составил 28,1 мм. К следующей весне в возрасте 22 месяца средняя высота раковины в группе 3N достигла $93,9 \pm 0,74$ мм, прирост за холодный период времени составил 16,3 мм. Линейный рост полиплоидных моллюсков был неравномерным, замедляясь в холодный период (с октября по май) и увеличиваясь в летне-осенний период (июнь–сентябрь). Линейный

рост диплоидной устрицы был немного ниже и более равномерный (рис. 5).

Максимальный набор массы у устриц из группы 3N наблюдали на втором году жизни (рис. 6). Резкий набор массы был зафиксирован в летний сезон (июнь–август): с $12,4 \pm 0,3$ г до $43,2 \pm 0,6$ г, прирост составил 30,9 г. Далее, по мере роста устрицы в холодный период, ее масса к 22 месяцам увеличилась до $79,1 \pm 1,4$ г, прирост составил 35,8 г. За весь период выращивания (18 месяцев) вес полиплоидов увеличился в 11,8 раз. Отдельные особи из группы 3N в этом возрасте достигли массы более 155 г (5,5%) и размера 150 мм. Весовой рост диплоидов был достоверно ниже: к 22 месяцам средний вес устриц из группы 2N составил $70,3 \pm 0,98$ г.

Среди факторов, влияющих на рост моллюсков, выделяют абиотические, или экологические (качество воды, глубина и скорость течения, мутность и тип взвеси), и биотические, или физиологические (обеспеченность фитопланктоном, плотность поселения, пол, возраст, стадия зрелости) (Вялова, 2019). Максимальную скорость линейного роста молоди тихоокеанской устрицы наблюдали в сентябре: 1,55 мм/сут в группе 3N и 1,47 мм/сут в группе 2N. Согласно литературным данным (Холодов и др., 2017), в Черном море в этот период максимальный прирост у *C. gigas* составляет до

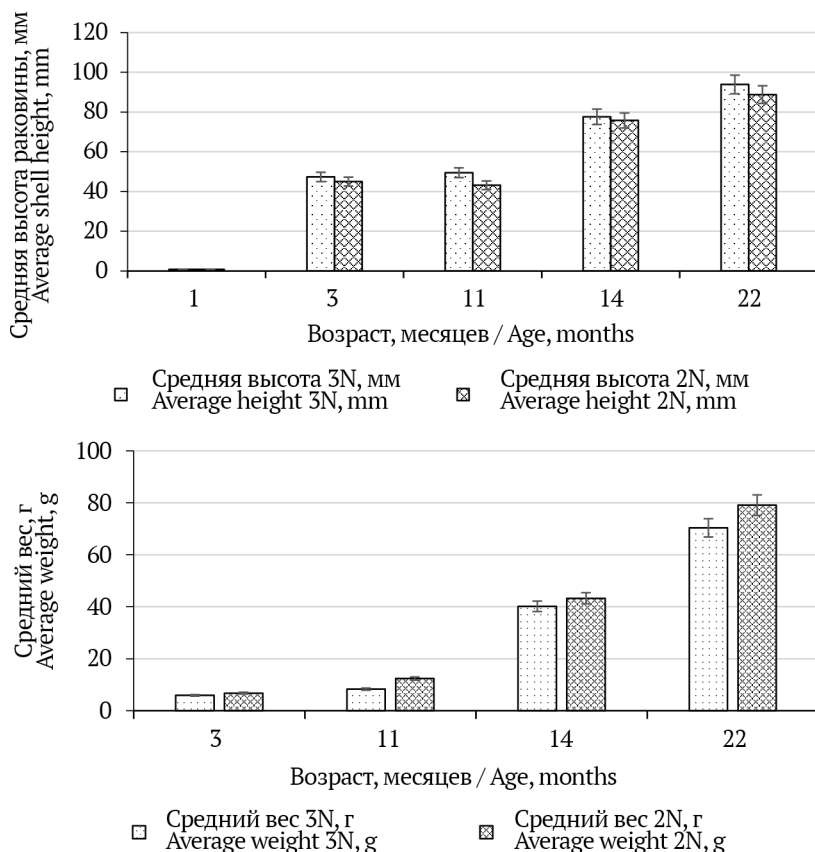


Рис. 5. Линейный рост *C. gigas* в бух. Воевода
Fig. 5. The linear growth of the *C. gigas* in Voevoda Bay

Рис. 6. Весовой рост *C. gigas* в бух. Воевода
Fig. 6. The weight growth of the *C. gigas* in Voevoda Bay

1,2 мм/сут. По нашим данным, в бух. Воевода зал. Петра Великого Японского моря сезонный прирост раковины колебался в пределах 0,009–0,07 мм/сут в холодное время года и 0,31 мм/сут в теплый период. Масса устриц увеличивалась в среднем на 0,02–0,34 г/сут. Максимальный прирост наблюдали на втором году жизни в летний период, он составил 0,34 г/сут.

Оптимальная температура воды для роста тихоокеанской устрицы находится в пределах 15–22 °С. По данным Вяловой (2019), в условиях лимана Донузлав (Черное море, Крым) триплоидные *S. gigas* продолжали расти и в осенне-зимний период при температуре ниже 10–11 °С. Известно, что в благоприятных трофических условиях скорость роста у двустворчатых моллюсков может быть существенной даже при низких температурах. Так, у молоди триплоидов *Crassostrea ariakensis* темпы роста были высокими в зимний период, когда температура воды составляла $7,66 \pm 0,02$ °С (Harding, 2007). Скорость роста молодых (20–30 мм длиной) баренцевоморских мидий (подвесная культура) в прибрежных водах Кольского залива при температуре 1,5–3,0 °С составляла около 0,5 мм в месяц (Гудимов, 1998).

По данным Барабанщикова и др. (2021), с середины декабря до начала апреля, в период ледостава, температура придонных вод в бух. Воевода близка к температуре замерзания, соленость воды достигает значения 34,2‰. Выше 8 °С температура в придонном слое поднимается в начале июня и опускается к середине ноября. По нашим данным, в бух. Воевода с конца декабря до начала апреля температура

воды близка к температуре замерзания. Выше 8 °С температура поднимается в конце мая и опускается к середине ноября (рис. 7).

Пространственное распределение солености и ее колебания в этой акватории в большой мере зависят от испарения и осадков, процессов перемешивания, образования и таяния льда, а также водообмена с Амурским заливом (рис. 8).

Весной на поверхности отмечаются минимальные значения солености от 32–33‰ до 33,5–34‰. Летом поверхностный слой подвергается наибольшему распреснению: в начале лета соленость не превышает 32,5‰, увеличиваясь в открытых районах до 33,5‰, а к концу лета значения понижаются до 32‰. Осенью соленость постепенно повышается, увеличиваясь в ноябре до 33,9‰. У дна соленость воды более высокая и изменяется в пределах 34,3–35,2‰. Известно, что рост устриц замедляется, когда температура воды понижается до 8–10 °С, после чего наступает период зимней спячки (Инструкция, 2011).

Наши наблюдения за ростом контрольных и экспериментальных устриц, скоррелированные с изменением температурного режима в бух. Воевода, свидетельствуют о достаточно коротком промежутке времени, подходящего для активного роста устриц, который совпадает со временем их половой активности. Считается, что триплоидные моллюски обладают лучшими вкусовыми качествами, чем диплоиды, особенно во время репродуктивного сезона, поскольку не участвуют в процессах размножения и содержат большее количество гли-

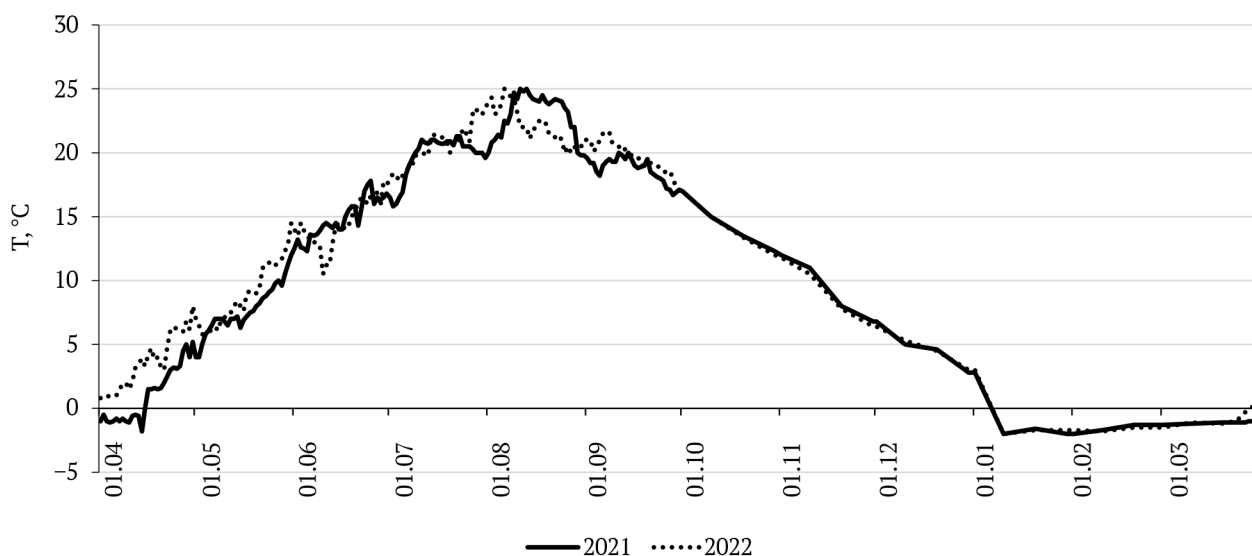


Рис. 7. Временная изменчивость температуры воды в бух. Воевода в 2021, 2022 г.
Fig. 7. Temporal variations of water temperature in Voevoda Bay in 2021 and 2022

когена (Вялова, 2019). Некоторыми исследованиями подтверждается предположение о том, что триплоиды могут иметь более короткий период созревания и достигать рыночного размера быстрее, чем диплоиды (Вялова, 2019).

Товарной считается устрица правильной формы, с хорошо выраженной глубокой нижней створкой, имеющая определенную массу. Соотношение линейных размеров и биомассы двустворчатых моллюсков описывается аллометрическим уравнением. Форма устрицы определяется высотой и длиной раковины и зависит от среды обитания, субстрата, плотности в естественных поселениях или в устричных садках на морских фермах и т. д. Увеличение высоты и длины раковины устриц происходит непропорционально. Как правило, в длину она растет гораздо медленнее, чем в высоту

(Вялова, 2019). Статистический анализ размерно-весового соотношения у исследованных в настоящей работе тихоокеанских устриц показал, что взаимосвязь высоты раковины с массой моллюска четко описывается степенным уравнением $W = aL^b$ с коэффициентом детерминации $R^2 = 0,79$ и $R^2 = 0,83$ для групп 3N и 2N соответственно (рис. 9). При принятой степени достоверности крайние величины показателя степени b находятся в пределах 2,691–3,357 (Алимов, 1981). Полученные значения этого показателя в нашем исследовании составили 2,7565 для полиплоидов и 2,7546 для диплоидов.

Минимальный товарный размер тихоокеанских устриц варьирует от 8 до 25 см (в среднем 12–15 см), а масса — от 50 до 300 г (100–200 г в среднем). Выход мяса от одной товарной



Рис. 8. Временная изменчивость солености воды в бух. Воевода в 2021, 2022 г.
Fig. 8. Temporal variations of water salinity in Voevoda Bay in 2021 and 2022

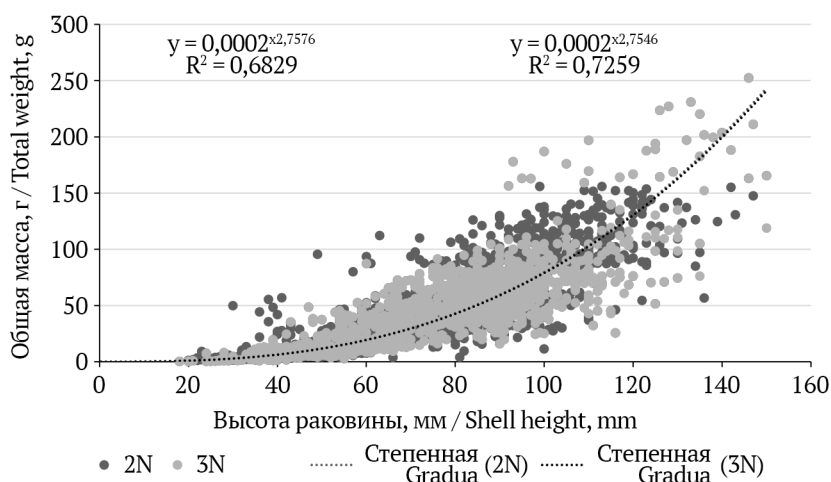


Рис. 9. Соотношение между массой и высотой раковины у диплоидов и полиплоидов *C. gigas*
Fig. 9. The ratio between the oyster weight and shell height in diploid and triploid *C. gigas*

устрицы составляет от 10 до 22%, в среднем 15–18%, что соответствует весу мяса от 8 до 50 г, в среднем 20–30 г (Жигин и др., 2023).

Проведенным исследованием установлено, что в условиях бух. Воевода первые моллюски коммерческого размера были получены уже в сентябре второго года выращивания (14 месяцев): их доля составила 10,7% в группе 2N и 11,3% в группе 3N (рис. 10). На протяжении последующих месяцев, несмотря на снижение температуры морской воды, доля товарных особей увеличивалась в обеих группах или более значительно в группе 3N. К 22 месяцу куль-

тивирования (май) 57,9% контрольных диплоидов достигли товарных размеров. Для устриц из группы 3N этот показатель составил 80,9% (рис. 11).

Анализ морфологических показателей товарной устрицы показал, что за 24 месяца культивирования общий вес устриц из группы 3N в среднем составлял 124,6 г, что на 43% больше, чем в контрольной группе диплоидов (табл. 2).

