

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**

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

Scientific peer-reviewed journal

Vol. 68
2023

Научный рецензируемый журнал

Выпуск 68
2023



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. Клочкова, 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. 68. 2023. 120 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 of the north-west part of the Pacific Ocean. Scientific peer-reviewed journal. Vol. 68. 2023. 120 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

Вып. 68, 2023

Оригинальные научные статьи

<i>Бугаев Александр Викторович, Зикунова Ольга Владимировна, Шпигальская Нина Юрьевна, Артюхина Нина Борисовна, Шубкин Сергей Викторович, Коваленко Михаил Николаевич, Лозовой Алексей Петрович.</i> Аналитический обзор итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. (прогнозы, промысел, запасы). Сообщение 1 (горбуша, кета)	5
<i>Бугаев Александр Викторович, Зикунова Ольга Владимировна, Артюхина Нина Борисовна, Шубкин Сергей Викторович.</i> Аналитический обзор итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. (прогнозы, промысел, запасы). Сообщение 2 (нерка, кижуч, чавыча)	42
<i>Калякина Мария Евгеньевна, Литанюк Евгения Ярославовна.</i> Научное сопровождение отолитного маркирования тихоокеанских лососей на ЛРЗ Магаданской области в рыболоводный цикл 2021–2022 гг.	63
<i>Золотов Александр Олегович, Глубоков Александр Иванович, Варкентин Александр Иванович.</i> Разработка подходов к регулированию промысла камбал Западно-Беринговоморской зоны	70
<i>Юсупов Равиль Равильевич, Семенов Юрий Константинович.</i> Половое созревание камбаловых рыб северной части Охотского моря в 1997–2019 гг.	90

CONTENTS

Vol. 68, 2023

Full Articles

<i>Alexandr V. Bugaev, Olga V. Zikunova, Nina Yu. Shpigalskaya, Nina B. Artyukhina, Sergey V. Shubkin, Mikhail N. Kovalenko, Alexey P. Lozovoy.</i> Analytical review of the results of salmon fisheries in Kamchatka Territory in 2018–2022 (forecasts, fisheries, stocks). Communication 1 (pink salmon, chum salmon)	5
<i>Alexandr V. Bugaev, Olga V. Zikunova, Nina B. Artyukhina, Sergey V. Shubkin.</i> Analytical review of the results of salmon fisheries in Kamchatka Territory in 2018–2022 (forecasts, fisheries, stocks). Communication 2 (sockeye salmon, coho salmon, chinook salmon)	42
<i>Maria E. Kalyakina, Evgeniya Y. Litanyuk.</i> Scientific support of Pacific salmon otolith marking at hatcheries of Magadan Region in 2021–2022 fish breeding cycle	63
<i>Alexander O. Zolotov, Alexander I. Glubokov, Alexander I. Varkentin.</i> Development of approaches to regulation of flatfish fishery in the West Bering Sea zone	70
<i>Ravil R. Yusupov, Yury K. Semenov.</i> Maturation of flounder species in the northern part of the Sea of Okhotsk in 1997–2019	90

Научная статья / Original article

УДК 597.552.511:639.2.053

doi:10.15853/2072-8212.2023.68.5-41



АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИТОГОВ ЛОСОСЕВЫХ ПУТИН В КАМЧАТСКОМ КРАЕ В 2018–2022 ГГ. (ПРОГНОЗЫ, ПРОМЫСЕЛ, ЗАПАСЫ). СООБЩЕНИЕ 1 (ГОРБУША, КЕТА)

Бугаев Александр Викторович[✉], Зикунова Ольга Владимировна, Шпигальская Нина Юрьевна, Артюхина Нина Борисовна, Шубкин Сергей Викторович, Коваленко Михаил Николаевич, Лозовой Алексей Петрович

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

Аннотация. В работе рассмотрены результаты анализа итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. (для горбуши 2017–2022). Материал включает данные промысловой статистики, представляющие информацию о ежегодных, сезонных нарастающих и суточных уловах горбуши и кеты для основных единиц региональных запасов. Показаны главные закономерности и обозначены критические моменты, обуславливающие оправдываемость прогнозов численности подходов/вылова указанных видов. Кроме того, приводятся многолетние оценки изменчивости нерестовых запасов горбуши и кеты относительно целевых ориентиров пропуска на нерестилища.

Ключевые слова: горбуша, кета, промысел, прогнозирование динамики численности, нерестовые запасы

Для цитирования: Бугаев А.В., Зикунова О.В., Шпигальская Н.Ю., Артюхина Н.Б., Шубкин С.В., Коваленко М.Н., Лозовой А.П. Аналитический обзор итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. (прогнозы, промысел, запасы). Сообщение 1 (горбуша, кета) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. Вып. 68. С. 5–41.