Несмотря на незначительные различия размеров раковины, средняя масса мягких тканей у полиплоидов была на 82,9% больше, чем у диплоидов. Выход мягких тканей после разделки

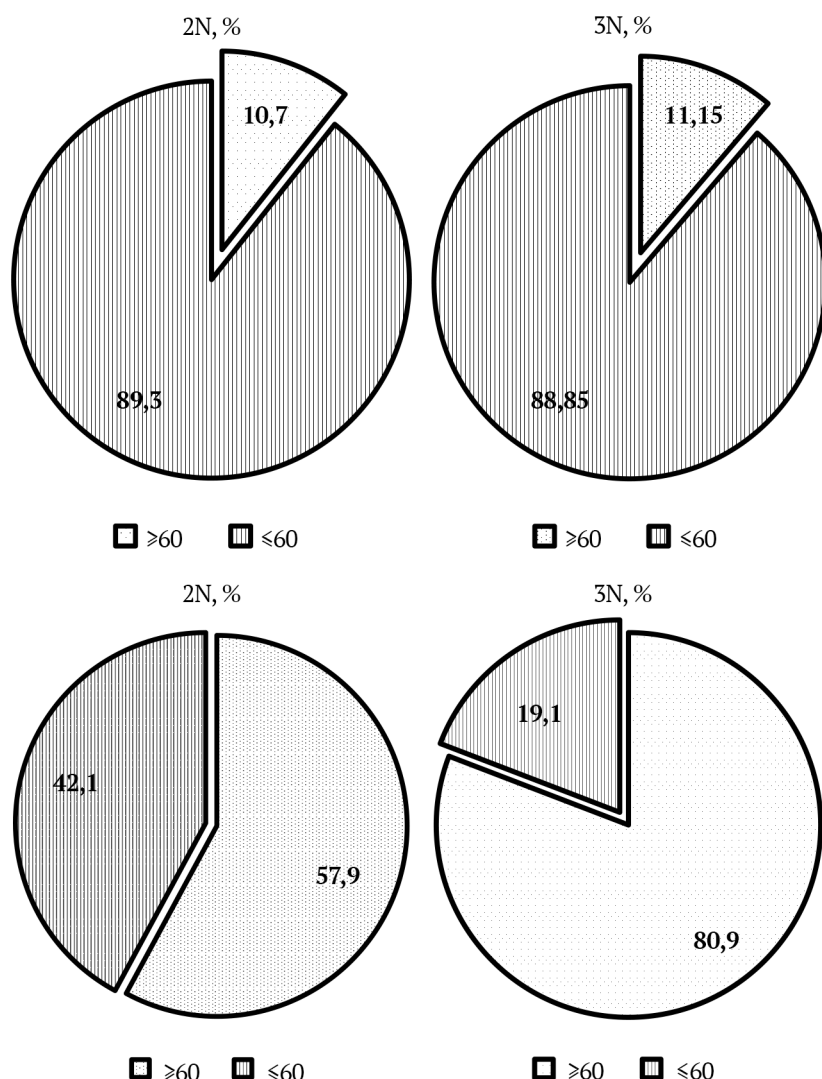


Рис. 10. Доля особей товарного размера среди диплоидов и полиплоидов *C. gigas* в возрасте 14 месяцев (сентябрь)
Fig. 10. The percent of commercial size individuals among 14 months old (in September) diploid and polyploid *C. gigas*

Рис. 11. Доля особей товарного размера среди диплоидов и полиплоидов *C. gigas* в возрасте 22 месяца (май)
Fig. 11. The percent of commercial size individuals among 22 months old (in May) diploid and polyploid *C. gigas*

Таблица 2. Морфологические показатели диплоидной и полиплоидной товарной тихоокеанской устрицы *C. gigas* в возрасте 24 месяца (август)
Table 2. Morphological indices of 24 months old (August) diploid and polyploid commercial Pacific oysters *C. gigas*

Показатели / Indices	2N	3N
Средний вес общий, г Mean weight, g	60,6 – 177,9 86,9 ± 3,1	91,9 – 189,5 124,6 ± 2,7
Средняя высота раковины, мм Mean shell height, mm	90 – 139 107 ± 1,2	95 – 144 115,5 ± 1,6
Средний ММТ, г Mean body meat weight, g	7,3 – 21,4 11,7 ± 0,4	13,5 – 38,5 21,4 ± 0,5
Выход ММТ, % от общего веса Final body meat weight, % in total weight	13,5	17,0

устриц из группы 3N был на 3,5% больше, чем у контрольных моллюсков, не подвергавшихся воздействию теплового шока на стадии оплодотворенного яйца.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Индукция организменной триплоидии — распространенная генетическая манипуляция с оплодотворенными яйцеклетками двустворчатых моллюсков, позволяющая получить стерильное стадо и тем самым избежать нежелательных эффектов, вызванных половым созреванием, таких как снижение скорости соматического роста, повышение заболеваемости и ухудшение вкуса съедобных частей в репродуктивный период. Известный факт, что триплоиды тихоокеанской устрицы растут быстрее и достигают больших размеров, чем обычные диплоидные особи, указывает на необходимость разработки и внедрения безопасных методов биотехнологии в практику марикультурных хозяйств. Проведенное нами исследование обозначило перспективу применения кратковременного температурного воздействия на оплодотворенные яйцеклетки для получения триплоидной тихоокеанской устрицы в коммерческих целях. Трехминутная инкубация яиц при температуре 32 °C спустя 25 минут после искусственного оплодотворения привела к образованию 35% триплоидов. Несмотря на попутный выход нецелевых тетра- и гетероплоидов (22,5 и 40% соответственно), в группе моллюсков с индуцированной полиплоидией были отмечены высокая выживаемость особей на личиночных стадиях и опережающий рост молоди в течение двух лет (в условиях бух. Воевода о-ва Русский зал. Петра Великого), что позволило быстрее вырастить устрицу товарного размера с увеличенным весом мягких тканей на 43% относительно диплоидного контроля. Таким образом, наиболее экологичный способ триплоидизации моллюсков путем температурного воздействия является эффективным методом культивирования тихоокеанской устрицы, а дальнейшие исследования по его оптимизации представляют важный практический интерес для региональной аквакультуры.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Алимов А.Ф. 1981. Функциональная экология пресноводных двустворчатых моллюсков. Тр. Зоол. ин-та АН СССР. Т. 96. Л.: Наука. 248 с.
 Барабанчиков Ю.А., Тищенко П.Я., Семкин П.Ю., Звалинский В.И., Михайлик Т.А., Тищенко П.П.

2021. Особенности временной изменчивости содержания кислорода в зарослях *Zostera marina* Linnaeus, 1753 в бухте Воевода (Амурский залив, Японское море) // Морской биологич. журнал. Т. 6, № 1. С. 3–16.

Вялова О.Ю. 2019. Рост и сроки получения товарной триплоидной устрицы в лимане Донузлав (Черное море, Крым) // Морской биологич. журнал. Т. 4, № 1. С. 24–32.

Гудимов А.В. 1998. Мидия *Mytilus edulis* L. / Промысловые и перспективные для использования водоросли и беспозвоночные Баренцева и Белого морей. Апатиты: Кольский науч. центр РАН. С. 529–576.

Жигин А.В., Юдин Н.К., Кленьшин С.А., Кожаева Д.К. 2023. Содержание тихоокеанских устриц и их линейно-массовые характеристики // Вестник АПК Верхневолжья (Биологич. ресурсы). № 1 (61). С. 32–41.

Инструкция по технологии культивирования тихоокеанской устрицы. 2011. Сост.: А.В. Кучерявенко, А.П. Жук. Владивосток: ТИНРО-Центр. 27 с.

Калинина М.В., Табельская А.С. 2023. Получение личинок тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* заводским способом в Южном Приморье / Актуальные проблемы освоения водных биологических ресурсов Российской Федерации: Матер. Всерос. конф. ученых и специалистов (Мурманск, 27–28 октября 2022 г.). С. 207–211.

Пиркова А.В., Ладыгина Л.В., Холодов В.И. 2020. Биологические и биотехнические аспекты организации и функционирования устричного питомника на Черном море. Севастополь: ФИЦ ИнБЮМ, 120 с. doi:10.21072/978-5-6044865-3-5

Табельская А.С., Гаврилова Г.С. 2021. Рост и выживаемость заводской молоди тихоокеанской устрицы *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) в заливе Петра Великого // Изв. ТИНРО. Т. 201, № 3. С. 712–722.

ФАО. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2022: На пути к «голубой» трансформации. № 2022. 266 с.

Холодов В.И., Пиркова А.В., Ладыгина Л.В. 2017. Выращивание мидий и устриц в Черном море. Воронеж: Издат-Принт. 508 с.

Allen Jr. S.K., Downing S.L. 1986. Performance of triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg). I. Survival, growth, glycogen content, and sexual maturation in yearlings // J. of Experimental Marine Biology and Ecology. Vol. 102, № 2–3. P. 197–208.

Chaiton J.A., Allen Jr S.K. 1985. Early detection of triploidy in the larvae of Pacific oysters, *Crassostrea*

- gigas*, by flow cytometry // *Aquaculture*. Vol. 48, № 1. P. 35–43.
- Chen C., Yu H., Li Q., Kong L., Liu S., Xu C. 2024. Examination of the effects of impaired spermatogenesis on sterility in triploid oysters (*Crassostrea gigas*), and implications for commercial aquaculture // *Aquaculture*. Vol. 587. P. 740–787.
- Desrosiers R., Gérard A., Peignon J.-M., Naciri Y., Dufresne L., Morasse J., Ledu C., Phelipot P., Guerrier P., Dubé F. 1993. A novel method to produce triploids in bivalve molluscs by the use of 6-dimethylaminopurine // *J. of Experimental Marine Biology and Ecology*. Vol. 170 (1). P. 29–43.
- Gardner C., Maguire G.B., Kent G.N. 1996. Studies on triploid oysters in Australia. VII. Assessment of two methods for determining triploidy in oysters: adductor muscle diameter and nuclear size // *J. of Shellfish Research*. Vol. 15, № 3. P. 609–615.
- Gérard A., Naciri Y., Peignon J.-M., Ledu C., Phelipot P. 1994. Optimization of triploid induction by the use of 6-DMAP for the oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) // *Aquaculture and Fisheries Management*. Vol. 25. P. 709–719.
- Gosling E.M., Nolan A. 1989. Triploidy induction by thermal shock in the Manila Clam, *Tapes semidecussatus* // *Aquaculture*. Vol. 78 (3–4). P. 223–228.
- Goulletquer P., Joly J.P., Gerard A., Le Gagneur E., Moriceau J., Peignon J.M., Phelipot P. 1996. Performance of triploid Pacific oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg) reared in high carrying capacity ecosystem: survival, growth and proximate biochemical composition // *Halictis*. Vol. 25. P. 1–12.
- Guo X., Allen Jr. S.K. 1994. Reproductive potencial and genetcs of triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg) // *The Biological Bulletin*. Vol. 187 (3). P. 309–318.
- Guo X., Debrosse G., Allen S. 1996. All triploid Pacific oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg) produced by mating tetraploids and diploids // *Aquaculture*. Vol. 142 (3–4). P. 149–161.
- Hand R.E., Nell J.A., Thompson P.A. 2004. Studies on triploid oysters in Australia XIII. Performance of diploid and triploid Sydney rock oyster, *Saccostrea glomerata* (Gould, 1850), progeny from a third generation breeding line // *Aquaculture*. Vol. 233 (1–4). P. 93–107.
- Harding J.M. 2007. Comparison of growth rates between diploid DEBY eastern oysters (*Crassostrea virginica*, Gmelin 1791), triploid eastern oysters, and triploid Suminoe oysters (*C. ariakensis*, Fugita 1913) // *J. of Shellfish Research*. Vol. 26 (4). P. 961–972.
- Helm M.M. 2004. Hatchery culture of bivalves / M.M. Helm, N. Bourne, A. Lovatelli (comp./ed.) // A practical manual: FAO Fisheries Technical Paper. Rome, FAO. № 471. 177 p.
- Hubert S., Cognard E., Hedgecock D. 2009. Centromere mapping in triploid families of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) // *Aquaculture*. Vol. 288 (3–4). P. 172–183.
- Mallia V.J., Thomas P.C., Muthiah P. 2006. Induced triploidy in the edible oyster, *Crassostrea madrasensis* by temperature shock // *J. of the Marine Biological Association of India*. Vol. 48 (2). P. 249–252.
- Melo E.M.C., Gomes C.H.A.d.M., Silva F.C.d., Sühnel S., Melo C.M.R.d. 2015. Chemical and physical methods of triploidy induction in *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) // *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*. Vol. 41 (4). P. 889–898.
- Melo E.M.C., Sühnel S., Silva F.C.D., Melo C.M.R. 2022. Induction to tetraploidy in Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) // *Acta Scientiarum. Animal Sciences*. Vol. 44, № 1. P. e55337.
- Nell J.A. 2002. Farming triploid oysters // *Aquaculture*. Vol. 210 (1–4). P. 69–88.
- Quillet E., Panelay P.J. 1986. Triploidy induction by thermal shocks in the Japanese oyster, *Crassostrea gigas* // *Aquaculture*. Vol. 57 (1–4). P. 271–279.
- Rasmussen S.R., Morrissey M.T. 2007. Biotechnology in Aquaculture: transgenics and polyploidy // *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. Vol. 6 (1). P. 2–16.
- Scarpa J., Toro J.E., Wada K.T. 1994. Direct comparison of six methods to induce triploidy in bivalves // *Aquaculture*. Vol. 119 (2–3). P. 119–133.
- Stanley J.G., Allen J.S.K., Hidu H. 1981. Polyploidy induced in the American oyster, *Crassostrea virginica*, with cytochalasin B // *Aquaculture*. Vol. 23 (1–4). P. 1–10.
- Yamamoto S., Sugawara Y. 1988. Induced triploidy in the mussel, *Mytilus edulis*, by temperature shock // *Aquaculture*. Vol. 72 (1–2). P. 21–29.
- Yamamoto S., Sugawara Y., Nomura T. 1990. Chemical and thermal control of triploid production in Pacific oysters and mussels, with regard to controlling meiotic maturation // *Advances in Invertebrate Reproduction*. Vol. 5. P. 455–460.
- Yang H., Guo X. 2006. Polyploid induction by heat shock-induced meiosis and mitosis inhibition in the dwarf surfclam, *Mulinia lateralis* Say // *Aquaculture*. Vol. 252, № 2–4. P. 171–182.
- Yang H., Simon N., Sturmer L. 2018. Production and performance of triploid oysters for aquaculture // *EDIS* 2018. № 4. P. 1–9.
- Yang Q., Yu H., Li Q. 2022. Disruption of cell division prevents gametogenesis in triploid Pacific oysters (*Crassostrea gigas*) // *Aquaculture*. Vol. 560. № 738477.

Zhang Z., Wang X., Zhang Q., Allen S. 2014. Cytogenetic mechanism for the aneuploidy and mosaicism found in tetraploid Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg) // J. of Ocean University of China. Vol. 13, № 1. P. 125–131.

REFERENCES

- Alimov A.F. Functional ecology of freshwater bivalve mussels. *Proceedings of the Zoological Institute*, 1981, vol. 96. L.: Nauka, 248 p.
- Barabanshchikov Yu.A., Tishchenko P.Ya., Semkin P.Yu., Zvalinsky V.I., Mikhailik T.A., Tishchenko P.P. Peculiarities of temporal variability of dissolved oxygen content in eelgrass *Zostera marina* Linnaeus, 1753 meadows in the Voevoda Bay (the Amur Bay, the Sea of Japan). *Marine Biological Journal*, 2021, vol. 6, no. 1, pp. 3–16. (In Russ.) EDN: WVNOOG. doi:10.21072/mbj.2021.06.1.01
- Vyalova O.Yu. Growth and terms of obtaining marketable triploid oysters in Donuzlav liman (Black Sea, Crimea). *Marine Biological Journal*, 2019, vol. 4, no. 1, pp. 24–32. (In Russ.) EDN: NZVTQB. doi:10.21072/mbj.2019.04.1.03
- Gudimov A.V. *Midiya Mytilus edulis* L. *Promyslovyye i perspektivnyye dlya ispol'zovaniya vodorosli i bespozvonochnyye Barentseva i Belogo morey* [Commercial and promising algae and invertebrates of the Barents and White Seas]. Apatity: Kola scientific center of the Russian Academy of Sciences, 1998, pp. 529–576.
- Zhigin A.V., Yudin N.K., Klenshin S.A., Kozhaeva D.K. Keeping of pacific oysters and their linear-mass characteristics. *Agroindustrial Complex of Upper Volga Region Herald*, 2023, pp. 32–41. (In Russ.) EDN: XMWXOQ. doi:10.35694/YARCX.2023.61.1.004
- Kalinina M.V., Tabelskaya A.S. Obtaining larvae of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* by the factory method in Southern Primorye. *Current problems of development of aquatic biological resources of the Russian Federation*. Materials of the All-Russian conference of scientists and specialists, Murmansk, 2023, pp. 207–211. EDN: RBAJHD.
- Instruktsiya po tekhnologii kultivirovaniya tikhookeanskoy ustritsy*. Comp.: Kucheryavenko A.V., Zhuk A.P. [Instructions for the technology of cultivation of the Pacific oyster]. Vladivostok: TINRO-Center, 2011, 27 p.
- Pirkova A.V., Ladygina L.V., Kholodov V.I. *Biologicheskiye i biotekhnicheskiye aspekty organizatsii i funktsionirovaniya ustrichnogo pitomnika na Chernom more* [Biological and biotechnical aspects of organization and functioning of the Oyster Hatchery in the Black Sea]. Sevastopol: IBSS-RAS, 2020, 120 p.
- The State of World Fisheries and Aquaculture. FAO, Rome, Italy, 266 p.
- Tabelskaya A.S., Gavrilova G.S. Growth and survival of the hatchery juveniles of pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793) in Peter the Great Bay. *Izvestiya TINRO*, 2021, vol. 201 (3), pp. 712–722. (In Russ.) EDN: HKMCFJ. doi:10.26428/1606-9919-2021-201-712-722
- Kholodov V.I., Pirkova A.V., Ladygina L.V. *Vyrashchivaniye midiy i ustrits na Chernom more* [Cultivation of Mussels and Oysters in the Black Sea]. Voronezh: OOO “IZDAT-PRINT”, 2017, 508 p. EDN: SBSNNG.
- Allen Jr S.K., Downing S.L. Performance of triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg). I. Survival, growth, glycogen content, and sexual maturation in yearlings. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1986, vol. 102, № 2–3, pp. 197–208.
- Chaiton J.A., Allen Jr S.K. Early detection of triploidy in the larvae of Pacific oysters, *Crassostrea gigas*, by flow cytometry. *Aquaculture*, 1985, vol. 48, no. 1, pp. 35–43.
- Chen C., Yu H., Li Q., Kong L., Liu S., Xu C. Examination of the effects of impaired spermatogenesis on sterility in triploid oysters (*Crassostrea gigas*), and implications for commercial aquaculture. *Aquaculture*, 2024, vol. 587, № 740787, pp. 740–787.
- Desrosiers R., Gérard A., Peignon J.-M., Naciri Y., Dufresne L., Morasse J., Ledu C., Phelipot P., Guerrier P., Dubé F. A novel method to produce triploids in bivalve molluscs by the use of 6-dimethylaminopurine. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 1993, vol. 170 (1), pp. 29–43.
- Gardner C., Maguire G.B., Kent G.N. Studies on triploid oysters in Australia. VII. Assessment of two methods for determining triploidy in oysters: adductor muscle diameter and nuclear size. *Journal of Shellfish Research*, 1966, vol. 15, № 3, pp. 609–615.
- Gérard A., Naciri Y., Peignon J.-M., Ledu C., Phelipot P. Optimization of triploid induction by the use 6-DMAP for the oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture and Fisheries Management*, 1994, vol. 25, pp. 709–719.
- Gosling E.M., Nolan A. Triploidy induction by thermal shock in the Manila Clam, *Tapes semidecussatus*. *Aquaculture*, 1989, vol. 78 (3–4), pp. 223–228.
- Goulletquer P., Joly J.P., Gerard A., Le Gagneur E., Moriceau J., Peignon J.-M., Phelipot P. Performance of triploid Pacific oysters *Crassostrea gigas* (Thunberg) reared in high carrying capacity ecosystem: survival, growth and proximate biochemical composition. *Haliotis*, 1996, vol. 25, pp. 1–12.
- Guo X., Allen Jr. S.K. Reproductive potencial and genetcs of triploid Pacific oysters, *Crassostrea gigas* (Thunberg). *The Biological Bulletin*, 1994, vol. 187 (3), pp. 309–318.

Guo X., Debrosse G., Allen S. All triploid Pacific oysters (*Crassostrea gigas* Thunberg) produced by mating tetraploids and diploids. *Aquaculture*, 1996, vol. 142 (3–4), pp. 149–161.

Hand R.E., Nell J.A., Thompson P.A. Studies on triploid oysters in Australia XIII. Performance of diploid and triploid Sydney rock oyster, *Saccostrea glomerata* (Gould, 1850), progeny from a third generation breeding line. *Aquaculture*, 2004, vol. 233 (1–4), pp. 93–107.

Harding J.M. Comparison of growth rates between diploid DEBY eastern oysters (*Crassostrea virginica*, Gmelin 1791), triploid eastern oysters, and triploid Suminoe oysters (*C. ariakensis*, Fugita 1913). *Journal of Shellfish Research*, 2007, vol. 26 (4), pp. 961–972.

Helm M.M. Hatchery culture of bivalves / M.M. Helm, N. Bourne, A. Lovatelli (comp./ed.). *A practical manual*: FAO Fisheries Technical Paper. Rome, FAO, 2004, no. 471, 177 p.

Hubert S., Cognard E., Hedgecock D. Centromere mapping in triploid families of the Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Aquaculture*, 2009, vol. 28 (3–4), pp. 172–183.

Mallia V.J., Thomas P.C., Muthiah P. Induced triploidy in the edible oyster, *Crassostrea madrasensis* by temperature shock. *Journal of the Marine Biological Association of India*, 2006, vol. 48 (2), pp. 249–252.

Melo E.M.C., Gomes C.H.A.d.M., Silva F.C.d., Sühnel S., Melo C.M.R.d. Chemical and physical methods of triploidy induction in *Crassostrea gigas* (Thunberg, 1793). *Bol. Inst. Pesca, São Paulo*, 2015, vol. 41 (4), pp. 889–898.

Melo E.M.C., Sühnel S., Silva F.C.D., Melo C.M.R. 2022. Induction to tetraploidy in Pacific oysters (*Crassostrea gigas*). *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, 2022, vol. 44, p. e55337.

Nell J.A. Farming triploid oysters. *Aquaculture*, 2002, vol. 210 (1–4), pp. 69–88.

Rasmussen S.R., Morrissey M.T. Biotechnology in Aquaculture: transgenics and polyploidy. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 2007, vol. 6 (1), pp. 2–16.

Quillet E., Panelay P.J. Triploidy induction by thermal shocks in the Japanese oyster, *Crassostrea gigas*. *Aquaculture*, 1986, vol. 57 (1–4), pp. 271–279.

Stanley J.G., Allen J.S.K., Hidu H. Polyploidy induced in the American oyster, *Crassostrea virginica*, with cytochalasin B. *Aquaculture*, 1981, vol. 23 (1–4), pp. 1–10.

Scarpa J., Toro J.E., Wada K.T. Direct comparison of six methods to induce triploidy in bivalves. *Aquaculture*, 1994, vol. 119 (2–3), pp. 119–133.

Yamamoto S., Sugawara Y. Induced triploidy in the mussel, *Mytilus edulis*, by temperature shock. *Aquaculture*, 1988, vol. 72 (1–2), pp. 21–29.

Yamamoto S., Sugawara Y., Nomura T. Chemical and thermal control of triploid production in Pacific oysters and mussels, with regard to controlling meiotic maturation. *Advances in Invertebrate Reproduction*, 1990, vol. 5, pp. 455–460.

Yang H., Guo X. Polyploid induction by heat shock-induced meiosis and mitosis inhibition in the dwarf surfclam, *Mulinia lateralis* Say. *Aquaculture*, 2006, vol. 252 (2–4), pp. 171–182.

Yang H., Simon N., Sturmer L. Production and performance of triploid oysters for aquaculture. *EDIS* 2018, № 4, pp. 1–9.

Yang Q., Yu H., Li Q. Disruption of cell division prevents gametogenesis in triploid Pacific oysters (*Crassostrea gigas*). *Aquaculture*, 2022, vol. 560, no. 738477.

Zhang Z., Wang X., Zhang Q., Allen S. Cytogenetic mechanism for the aneuploidy and mosaicism found in tetraploid Pacific oyster *Crassostrea gigas* (Thunberg). *Journal of Ocean University of China*, 2014, vol. 13, № 1, pp. 125–131.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Авторы заявляют, что данный обзор не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки на все использованные в обзоре данные оформлены в соответствии с ГОСТом. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

The authors declare that this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references to all data used in the review are formatted in accordance with GOST (the Russian State Standard). The authors declare that they have no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ AUTHOR CONTRIBUTION

Концепция работы: С.Е. Лескова, Н.Н. Ковалев. Выполнение экспериментальных работ: С.Е. Лескова. Сбор и обработка данных: С.Е. Лескова, А.В. Синенко, А.А. Анисимова. Анализ и интерпретация данных: С.Е. Лескова, А.В. Синенко, А.А. Анисимова.

Concept of the work by S.E. Leskova and N.N. Kovalev. Experiments were carried out by S.E. Leskova, data collection and processing – by S.E. Leskova, A.V. Sinenko and A.A. Anisimova. Analysis and interpretation of the data was performed by S.E. Leskova, A.V. Sinenko and A.A. Anisimova.

Информация об авторах

С.Е. Лескова — канд. биол. наук, доцент
кафедры водных биоресурсов и аквакультуры
Дальневосточного государственного
технического рыбохозяйственного
университета (Дальрыбвтуз).

ORCID: 0000-0001-7058-3449

А.В. Синенко — ассистент кафедры клеточной
биологии и генетики ИМО ДВФУ,
sinenko.avia@dvfu.ru.

ORCID: 0000-0003-2214-2969

А.А. Анисимова — канд. биол. наук, доцент
кафедры клеточной биологии и генетики
ИМО ДВФУ, *anisan77@mail.ru*.

ORCID: 0000-0002-0063-3137

Н.Н. Ковалев — доктор биол. наук, профессор
кафедры биохимии и биотехнологии ИМО
ДВФУ, *kovalevnn61@yandex.ru*.

ORCID: 0000-0001-7100-7208

Information about the authors

Svetlana E. Leskova – Ph. D. (Biology),
Assistant Professor of the Department of Water
Bioresources and Aquaculture (Dalrybvtuz).

ORCID: 0000-0001-7058-3449

Anastasiya V. Sinenko – Assistant of the
Department of Cell Biology and Genetics
(FEFU, Institute of the World Ocean).

ORCID: 0000-0003-2214-2969

Anna A. Anisimova – Ph.D. (Biology),
Assistant Professor of the Department
of Cell Biology and Genetics
(FEFU, Institute of the World Ocean).

ORCID: 0000-0002-0063-3137

Nikolay N. Kovalev – Doctor of Biology,
Professor of the Department of Biochemistry
and Biotechnology

(FEFU, Institute of the World Ocean).

ORCID: 0000-0001-7100-7208

Статья поступила в редакцию / Received:
19.04.2024

Одобрена после рецензирования / Revised:
22.04.2024

Статья принята к публикации / Accepted:
02.05.2024

Научная статья / Original article

УДК: 595.2:639.27/.29(265.53)

doi:10.15853/2072-8212.2024.73.80-87

EDN: UMJKSG



АНАЛИЗ ПРОМЫСЛА СЕВЕРНОЙ КРЕВЕТКИ, ОБИТАЮЩЕЙ В ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ, В 2018–2022 ГГ.

Михайлова Оксана Геннадьевна

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, o.mihaylova@kamniro.vniro.ru

Аннотация. В статье обновлены сведения о промысле северной креветки после 2017 г. Проводится анализ среднесуточных донесений с судов с использованием отраслевой системы мониторинга Росрыболовства. Добавлены результаты, полученные на судах в ходе проведения мониторинга промысла в 2018–2019, 2022 гг. Выяснено, что, как и в прошлые годы, основной период промысла приходится на зимне-весенний период с максимальными уловами в марте–апреле. Доля вылова в это время достигала 70% ОДУ. Лов велся преимущественно на глубинах 300–400 м, где, согласно данным, полученным во время мониторинга промысла, отмечаются наиболее высокие показатели численности. В осенний период вылов не превышает 0,1–13% ОДУ, в зависимости от года промысла. Согласно данным ССД в последние годы отмечается увеличение среднесуточного вылова с 2,8 в 2018 г. до 4,5 т в 2022 г. Количественный и качественный состав уловов в последние годы находится на уровне прошлых лет, все средние показатели остались на том же уровне.

Ключевые слова: Северная креветка, ОДУ, вылов, распределение, длина тела, промысел, продукция

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Для цитирования: Михайлова О.Г. Анализ промысла северной креветки, обитающей в юго-восточной части Охотского моря, в 2018–2022 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2024. № 73. С. 80–87. EDN: UMJKSG. doi:10.15853/2072-8212.2024.73.80-87

ANALYSIS OF THE NORTHERN SHRIMP FISHERY IN THE SOUTH-EASTERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK IN 2018–2022

Oxana G. Mikhaylova

Kamchatka Branch Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, o.mihaylova@kamniro.vniro.ru

Abstract. The article updates information on the northern shrimp fishery since 2017. Averaged daily reports from vessels from the industry monitoring system of Rosrybolovstvo were analyzed. Results obtained from vessels in the course of fishery monitoring in 2018–2019, 2022 were added. It is found out that, similarly to previous years, the main fishing period falls on the winter-spring period with maximum catches in March–April. The proportion of the catch at this time reached 70% of the TAC. The fishery was mainly conducted at depths of 300–400 m, where, according to data obtained during the fishery monitoring, the highest abundance rates were observed. In autumn, the catch did not exceed 0.1–13% of the TAC, depending on the year of fishing. According to the ship's daily reports, there has been an increase in average daily catch in recent years from 2.8 in 2018 to 4.5 tons in 2022. The quantitative and qualitative composition of the catches in recent years has been at the same level as in previous years, with all averages remaining at the same level.

Keywords: Northern shrimp, TAC, catch, distribution, body length, fishing, production

Funding. The study was not sponsored.

For citation: Mikhaylova O.G. Analysis of the northern shrimp fishery in the south-eastern part of the Sea of Okhotsk in 2018–2022 // Researches of aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of Pacific Ocean. 2024. Vol. 73, pp. 80–87. EDN: UMJKSG. doi:10.15853/2072-8212.2024.73.80-87

Северная креветка *P. eous* Makarov, 1935 — представитель каридных креветок, широкобореальный вид тихоокеанского происхождения (Komai, 1999). Образует промысловые скопления в юго-восточной части Охотского моря, где в настоящее время относится к одному из наи-

более востребованных объектов промысла ракообразных в Камчатско-Курильской подзоне. В связи с тем, что северная креветка активно эксплуатируется промыслом, необходим постоянный мониторинг данной группировки. Это дает возможность своевременно реагиро-

вать на происходящие в ней изменения, что необходимо для рационального использования запаса. Специалистами КамчатНИРО ежегодно проводится анализ промысла северной креветки по данным среднесуточных судовых донесений (ССД) из Отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ) (Vasilets, 2015). В 2018, 2019 и 2022 гг. получен материал, собранный научными сотрудниками при проведении исследований на судах-креветколовах в режиме мониторинга промысла. В течение последних пяти лет накоплен достаточный материал, чтобы провести анализ современного этапа промысла северной креветки у берегов Западной Камчатки, провести сравнительный анализ с данными предыдущего периода (Михайлова, 2018). Таким образом, основной целью работы является анализ и обновление знаний о промысле северной креветки у берегов Западной Камчатки. Для ее осуществления поставлены следующие задачи: построить карты распределения, оконтурить наиболее плотные скопления северной креветки в пределах исследованной акватории, проанализировать состав уловов, провести анализ промысловых показателей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для анализа биологических данных использован материал, собранный в весенний период 2018, 2019 и 2022 гг. во время мониторинга промысла на судах-креветколовах (табл. 1). Проанализировано 253 промысловых траления, проведен биоанализ 6807 экз. северной креветки.

Сбор и обработка материала проводились по стандартной методике (Низяев и др., 2006). Проанализированы данные ССД за 2018–2022 гг. из ОСМ по вылову креветки в Камчатско-Курильской подзоне (юго-восточная часть Охотского моря).

При построении карт распределения в программе «КартМастер» (Бизиков, Поляков, 2004) выставляли следующие параметры: размерность сетки — 500×500, параметр сглаживания — 0, параметр влияния глубины — 500, раскрытие трала — согласно данным каждого года, коэффициент уловистости трала для северной креветки — 0,182. Данный коэффициент применяется отечественными учеными при изучении запасов северной креветки в Баренцевом море (Беренбойм, 1992).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В настоящее время промысел северной креветки в Охотском море ведется в трех районах: в Притауйском районе (Северо-Охотоморская подзона), у юго-западного побережья п-ова Камчатка (КК) и у восточного побережья о. Сахалин (Восточно-Сахалинская подзона). Объем ее добычи в этих районах по отношению ко всему Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну составляет 45% от общего вылова. У юго-западного побережья Камчатки в течение последних пяти лет запас и, соответственно, ОДУ северной креветки остается на сравнительно высоком уровне. Как видно на рисунке 1, ОДУ в течение исследуемого периода не опускалось ниже 1,5 тыс. т, что соответствует уровню последних 10 лет. Небольшое увеличение ОДУ в 2020 г. на фоне других лет связано с по-

Таблица 1. Объем собранного материала у юго-западного побережья п-ова Камчатка в весенний период 2018–2019, 2022 гг.

Table 1. Total sample size collected off the southeastern coast of Kamchatka in spring in 2018–2019 and 2022

Год Year	Судно Vessel	Кол-во тралений Number of trawlings	Глубины исследования, м Research depth range, m	Кол-во биоанализов, экз. Sample, examined number of shrimps
2018	СТР «Оссора» STR "Ossora"	83	243–436	2050
2019	СКТР «Стелла Карина»	150	200–364	1996
2022	СКТР "Stella Karina"	20	209–307	2761

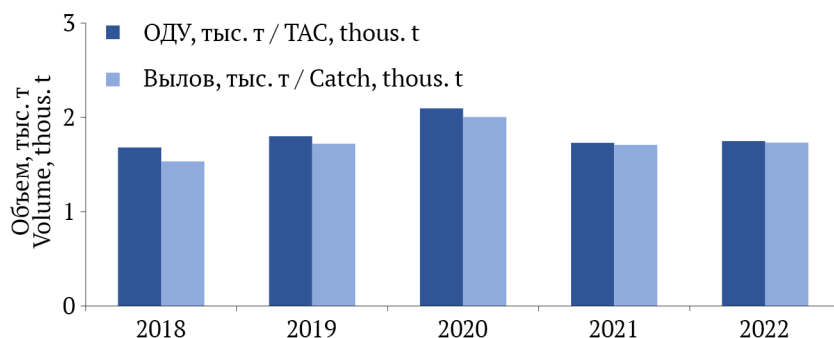


Рис. 1. Динамика ОДУ и вылова северной креветки в юго-восточной части Охотского моря в 2018–2022 гг., по данным ОСМ.
Fig. 1. Dynamics of the TAC and catch of northern shrimp in the southeastern part of the Sea of Okhotsk in 2018–2022, according to data of FMS

явлением поколения пополнения высокой численности в 2015 г. и вступлением его в промысел. Освоение выделенных квот в последние годы также стабильно высокое, с тенденцией к увеличению. Согласно данным ОСМ, в 2018–2022 гг. количество судов на промысле увеличилось и вернулось к показателям 2009 г. — 13 единиц. Как и в прошлые годы, добычу ведут на четырех типах судов: СТР, СРТМ, СРМС и СРТР, которые делятся на серийные (модернизированные под данный тип промысла) и не-серийные (специально сконструированные под лов креветки) (Михайлова, 2017). В целом по вылову, согласно данным ОСМ, среднее значение на судосутки с 2018 по 2022 г. не опускалось ниже 2,8 т (рис. 2), при этом это была нижняя граница диапазона данного показателя за исследуемый период. В последние годы отмечается отчетливая динамика его роста: в 2022 г. он достиг 4,5 т. При рассмотрении уловов на усилие, полученных в ходе мониторинга промысла, также наблюдается увеличение среднесуточного показателя. Для его оценки использовали данные по уловам с одного судна, полу-

ченные в 2019 и 2022 гг. Выяснено, что в 2019 г. средний улов составил 0,2 т креветки на час траления, а в 2022 г. — увеличился до 0,4 т.

В последние годы большая часть судов, ведущих добычу северной креветки, ведут промысел в начале года — в зимне-весенний период (рис. 3). Максимальный вылов, как и в прошлые годы, отмечался в марте–апреле. В эти месяцы ОДУ осваивается не менее чем на 50%, а зачастую и более 70%. В этот же период отмечалось наибольшее количество судов, ведущих добычу — до 13 единиц. Промысел креветки у юго-западного побережья Камчатки в зимне-весенний период завершается в мае–июне. Как правило, в это время вылов составляет 10–11% ОДУ. В 2022 г. в эти месяцы вылов был не более 1% ОДУ, т. к. основной период промысла северной креветки к началу мая был завершен.

Как показали предыдущие исследования (Михайлова, 2015, 2018), данный период года характеризуется хорошо оконтуренными промысловыми скоплениями.

Северная креветка у Юго-Западной Камчатки — глубоководный вид, обитающий преиму-

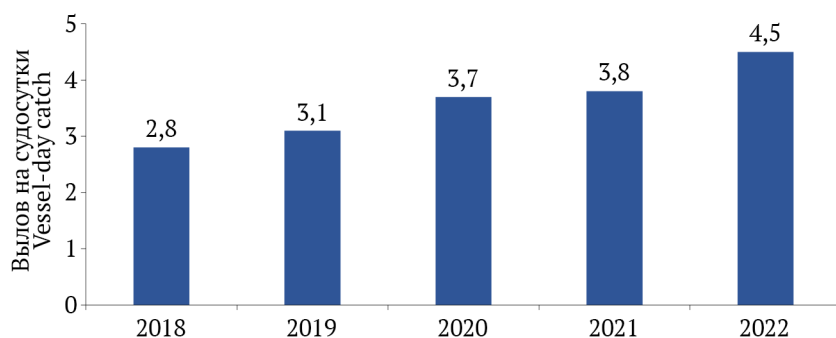


Рис. 2. Средний вылов северной креветки в юго-восточной части Охотского моря на судосутки в 2018–2022 гг., по данным ОСМ
Fig. 2. The average vessel-day catch of northern shrimp in the southeastern part of the Sea of Okhotsk in 2018–2022, according to data of FMS

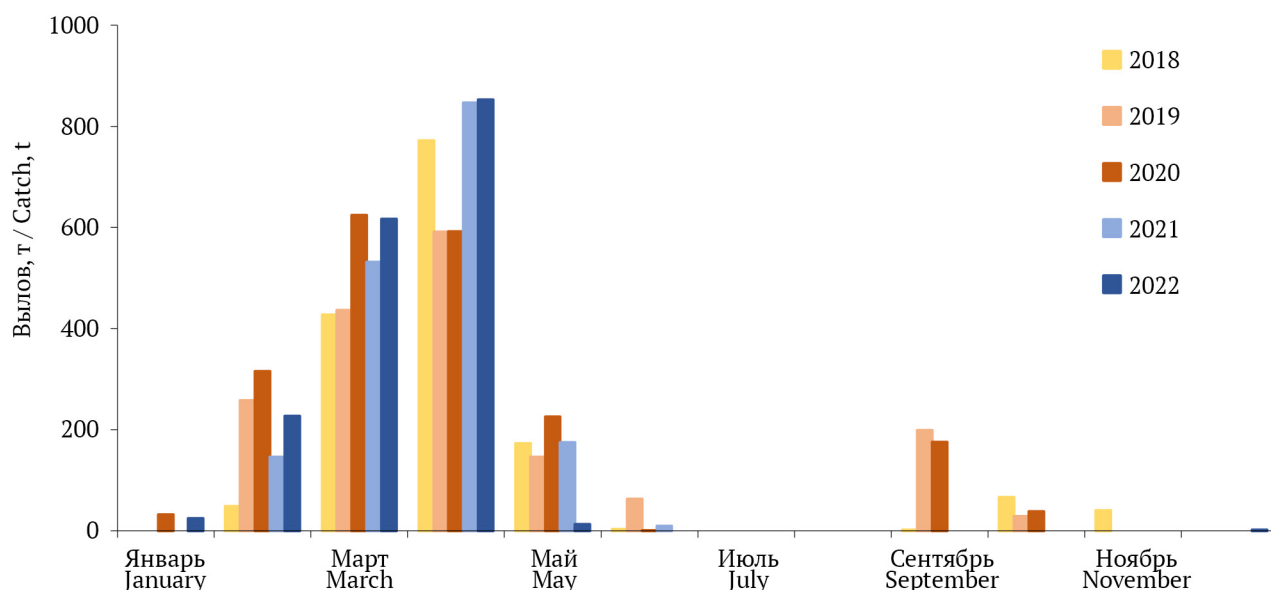


Рис. 3. Динамика вылова северной креветки в юго-восточной части Охотского моря по месяцам в 2018–2022 гг.
Fig. 3. The catch dynamics of northern shrimp in the southeastern part of the Sea of Okhotsk by month in 2018–2022

щественно на глубинах свыше 200 м, отдающий предпочтение свалам глубин, что схоже с другими районами ее обитания (Кобликов, Корнейчук, 2015; Корнейчук, Кротова, 2021). Согласно данным, полученным в ходе мониторинга промысла на судах-креветколовах, более плотные концентрации численности северной креветки в период работ также закономерно отмечаются в диапазоне глубин 300–400 м (рис. 4). В 2022 г. сложно интерпретировать данные по распределению из-за охвата исследованиями ограниченного диапазона глубин и акватории. Наиболее репрезентативными данными можно считать 2019 г., когда исследованиями были охвачены диапазоны глубин от 200 до 400 м. Участки с более высокими плотностями распределения отмечены в этот год на глубинах более 300 м, где данный показатель пре-

вышал 10 тыс. кг/км². При этом максимальная плотность распределения креветки наблюдалась в координатах 52°26' с. ш. и 154°36' в. д. на глубине 317 м достигала 31 тыс. кг/км². В диапазоне глубин 200–300 м наблюдали только один участок, где максимальный улов составил 8 тыс. кг/км², при этом он находился в районе 270 м изобаты.

Анализ весенних данных ССД из ОСМ на протяжении описываемого периода также показал, что основной вылов приходится на диапазон глубин 300–400 м (табл. 2). В отличие от весны, в осенне-зимний период более высокие показатели вылова отмечались в пределах глубин 200–300 м.

Такая ситуация характерна для района исследования и объясняется тем, что наибольшая миграционная активность креветки происхо-

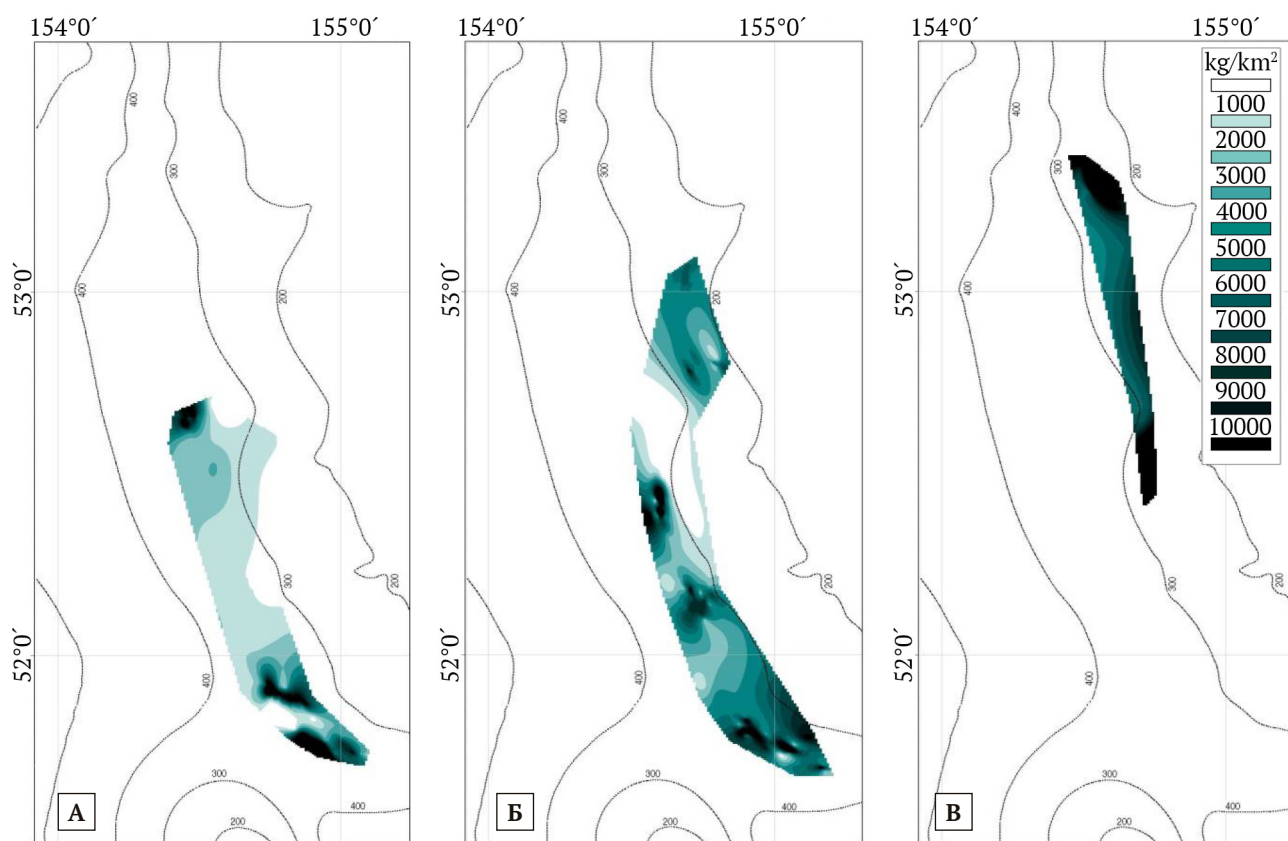


Рис. 4. Распределение северной креветки у западного побережья Камчатки, по данным мониторинга на промысловых судах весной в 2018 г. (А), 2019 г. (Б) и 2022 г. (В)
Fig. 4. The distribution of northern shrimp on the west coast of Kamchatka according to data of monitoring at fishing vessels in spring in 2018 (A), 2019 (B) and 2022 (B)

Таблица 2. Соотношение вылова креветки в разных диапазонах глубин у юго-западного побережья Камчатки в весенний промысловый период, по данным ОСМ в 2018–2022 гг., %
Table 2. Ratio of the northern shrimp catches in different depth ranges off the southwestern coast of Kamchatka during the spring fishing season, according to FMS data in 2018–2022, %

	200–300 м	300–400 м	>400 м
2018	17	70	6
2019	24	70	6
2020	30	49	20
2021	17	57	26
2022	26	53	21

дит с февраля по июнь, когда идет подготовка к размножению и нересту. В этот период отмечается смещение плотных концентраций креветки с глубин более 400 м на меньшие, а летом прослеживается четко выраженная ее концентрация вдоль 200 м изобаты (Михайлова, 2017). В начале осенне-зимнего периода скопления северной креветки, сформированные в летний период, остаются достаточно плотными, но имеют более разреженный характер, и ядро скопления четко не выделяется. В октябре, согласно среднесезонным данным, северная креветка у юго-западного побережья Камчатки рассредоточивается практически вдоль всей исследованной акватории. Наблюдается сни-

жение плотности скоплений, начинается ее миграция на большие глубины. Как видно на рисунке 3, вылов в осенне-зимний период не превышает 230 т, что составляет 0,1–13% ОДУ в зависимости от года промысла.

В результате мониторинговых работ также проведен анализ размерной структуры уловов, который показал, что длина тела (ДТ) *P. eous* у юго-западного побережья Камчатки в описываемый период была практически неизменной (рис. 5). В 2018–2022 гг. длина тела северной креветки в уловах находилась в пределах 41–145 мм. В 2018–2019 гг. выделялись две модальные группы. К первой относятся особи с длиной тела 75–95 мм, их процент в уловах варьировал

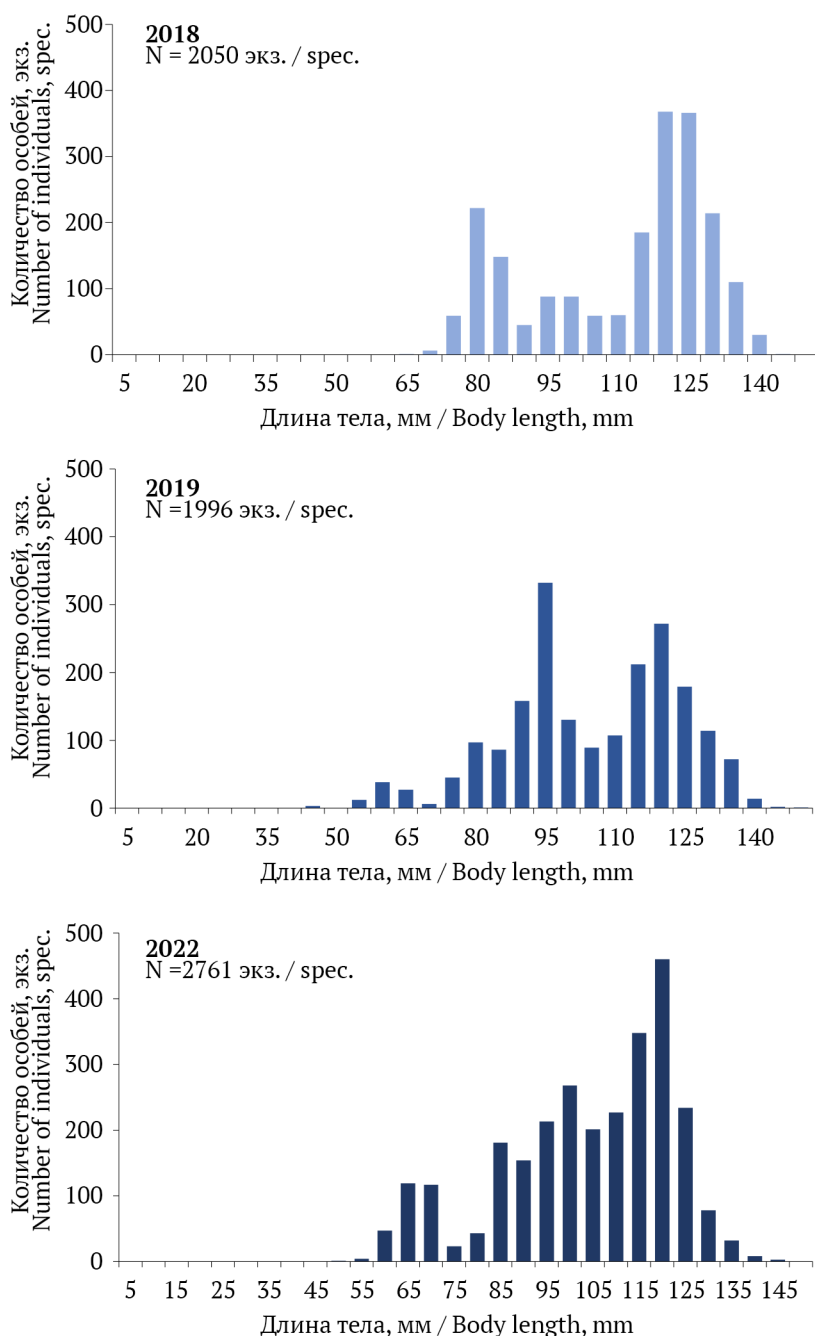


Рис. 5. Размерный состав северной креветки у юго-западного побережья п-ова Камчатка, по данным мониторинговых работ в 2018–2019, 2022 гг.
Fig. 5. Size composition of northern shrimp on the southwestern coast of Kamchatka according to data of monitoring in 2018–2019 and 2022

в пределах 7–16%. Во вторую группу входили особи с длиной тела от 110 до 130 мм; доля встречаемости данной группы от всего количества особей в уловах варьировала от 33 до 55%. В 2022 г. наблюдалось более равномерное распределение размеров, с преобладанием особей от 110 до 120 мм. В течение всего периода исследования в уловах преобладали особи с ДТ 110–125 мм. В основной своей массе в описываемый период данная группа представлена самками, которые формируют основу уловов северной креветки в районе Западной Камчатки. Доминирование в уловах крупноразмерных особей характерно для траловых уловов, что подтверждается данными прошлых лет (Михайлова, 2018). Креветки с ДТ менее 60 мм в уловах встречались крайне редко. Как правило, это связано с пространственной сегрегацией молоди (Буяновский, 2005). Более широкий размерный ряд был представлен по данным 2019 г., что связано, по всей видимости, с охватом разных глубин на исследованной акватории. Как показал анализ качественного состава уловов, преимущественно попадались особи промыслового размера (особи с ДТ, равной 90 и более мм), их доля в течение трех лет не опускалась ниже 75%, что не сильно отличается от данных прошлых лет.

Помимо количественного и качественного анализа уловов, рассмотрены данные о выпускаемой продукции из креветки. Анализ проводился только среди судов, которые указывали в ССД виды продукции, заготавливаемой в период промысла. Установлено, что, как и в прошлые годы (Михайлова, 2016), в настоящее время сыромороженная продукция составляет основу выпускаемой продукции из северной креветки, независимо от периода промысла (рис. 6). Доля варено-мороженой продукции преимущественно не превышала 30%, за исключением 2021 г., когда процент ее выпуска

превысил 35%. Сложно сказать, с чем это может быть связано, т. к. у нас нет данных мониторинга промысла за этот год. Но известно, что такой вид продукции, как правило, вырабатывается из креветки небольшого размера, относящейся к группам М, ММ и L. В весовой группе М количество экземпляров в 1 кг должно быть от 80 до 90, масса 1 экз. креветки — не менее 11 г; в группе L допускается креветка массой 13 г и более (71–80 экз./кг). Для группы ММ масса 1 экз. составляет не менее 10 г, при количестве экз. в 1 кг не более 100 (Михайлова, 2017). Сыромороженная продукция преимущественно производится из более крупных креветок, за исключением этапов, когда происходит заготовка только сыромороженной «шейки» (абдомен без головогруды). Для нее чаще используют LA (количество экз. в 1 кг должно быть от 61 до 70, масса 1 экз. креветки — не менее 14 г) и L. В целом, наиболее часто встречающиеся категории продукции — это 2L, 3L и 4L. Доля продукции категории 5L в последние годы не превышает 1,5%. Полностью перестала поступать отчетность о выпуске продукции, для которой используется креветка массой менее 11 г: сорта S, SS, SL, MM, M.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ данных среднесуточных донесений и информация, полученная в ходе мониторинговых работ в 2018–2019 и 2022 гг. показали, что в последние годы освоение рекомендуемого ОДУ не опускается ниже 90%. Как и ранее, сезон с января по май остается наиболее результативным периодом для промысла северной креветки в юго-восточной части Охотского моря. Анализ весенних данных ССД на протяжении описываемого периода показал, что большие уловы наблюдаются в диапазоне глубин 300–400 м. В осенне-зимний период вылов не превышает 230 т, составляя 13% ОДУ в за-

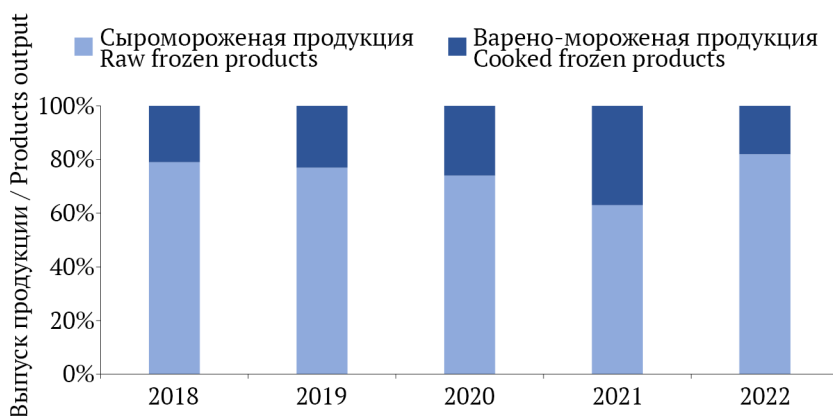


Рис. 6. Соотношение сыромороженной и варено-мороженой продукции из северной креветки в 2018–2022 гг., по данным ОCM
Fig. 6. The ratio between raw frozen and cooked frozen products of northern shrimp in 2018–2022, according to data of FMS

висимости от года промысла, что связано в большей степени с рассеиванием скоплений и, как следствие, уменьшением уловов в этом районе. В результате анализа размерной и качественной структуры уловов установлено, что в описываемом районе в 2018–2022 гг. доминировали крупноразмерные особи *P. eous* с длиной тела 110–125 мм. Основу уловов составляют самки. В настоящее время из северной креветки на судах выпускается главным образом сыромороженная продукция, доля варено-мороженой продукции не превышает 30%. При этом для изготовления продукции используются крупноразмерные особи с длиной тела не менее 100 мм. В целом можно заключить, что у юго-западного побережья п-ова Камчатка на протяжении всего рассматриваемого периода запас, основные биологические и промысловые характеристики северной креветки остаются на стабильно хорошем уровне.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Беренбойм Б.И. 1992. Северная креветка (*Pandalus borealis*) Баренцева моря (биология и промысел). Мурманск: ПИНРО. 135 с.
- Бизиков В.А., Поляков А.В. 2004. Географическая информационная система «КартМастер»: новые возможности и перспективы для рыбохозяйственных исследований / Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана : Тез. докл. Матер. отраслевого семинара. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 89–91.
- Буяновский А.И. 2005. Функциональная структура популяций морских донных беспозвоночных : Дис. ... д-ра биол. наук. М., 345 с.
- Кобликов В.Н., Корнейчук И.А. 2015. Современное состояние запасов и некоторые аспекты промысла глубоководных креветок в южной части подзоны Приморья / Промысловые беспозвоночные: VIII Всерос. науч. конф. по промысловым беспозвоночным : Матер. докл. Калининград: КГТУ. С. 120–121. EDN: ULBJUX.
- Корнейчук И.А., Кротова Д.А. 2021. Видовой состав, распределение и некоторые биологические характеристики креветок северо-западной части Берингова моря // Науч. тр. Дальрыбвтуза. Т. 57. С. 5–13. EDN: UMEEAS.
- Михайлова О.Г. 2015. Современное состояние популяции северной креветки *Pandalus eous*, обитающей у западного побережья Охотского моря / Промысловые беспозвоночные: VIII Всерос. науч. конф. по промысловым беспозвоночным : Матер. докл. Калининград: КГТУ. С. 123–125. EDN: ULBJVR.
- Михайлова О.Г. 2016. Промысел северной креветки *Pandalus borealis* у Западной Камчатки в 2004–2015 гг. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 40. С. 42–49. EDN: VZDPJB. doi:10.15853/2072-8212.2016.40.42-49.
- Михайлова О.Г. 2017. Биология северной креветки *Pandalus eous* Makarov, 1935, обитающей у берегов Западной Камчатки : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский. 24 с.
- Михайлова О.Г. 2018. Северная креветка *Pandalus eous* Камчатско-Курильской подзоны: современное состояние популяции и промысел в 2017 г. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 51. С. 36–46. EDN: QQYOFD. doi:10.15853/2072-8212.2018.51.36-46.
- Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К., Первеева Е.Р., Абрамова Е.В., Крутченко А.А. 2006. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 114 с.
- Komai T. 1999. A revision of the genus *Pandalus* (Crustacea: Decapoda: Caridae: Pandalidae) // Journal of Natural History. Vol. 33. P. 1265–1372.
- Vasilets P.M. 2015. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. doi:10.13140/RG.2.1.5186.0962.

REFERENCES

- Berenboym B.I. *Severnaya krevetka (Pandalus borealis) Barentseva morya* (biologiya i promysel) [Northern shrimp (*Pandalus borealis*) in the Barents Sea (biology and fishery)]. Murmansk: PINRO, 1992, 136 p.
- Bizikov V.A., Polyakov A.V. *Geograficheskaya informatsionnaya sistema "KartMaster": novyye vozmozhnosti i perspektivy dlya rybokhozyaystvennykh issledovaniy* [A "KartMaster" Geographical Information System: New Possibilities and Prospects for Fisheries Research]. Collected Papers of Seminar "Mathematical Modeling and Information Technologies in World's Ocean BioResources Research". Vladivostok: TINRO-Center, 2004, pp. 89–91.
- Buyanovskiy A.I. 2005. *Funktsionalnaya struktura populyatsiy morskikh donnykh bespozvonochnykh: Dis. d-ra biol. nauk* [Functional structure of populations of marine benthic invertebrates. PhD dissertation]. Moscow, 2005, 345 p.
- Koblikov V.N., Korneychuk I.A. *Sovremennoye sostoyaniye zapasov i nekotoryye aspekty promysla glubokovodnykh krevetok v yuzhnoy chasti podzony Primorya* [Current state of stocks and some aspects of deep-sea shrimp fishery in the southern part of the Pri-

morye subzone]. Commercial invertebrates: VIII All-Russian scientific conf. on commercial invertebrates: Materials of reports. Kaliningrad: KSTU, 2015, pp. 120–121 EDN: ULBJUX

Korneychuk I.A., Krotova D.A. Species composition, distribution and some biological characteristics of shrimps of the north-western part of the Bering Sea. *Scientific Journal of the Far East State Technical Fisheries University*, 2021, vol. 57, pp. 5–13. (In Russian). EDN: UMEEAS

Mikhaylova O.G. *Sovremennoye sostoyaniye populyatsii severnoy krevetki Pandalus eous, obitayushchey u zapadnogo poberezhya Okhotskogo moray* [Current state of the population of the northern shrimp *Pandalus eous* living off the western coast of the Sea of Okhotsk]. Commercial invertebrates: VIII All-Russian scientific conf. on commercial invertebrates: Materials of reports. Kaliningrad: KSTU, 2015, pp. 123–125. EDN: ULBJVR

Mikhaylova O.G. Fishing of northern shrimp *Pandalus borealis* on West Kamchatka in 2004–2015. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2016, vol. 40, pp. 42–49. (In Russian) EDN: VZDPJB. doi: 10.15853/2072-8212.2016.40.42-49

Mikhaylova O.G. *Biologiya severnoy krevetki Pandalus eous Makarov, 1935, obitayushchey u beregov Zapadnoy Kamchatki : Avtoref. dis. kand. biol. nauk* [Biology of the northern shrimp *Pandalus eous* Makarov, 1935, living off the coast of Western Kamchatka: Abstract of Cand. Biological Sciences Dissertation]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2017, 24 p.

Mikhaylova O.G. The north shrimp *Pandalus eous* of the Kamchatka-Kuril commercial subzone: current population condition and harvest 2017. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2018, vol. 51, pp. 36–46. (In Russian) EDN: QQYOFD. doi:10.15853/2072-8212.2018.51.36-46

Nizyayev S.A., Bukin S.D., Klitin A.K., Perveyeva E.R., Krutchenko A.A., Abramova E.V. *Posobiye po izucheniyu promyslovykh rakoobraznykh dalnevostochnykh morey Rossii* [Manual on the study of the fishing crustaceans of the Far Eastern seas of Russia]. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2006, 114 p.

Komai T. A revision of the genus *Pandalus* (Crustacea: Decapoda: Caridae: Pandalidae). *Journal of Natural History*, 1999, vol. 33, pp. 1265–1372.

Vasilets P.M. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System, 2015. doi:10.13140/RG.2.1.5186.0962

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Автор заявляет, что данный обзор не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки оформлены в соответствии с ГОСТом.

The author declares that this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references are formatted in accordance with GOST (the Russian State Standard).

Информация об авторе

О.Г. Михайлова — канд. биол. наук, вед. научный сотрудник лаборатории морских рыб Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО).

ORCID: 0000-0001-5963-2203

Information about the author

Oxana G. Mikhaylova – Ph. D. (Biology), Leading Researcher at the Lab. of Marine fish, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO). ORCID: 0000-0001-5963-2203

Статья поступила в редакцию / Received: 18.04.2024

Одобрена после рецензирования / Revised: 15.05.2024

Статья принята к публикации / Accepted: 20.05.2024

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Публикация статей для аспирантов бесплатна.

Решение о публикации принимается редакционной коллегией журнала после рецензирования, с учетом научной значимости и актуальности предоставленного материала. Статьи, отклоненные редколлегией, повторно не принимаются и не рассматриваются.

Редколлегия журнала оставляет за собой право изменять название статей по согласованию с авторами, а также вносить сокращения и иные редакционные правки в рукопись.

Положение об ответственности авторов

Авторы гарантируют, что направленный для публикации материал не был ранее опубликован на русском языке, а также не находится на рассмотрении в другом журнале.

Авторы гарантируют, что в предоставляемом материале соблюдены все авторские права: среди авторов указаны только те, кто сделал значительный вклад в исследование, все заимствованные фрагменты (текстовые цитаты, таблицы, рисунки и формулы) процитированы корректно, с указанием источников, позволяющих идентифицировать их авторов.

Авторы осознают, что факты научной недобросовестности, выявленные как в процессе рецензирования, так и после публикации статьи (плагиат, повторная публикация, раскрытие защищенных данных), могут повлечь не только снятие статьи с публикации, но и уголовное преследование со стороны тех, чьи права будут нарушены в результате обнародования текста.

Статьи авторов, которые не могут или не считают нужным нести ответственность за предоставляемые материалы, редакцией не рассматриваются.

Предоставление статей

В редакцию журнала направляются статьи обязательно и в электронном, и в печатном виде. На каждом листе печатного варианта — личная подпись автора и дата.

Электронные материалы должны содержать в отдельном виде следующие файлы:

- текстовый файл;
- файлы, содержащие иллюстрации (один рисунок — один файл. Графики и диаграммы — в Excel, таблицы — в формате Word, рисунки — TIF, JPEG, AI, EPS);
- файл с подрисовочными подписями.

Авторы обязаны сопровождать статью, направляемую в редакцию, двумя экземплярами подписанного соглашения о передаче авторского права (форма соглашения доступна для скачивания по ссылкам: http://www.kamniro.ru/soglasiye_avtor/ (статья с одним автором), http://www.kamniro.ru/soglasiye_soavtor/ (соавторство)).

Исправленные после замечаний рецензентов материалы принимаются по электронной почте (pressa@kamniro.ru).

Общие требования к оформлению рукописей

Текст

При наборе текста статьи использовать редактор MS Word, шрифт Times New Roman.

В начале текстового файла должны быть указаны следующие данные:

- рубрикация статьи по УДК;
- заголовок статьи (латинское обозначение объекта приводится полностью);

- фамилия, имя и отчество автора/авторов;
- название научного учреждения, город, страна, электронный адрес. Если авторов несколько, и они работают в разных учреждениях, то эти данные приводятся в том порядке, в каком расположены фамилии авторов;

- краткая аннотация (согласно ГОСТ Р 7.0.7–2021, не более 250 слов);

- ключевые слова (от 3 до 15), не используя обобщенные и многозначные слова, а также словосочетания, содержащие причастные обороты;

- благодарности (при необходимости);

- библиографическая запись для цитирования.

Далее в таком же порядке указываются сведения на английском языке.

Структура статьи должна быть выдержана в обязательном порядке и содержать разделы: введение, материал и методика, результаты и обсуждение, заключение, список источников, дополнительные сведения об авторе (авторах): должность, научная степень.

В тексте и таблицах в числах десятичные знаки отделяются запятой.

Таксоны: род и вид набираются курсивом.

Знаки: градус, минута ($3^{\circ}C$; $46^{\circ}74'$ с. ш.), плюс-минус ($\pm$), процент (%), промилле (‰), продецимилле (‱) и умножение ($\times$) набираются символами.

Иллюстративный материал

Все рисунки должны быть пронумерованы в последовательности, соответствующей упоминанию в статье, и номерами привязаны к подписному подписям. Нумерация рисунков сквозная.

Для обозначения осей графиков, легенды, начертания формул на графиках применять размер шрифта 11, начиная с большой буквы (Длина, Вес, и т. д.), с указанием через запятую размерности (кг, м). Оси должны быть четко видны (не пунктиром). На рисунок наносятся только цифровые и буквенные обозначения, все остальные пояснения — в подписной подписи.

В таблицах допускаются только горизонтальные линии. Вертикальные линии можно использовать в заголовках граф.

Графический материал в электронной версии принимается как сканированный, так и рисованный на компьютере в черно-белом или цветном исполнении (оригиналы сканируются в режиме «градации серого» для черно-белых и в цветовой модели RGB для цветных с разрешением не менее 300 dpi, но не более 450 dpi на дюйм, сохраняются в файл JPG, качество «наилучшее», базовое(!). При невозможности самостоятельного качественного сканирования оговорить с редакцией вариант предоставления оригинала.

Для растровых рисунков использовать формат TIF, JPEG (базовый) с разрешением 300 dpi, в режиме gray scale или RGB; векторные рисунки предоставляются в формате программы CorelDraw или в форматах EPS, AI.

Список источников

В список источников включаются только рецензируемые источники (статьи из научных журналов и монографии), используемые в тексте статьи. Если необходимо сослаться на статью в общественно-политической газете, текст на сайте или в блоге, следует поместить ссылку с информацией об источнике.

Ссылки на принятые к публикации, но еще не опубликованные статьи, должны быть помечены словами «в печати»; авторы должны получить от редакции, куда сдана статья, письменное разрешение для ссылки на такие документы и подтверждение того, что они будут опубликованы.

Информация из неопубликованных источников должна быть помечена ссылкой «неопубликованные данные/документы», авторы также должны получить письменное подтверждение от источника данных на использование таких материалов.

Список источников составляется в алфавитном порядке; сначала источники на русском языке, затем — на иностранном. Указываются только опубликованные работы, отмеченные ссылками в тексте.

В списке источников указываются фамилии всех авторов. В тексте, при ссылке на источник, в круглых скобках приводятся фамилия автора или двух авторов и год издания (Иванов, 1980; Иванов, Петров, 1980); если же авторов три и более, то приводится фамилия первого с пометкой «и др.» — для русских, «et al.» — для иностранных публикаций (Иванов и др., 1990; Ivanov et al., 1990).

Выходные данные источников литературы приводятся в следующем порядке.

Для книг: фамилия и инициалы автора(ов) (курсив), год издания, название книги, место издания, издательство, количество страниц. Например:

Богатов В.В. 1994. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 218 с.

Другие издательства: (М.-Л.: Изд-во АН СССР. Ч. 1. 466 с.), (Новосибирск: Наука. 221 с.), (Владивосток: ТИНРО-Центр. Т. 1. 580 с.), (М.: Мир. 740 с.), и т. д.

Для тезисов, докладов, материалов: фамилия и инициалы автора(ов) (курсив), год издания, название тезисов, две косые линии, (если конференция тематическая, то тема конференции), где и когда докладывались, место издания, издательство, количество страниц. Например:

Трифонов И.С. 1998. Водоросли фитопланктона как индикаторы эвтрофирования // Тез. докл. II съезда Русского ботанического о-ва «Проблемы ботаники на рубеже XX–XXI веков» (Санкт-Петербург,

26–29 мая 1998 г.). СПб.: Ботанический ин-т РАН. Т. 2. С. 118–119.

... // Материалы IV науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» (Петропавловск-Камчатский, 18–19 ноября 2003 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 71–76.

Для статей из сборников и журналов: фамилия и инициалы автора(ов) (курсив), год издания, название статьи, две косые линии, название сборника трудов (раскрытое), том, выпуск (номер), страницы, DOI.

Леванидов В.Я. 1976. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Тр. Биол.-почв. ин-та. Т. 36 (139). С. 104–122. doi: (№)

Новиков Н.П. 1974. Рыбы материкового склона северной части Тихого океана. М.: Пищ. пром-сть. 308 с.

Трувеллер К.А. 1979. Дифференциация популяции сельди *Clupea harengus* в Северном море по антигенам эритроцитов и электрофоретическим спектрам белков. Дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ. 153 с.

ФЛО автора. Год. Название статьи // Тр. Всес. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 141. С. 229–239.

... // Гидробиол. журн. Т. 28. № 4. С. 31–39.

... // Вopr. ихтиологии. Т. 36. № 3. С. 416–419.

... // Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР. 21 (24). С. 285–294.

... // Сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. Вып. 308. С. 85–100.

... // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 7. С. 261–269.

... // Журн. общ. биол. Т. XL. № 5. С. 689–697.

... // Альгология. Т. 12. № 2. С. 259–272.

... // Зоол. журн. Т. 47. Вып. 12. С. 1851–1856.

... // Изв. Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохоз. центра. Т. 128. С. 768–772.

... // Вестник МГУ. Биология, почвоведение. № 3. С. 37–42.

По всем возникающим вопросам обращаться в редакцию журнала:

683000 Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18.

Тел.: 8 (4152) 41-27-01. E-mail: pressa@kamniro.vniro.ru.

ИЗДАТЕЛЬСТВО КАМЧАТСКОГО ФИЛИАЛА ФГБНУ «ВНИРО» («КАМЧАТНИРО») ПРЕДЛАГАЕТ:



Бугаев А.В. **Климат и тихоокеанские лососи.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2024. 280 с.

В монографии представлены материалы, характеризующие анализ комплексного влияния глобальных климатических факторов на динамику численности тихоокеанских лососей Северной Пацифики в XX в. и начале XXI в. В процессе работы рассмотрены нагульные ареалы всех видов лососей, воспроизводящихся в четырех странах — России, Японии, США и Канады. Обобщена и классифицирована информация о климатических факторах, которые максимально влияют на океанологические условия нагула лососей в бассейне Северной Пацифики. Описаны физические принципы и динамика межгодовой изменчивости климатических индексов. На основе этих данных были выделены три группы индексов: метеорологические, океанологические и планетарно-космические. Проведен анализ временных рядов уловов лососей в основных центрах воспроизводства стран Северо-Тихоокеанского региона по данным 1925–2015 гг. Выполнено моделирование взаимосвязей, отражающих многофакторное влияние климатической изменчивости на продуктивность запасов и биологические показатели (навеска) лососей Азии и Северной Америки. Оценено влияние зональных аномалий температуры поверхности морских/океанских вод Северной Пацифики в период осенней откочевки и первого зимнего нагула молоди на формирование численности запасов лососей.

Издание предназначено для широкого круга читателей: специалистов в области рыбохозяйственных исследований, студентов биологических профильных специальностей, экологов, работников рыбоохранного и рыбохозяйственного комплексов.



КамчатНИРО — 85 (1932–2017). Воспоминания. Стихи. Рассказы. / Составители: В.Ф. Бугаев, М.В. Варquentин, Ю.А. Кудлаева. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017. 280 с.

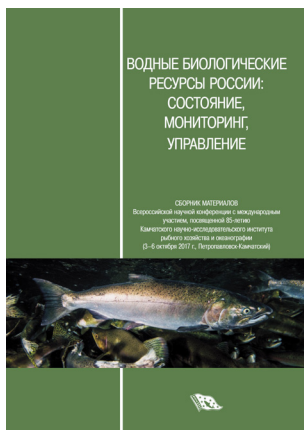
Издание посвящено 85-летию юбилею Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО, КО ТИНРО, КоТИРХ — аббревиатуры организации в разные годы). В альбом включены воспоминания и записки бывших и настоящих сотрудников института, их друзей и близких, рассказывающие об истории КамчатНИРО и направлениях исследований, знакомящие с коллективом и повседневной работой, отражающие романтику и трудности работы их: отрофов, гидробиологов, генетиков, паразитологов, вирусологов, зоологов, экологов и представителей других редких профессий.

Все научные сотрудники — талантливые люди, поэтому в издание включены также их стихи и рассказы. В одних случаях эти произведения связаны

непосредственно с работой и окружающей природой, в других — посвящены романтике жизни на Севере, а известный генетик с мировым именем д. б. н. Н.В. Варнавская даже писала и публиковала научно-фантастические романы (его отрывок также представлен читателям).

Издание иллюстрировано исключительно черно-белыми архивными фотографиями, что усиливает эффект проникновения Прошлого в наши дни и повышает его достоверность. Использованы фотографии из лабораторных архивов, а также из частных собраний сотрудников КамчатНИРО: В.Ф. Бугаева, Т.Л. Введенской, М.А. Жилина, С.И. Корнева, И.И. Лагунова, А.В. Маслова, В.Ф. Севостьянова, О.В. Тимофеевой, С.А. Травина и других.

Открывает юбилейный альбом уникальная рукопись доктора биологических наук Фаины Владимировны Крогиус «Воспоминания о Камчатке и о создании научной работы» (1932–1985), найденная в 2016 г. в архиве Камчатского края и опубликованная впервые.

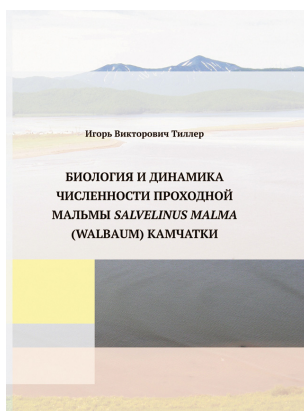


Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление. Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 85-летию Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (3–6 октября 2017 г., Петропавловск-Камчатский). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017. 398 с. — Научное электронное издание сетевого распространения: Размер файла 80Мб. Систем. требования: Intel; Microsoft Windows (XP, Vista, Windows 7,8, Mac OS); разрешение экрана не ниже 1024×768; PDF Reader.

DOI: 10.15853/978-5-902210-51-1. ISBN 978-5-902210-51-1

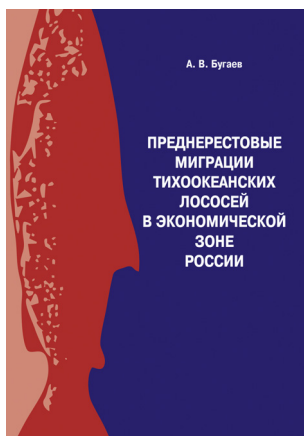
Сборник содержит материалы по следующим направлениям: воспроизводство и динамика запасов водных биологических ресурсов; методические аспекты мониторинга, оценки и прогнозирования состояния запасов водных биологических ресурсов, стратегии управления промыслом; популяционные и генетические исследования гидробионтов; условия среды обитания и экология гидробионтов; состояние и динамика водных сообществ в условиях возрастающего антропогенного воздействия; болезни гидробионтов и их профилактика; искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов. Главный редактор — Ю.П. Дьяков, д. б. н., гл. н. с. КамчатНИРО.

Электронная версия доступна по ссылке: <http://www.kamniro.ru/files/2017.pdf>



Тиллер И.В. Биология и динамика численности проходной *Salvelinus malma* (Walbaum) Камчатки. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017. 96 с.

В монографии обобщены сведения, характеризующие биологию и динамику численности проходной мальмы Камчатки. Рассмотрены основные этапы жизненного цикла мальмы (сроки нереста, миграции, морской нагул). По материалам собственных исследований автором рассматриваются структура популяций и динамика ее элементов за многолетний период. Исследовано питание молоди мальмы в речной период жизни и взрослых рыб во время ската на морской нагул. Отмечено значительное потребление мальмой покатной молоди горбуши на северо-востоке Камчатки. Приведены данные о динамике вылова проходной мальмы на Камчатке. Проведена оценка смертности и состояния запасов этого вида на Камчатке.



Бугаев А.В. Преднерестовые миграции тихоокеанских лососей в экономической зоне России. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2015. 416 с.

В представленной монографии рассмотрен заключительный этап морского периода жизни азиатских тихоокеанских лососей во время преднерестовых миграций в беринговоморских и тихоокеанских водах исключительной экономической зоны Российской Федерации (ИЭЗ РФ). Наблюдениями охвачен ряд 1995–2008 гг. В работе задействован массив многолетних данных, полученных в результате исследований, проводимых на дрейтерных судах в юго-западной части Берингова моря и северо-западной части Тихого океана. В сборе материала принимали участие сотрудники многих рыбохозяйственных НИИ Дальнего Востока и Москвы. Всего в работе использованы данные показателей контрольных уловов и биологических анализов, полученные в результате 177 рейсов российских и японских дрейтерных судов (7208 сетепостановок). Объектами исследований были пять видов тихоокеанских лососей — нерка, кета, горбуша, чавыча и кижуч. В процессе работы биоанализу подвергнуто около 140 тыс. рыб. Накопленная информация позволила рассмотреть важнейшие жизненные критерии созревающих тихоокеанских лососей — пространственно-темпоральное распределение и динамику уловов, ос-

новные биологические показатели, питание, внутривидовую структуру преднерестовых скоплений, а также выявить основные факторы, определяющие характер их преднерестовых миграций. Систематизирован массив биологических данных на уровне рассматриваемого 14-летнего периода дрейтерных наблюдений. Проведен сравнительный анализ полученной информации в связи с заметным ростом численности лососей, который был отмечен во всех регионах Северной Пацифики в начале 2000-х годов. В книгу включено много первичных данных, позволяющих их использовать в дальнейших исследованиях. Она адресована научным сотрудникам, занимающимся вопросами биологии морского периода жизни тихоокеанских лососей, экологам, студентам высших учебных заведений, работникам рыбохозяйственных предприятий и силовых структур, контролирующим воспроизводство и добычу лососей.



Современное состояние и методы изучения экосистем внутренних водоемов. Сборник материалов Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Игоря Ивановича Куренкова (7–9 октября 2015 г., Петропавловск-Камчатский). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2015. 235 с.

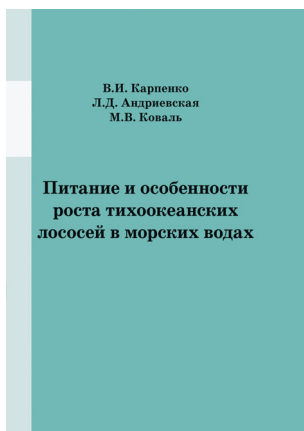
Один из основоположников пресноводной гидробиологии на Дальнем Востоке, Игорь Иванович был признанным ведущим специалистом в области изучения фауны лососевых нерестово-выростных водоемов. Он исследовал множество озер полуострова, и результатом стала уникальная работа — «Зоопланктон озер Камчатки». Изучение влияния вулканического пепла на биологическую продуктивность водных объектов воплотилось в идею фертилизации камчатских водоемов, которая затем была с успехом реализована, он также был «первооткрывателем» использования геотермальных вод при искусственном воспроизводстве лососей.

В честь И.И. Куренкова назван один из видов веслоногих ракообразных (*Eurytemora kurenkovi*), встречающийся в устьях камчатских рек и прибрежных озерах, и малощетинковый червь (*Spirosperma kurenkovi*), обитающий в озерах полуострова Кам-

чатка. В окрестностях оз. Кроноцкого высокогорное бессточное озеро Крокур увековечило имена двух известных ученых — Е.М. Крохина и И.И. Куренкова.

Сборник содержит материалы по следующим основным направлениям: методы изучения внутренних водоемов; результаты применения методов прямого учета численности и математического моделирования в исследованиях пресноводных биоресурсов; условия обитания гидробионтов в экосистемах внутренних водоемов: гидрология, гидрохимия и геоморфология; сезонная и многолетняя динамика функционирования сообществ внутренних водоемов; биоразнообразие и продуктивность экосистем внутренних водоемов; антропогенное воздействие и проблемы сохранения экосистем внутренних водоемов; рыбохозяйственное использование внутренних водоемов для целей промышленного и любительского (спортивного) рыболовства, акклиматизации и аквакультуры.

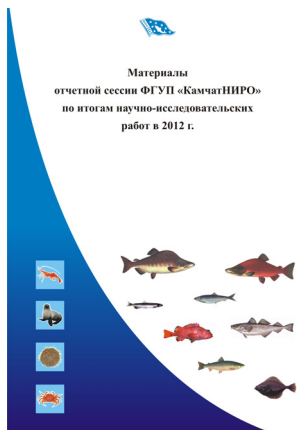
Электронная версия доступна по ссылке: www.kamniro.ru/publishing/kamniro/sovremennoe_sostoyanie_i_metody_izucheniya_ekosistem_vnutrennih_vodoemov



Карпенко В.И., Андриевская Л.Д., Коваль М.В. **Питание и особенности роста тихоокеанских лососей в морских водах.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2013. 304 с.

Монография представляет собой обобщение накопленной в лаборатории морских исследований лососей ФГУП «КамчатНИРО» многолетней архивной информации, а также результатов собственных исследований питания и роста тихоокеанских лососей в морской период жизни. В течение 50-летнего периода изучения использована единая методика сбора, обработки и анализа трофологических материалов.

Описаны районы обитания лососей камчатских популяций и исследованы основные факторы среды, влияющие на их питание и рост в море. Для этого изучен состав пищи и оценены пищевые потребности пяти видов (горбуши, кеты, нерки, кижуча и чавычи) на отдельных этапах морского периода жизни. Изучена многолетняя динамика весового роста лососей, возвращающихся на нерест к побережью Камчатки. Исследованы межвидовые пищевые отношения лососей в море.



Материалы отчетной сессии ФГУП «КамчатНИРО» по итогам научно-исследовательских работ в 2012 г. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2013. 367 стр.

В сборник включены материалы, отражающие результаты исследований ученых разных поколений. Отдельно представлены итоги работы всех лабораторий института в 2012 г.: обобщены данные, полученные в результате исследования морских промысловых рыб, тихоокеанских лососей, промысловых беспозвоночных, а также проведения биохимических, генетических, морфологических и учетных работ.

Сборник предназначен для специалистов рыбохозяйственных НИИ, рыбопромышленников, студентов профильных вузов, органов рыбоохраны.



Бажин А.Г., Степанов В.Г. **Морские семейства Strongylocentrotidae морей России.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2012. 196 с.

Монография посвящена описанию основных биологических особенностей морских ежей семейства Strongylocentrotidae морей России, их видового состава, распространения, морфологии и изменчивости, процессов размножения и развития, экологии. Кроме того, содержит материалы о практическом использовании, технологиях переработки и особенностях промысла морских ежей и о некоторых аспектах их использования в научных целях.

Книга адресована биологам, специалистам по добыче и обработке морского биологического сырья, а также студентам рыбохозяйственных, биологических и рыбопромысловых факультетов и всем, интересующимся природой моря.



Снюрреводный лов. Под общ. ред. к.т.н., доцента М.Н. Коваленко / Коваленко М.Н., Широков Е.П., Малых К.М., Сошин А.В., Адамов А.А. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2012. 168 с.

В монографии рассмотрены вопросы становления и современного состояния технологии снюрреводного лова с судов среднего, малого и маломерного классов на Камчатке. Работа представляет собой обобщение накопленной в лаборатории промышленного рыболовства ФГУП «КамчатНИРО» информации о снюрреводном лове, а также результатов собственных исследований. Предназначена для специалистов добычи, судоводителей, конструкторов и научных сотрудников, занятых на промысле и проведении научно-исследовательских работ при лове донных видов рыб снюрреводами с судов среднего, малого и маломерного флота, а также студентов, обучающихся по специальностям «Промышленное рыболовство» и «Промысловое судовождение».



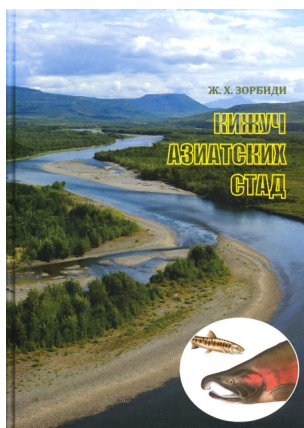
Дьяков Ю.П. **Камбалообразные (PLEURONECTIFORMES) дальневосточных морей России** (пространственная организация фауны, сезоны и продолжительность нереста, популяционная структура вида, динамика популяций). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2011. 428 с.

В монографии обобщены сведения о географической изменчивости фауны камбал в водоемах, омывающих дальневосточные берега России, изложены результаты исследования ее пространственной структуры. Рассмотрены особенности сезонного батиметрического и термического распределения представителей камбалообразных рыб в различных районах. Проведена классификация различных типов их распределения по глубинам. Установлено образование камбалами комплексов видов, местообитания которых характеризуются близкими глубинными и температурными условиями. Исследована географическая изменчивость сроков нереста у 56 видов камбалообразных рыб. Высказана гипотеза о наличии у камбал северной части Тихого океана двух адаптивных стратегий нереста. Построена общая концепция популяционной структуры тихоокеанского черного палтуса. Дана характеристика динамики численности популяций пяти массовых видов камбал восточной части Охотского моря. На основе ряда наблюдений построены математические модели популяционного роста численности и биомассы этих рыб, а также формирования численности их поколений в зависимости от некоторых популяционных и внепопуляционных факторов.



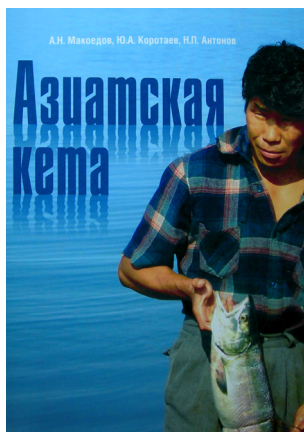
Сергеева Н.П., Варкентин А.И., Буслов А.В. **Шкала стадий зрелости гонад минтая.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2011. 92 с.

Минтай — наиболее значимый объект современного рыболовства в Дальневосточном регионе. На основании полученных авторами ранее результатов по исследованию особенностей полового созревания, оогенеза и сперматогенеза североохоотоморского минтая приводится шкала стадий зрелости гонад минтая, включающая определение семи стадий, характеризующих развитие половых желез самок, и шести стадий — самцов. Дается описание величины и внешнего вида гонад, степени упругости, зернистости (самки), текучести семенной жидкости, ГСИ, состава и размеров ооцитов текущего фонда. Каждая выделенная стадия иллюстрируется характерным фотоизображением гонады в полости тела, извлеченной гонады, показаны вид ооцитов при просмотре с помощью бинокля и соответствующий стадии гистологический срез яичника и семенника. Также показаны изменения цвета и величины гонад в процессе созревания и нереста, характерные образы гонад разных стадий зрелости часто встречаемых оттенков цветов. Приводится словарь с пояснениями используемых терминов.



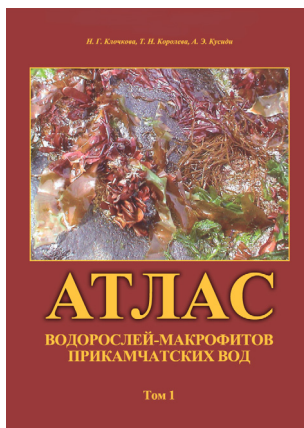
Зорбиди Ж.Х. **Кижуч азиатских стад.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2010. 306 с.

В монографии обобщены сведения о характере промысла азиатского кижуча *Oncorhynchus kisutch* в многолетнем аспекте и представлен ретроспективный анализ его особенностей за более чем 50-летний период. Приводятся данные официальной статистики берегового и японского морского промысла азиатского кижуча, сведения о вылове американских стад, результаты идентификации стад азиатского кижуча. Анализируются динамика численности, пропуск на нерестилища, состояние запасов в современный период и миграции кижуча в северо-западной части Тихого океана. Уточнены некоторые взгляды на характер его посткатадромных и преднерестовых миграций. По материалам собственных исследований и литературным источникам рассматриваются структура популяций и внутривидовая дифференциация кижуча, сроки нерестового хода, особенности нереста и экология развития в раннем онтогенезе, размерно-возрастной, половой состав нерестовых стад, качественные характеристики производителей и молоди. Выявлены изменения в структуре популяций кижуча, которые носят колебательный характер и, вероятно, вызваны не только изменениями условий среды, но и численностью самого вида. Особое внимание уделено результатам исследования биологии вида в естественных условиях. Представлены данные, характеризующие особенности экологии молоди кижуча в разных типах водоемов.



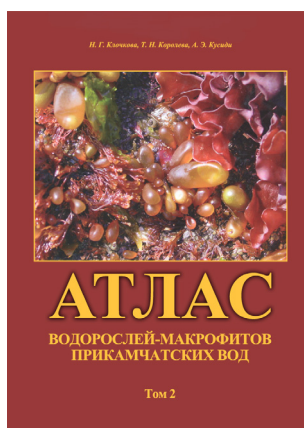
Макоедов А.Н., Коротаев Ю.А., Антонов Н.П. **Азиатская кета.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 356 с.

Монографический обзор одного из наиболее ценных объектов рыболовства, кеты, в азиатской части ареала вида. Основное внимание сосредоточено на российских районах воспроизводства, поскольку более южные природные популяции кеты были почти полностью истреблены еще в начале XX века, отчего современный японский промысел ориентирован на лососей заводского происхождения. Приведены общая характеристика вида и основные этапы его изучения. Опираясь на собственные результаты исследований и литературные данные, подробно описана биология кеты из различных районов размножения. Рассмотрены особенности различных отрезков пресноводного и морского периодов жизни. Дана информация об истории развития и современном состоянии искусственного воспроизводства обсуждаемого вида тихоокеанских лососей. Рассмотрены абиотические, биотические, популяционные и антропогенные факторы, регулирующие численность и биомассу кеты. Приведены расчеты общей оценки выживаемости природных группировок данного вида. Большое внимание уделено вопросам, связанным с хозяйственным освоением азиатской кеты, и факторам, препятствующим рациональному ведению лососевого хозяйства в целом. Предложены рекомендации, направленные на устранение существующих недостатков.



Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. **Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Том 1.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 218 с.

Даны описание и цветные иллюстрации внешнего вида и мест произрастания 32 зеленых (отдел Chlorophyta) и 58 бурых (отдел Phaeophyta) водорослей, встречающихся в прикамчатских водах. Специальную часть книги предваряют описание основных особенностей организации представителей отделов и характеристика местообитаний. В описаниях к видам указаны вариации формы, размеров и цвета слоевищ, их самые характерные морфологические и анатомические особенности. В эколого-биологическую характеристику включена информация об условиях произрастания, в том числе и антропогенном влиянии, сезонном развитии, распространении и ценотической роли вида в пределах камчатского района. Иногда описание распространения водорослей дается более широко: в пределах всех морей российского Дальнего Востока или Мирового океана. Для промысловых и массовых видов указаны возможные направления практического использования. Завершают книгу краткие сведения по состоянию промысла ламинарии в прикамчатских водах и очерк о благотворном влиянии на здоровье человека морских водорослей и продуктов их переработки.



Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. **Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Том 2.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 304 с.

Даны описание и цветные иллюстрации внешнего вида и мест произрастания 132 видов красных водорослей (отдел Rhodophyta), встречающихся в прикамчатских водах. Специальную часть книги предваряет описание основных особенностей организации представителей отделов. В описаниях к видам указаны вариации формы, размеров и цвета слоевищ, их самые характерные морфологические и анатомические особенности. В эколого-биологическую характеристику включена информация об условиях произрастания, сезонном развитии, распространении и ценотической роли вида в пределах камчатского района. Иногда описание распространения водорослей дается более широко. Для промысловых и массовых видов указаны возможные направления практического использования. В книгу включены краткие рекомендации, касающиеся сбора водорослей на морском берегу и изготовления из них гербария и препаратов для изучения внутреннего строения растений.



Шагинян Э.Р. **Методические рекомендации по определению видового состава крабов и возможности их возвращения в среду обитания в прикамчатских водах.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 32 с.

Краткое пособие для определения видового состава, степени жизнедеятельности крабов, а также возможности их возвращения в естественную среду обитания при производстве промысловых, исследовательских работ, а также для оперативной оценки работниками природоохранных учреждений возможного ущерба при незаконном промысле. Кратко освещены вопросы размножения, питания, миграций и промысла основных промысловых крабов прикамчатских вод. Основное внимание уделено морфологическим особенностям рассматриваемых видов с целью их видовой идентификации в полевых условиях. Даются рекомендации по определению жизнедеятельности крабов и целесообразности их выпуска в среду обитания. Пособие подкреплено хорошо выполненными иллюстрациями.

Для приобретения изданий необходимо выслать (факсом или электронной почтой) заявку, с указанием реквизитов, согласно которой будет выставлен счет на предоплату. После оплаты счета заказанная литература отправляется почтой по указанному адресу. Пересылка — за счет заказчика.

Адрес издательства Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»)
683000 Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18
Тел.: (4152) 412-701
E-mail: kamniro@vniro.ru

Научный рецензируемый журнал

**«Исследования водных биологических ресурсов Камчатки
и северо-западной части Тихого океана»**

Выпуск 73. 2024

ISSN 2072-8212

Журнал с 2010 года входит в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий ВАК РФ.
С 29.12.2015 включен в новую редакцию Перечня

Главный редактор: А.В. Бугаев
Выпускающий редактор: Т.В. Борисова
Ответственный секретарь: М.В. Варкентин
Корректор: Т.В. Борисова
Перевод на английский: А.А. Шурыгина

Регистрационный номер ПИ № ФС 77-77203, дата регистрации 08.11.2019,
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Адрес редакции:

683000 Камчатский край, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18
Тел./факс: 8 (4152) 41-27-01. E-mail: kamniro@vniro.ru, pressa@kamniro.vniro.ru

Учредитель:

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
Адрес учредителя: 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19.
Тел.: 8 (499) 264-93-87. Факс: 8 (499) 264-91-87. E-mail: vniro@vniro.ru

Издатель:

Камчатский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
(«КамчатНИРО»)

Адрес издателя: 683000 Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, д. 18.

Подписано в печать 27.09.2024. Дата выхода 30.09.2024, № 2 (73), 2024.

Формат 60×84/8. Печать офсетная.

Усл. печ. л.: 12. Заказ № КПО0-4306. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Типографии ООО «Камчатпресс».

Адрес: 683024 Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, д. 12а.