ANALYTICAL REVIEW OF THE RESULTS OF SALMON FISHERIES IN KAMCHATKA TERRITORY IN 2018–2022 (FORECASTS, FISHERIES, STOCKS). COMMUNICATION 1 (PINK SALMON, CHUM SALMON)

Alexandr V. Bugaev[✉], Olga V. Zikunova, Nina Yu. Shpigalskaya, Nina B. Artyukhina,
Sergey V. Shubkin, Mikhail N. Kovalenko, Alexey P. Lozovoy

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

Abstract. The paper considers results of the analysis of salmon fisheries in Kamchatka Region in 2018–2022 (for pink salmon 2017–2022). The material analyzed includes commercial fishery statistics data presenting information on annual, seasonal and daily catches of pink salmon and chum salmon for the main units of the regional stocks. The main patterns are shown and critical points are outlined to justify predictions of the runs/catch of spawners. In addition, multi-year estimates of the variability of spawning stocks of pink salmon and chum salmon with respect to spawning escapement targets are presented.

Keywords: Pink salmon, Chum salmon, fishery, forecasting of stock abundance dynamics, spawning stocks

For citation: Bugaev A.V., Zikunova O.V., Shpigalskaya N.Yu., Artyukhina N.B., Shubkin S.V., Kovalenko M.N., Lozovoy A.P. Analytical review of the results of salmon fisheries in Kamchatka Territory in 2018–2022 (forecasts, fisheries, stocks). Communication 1 (Pink salmon, Chum salmon) // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 68. P. 5–41. (In Russian)

В зону ответственности КамчатНИРО (Камчатский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский институт рыбного хозяйства и океанографии») при проведении ресурсных лососевых исследований входят пресноводные водные объекты Камчатского края, а также морские акватории, прилегающие к территории указанного субъекта Российской Федерации. В грани-

цах Камчатского края выделяют пять промысловых районов, где осуществляется государственный мониторинг тихоокеанских лососей: 1) Западно-Беринговоморская зона – 61.01; 2) Карагинская подзона – 61.02.1; 3) Петропавловско-Командорская подзона – 61.02.2; 4) Западно-Камчатская подзона – 61.05.2; 5) Камчатско-Курильская подзона – 61.05.4. Несмотря на то, что представленная классификация про-

мысловых зон отражает ситуацию с осуществлением рыбохозяйственной деятельности в пределах территориального моря и исключительной экономической зоны Российской Федерации, в отношении промысла тихоокеанских лососей принятая система районирования экстраполируется и на внутренние пресноводные объекты. Это связано с биологией данных видов водных биоресурсов, которые, являясь анадромными видами рыб, в своем жизненном цикле имеют как пресноводный, так и морской/океанический этапы нагула.

Определение общих объемов прогнозируемого вылова (ПВ) тихоокеанских лососей Камчатского края выполняется по принципу промыслового районирования, то есть общий объем ПВ изначально распределяется по указанным выше зонам/подзонам. Далее в каждом промысловом районе по географическому принципу и закономерностям прохождения прибрежных преднерестовых миграций тихоокеанских лососей формируются группы водных объектов, включающие локальный комплекс морских и речных рыболовных участков (РЛУ). Как правило, объемы добычи (вылова) лососей устанавливаются по группам РЛУ, обеспечивающих промысел отдельных наиболее значимых по численности единиц запасов. В некоторых случаях, при наличии географической изоляции и промысловой значимости, в качестве единицы запаса определяют отдельное локальное стадо лососей, воспроизводящееся в конкретном водном объекте.

Организация регулирования лососевого промысла в регионе базируется на ежегодно готовящихся рекомендациях рыбохозяйственной науки по теме «Стратегия промысла тихоокеанских лососей в Камчатском крае». Стратегии включают следующие организационные моменты: 1) датирование открытия/закрытия промысла; 2) периодику проходных дней/периодов для пропуска производителей на нерестилища; 3) ограничительные меры по осуществлению промысла в отношении отдельных видов лососей или конкретных водных объектов (групп РЛУ). Основные положения Стратегии утверждаются и предоставляются общественности в ежегодных протоколах заседаний региональной Комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб, находящейся в ведомстве Министерства рыбного хозяйства Камчатского края (<https://kamgov.ru/minfish>). Данный орган исполнительной власти формируется согласно Приказу Министерства

сельского хозяйства Российской Федерации № 170 от 8 апреля 2013 г. «Об утверждении Порядка деятельности комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб».

В пределах Камчатского края наиболее значимыми являются три вида рыболовства — промышленное, традиционное (коренные малочисленные народы Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации) и любительское. Их вклад в общее освоение объемов ПВ составляет почти 100%. При этом на долю промышленного рыболовства приходится более 95% освоения лососевых ресурсов в регионе.

Оперативное регулирование лососевого промысла осуществляется в рамках государственного мониторинга тихоокеанских лососей, проводимого региональной отраслевой научной организацией. В пределах Камчатского края данные исследования выполняют специалисты КамчатНИРО. Мониторинг лососевого промысла включает следующие основные направления научно-исследовательских работ: 1) оценка динамики уловов лососей; 2) оценка биологического состояния лососей; 3) оценка нерестовых запасов лососей. На основе данной информации готовятся рекомендации по оперативному регулированию лососевого промысла, которые рассматриваются и утверждаются региональной Комиссией.

Представленный комплекс мероприятий определяет систему организации и научного сопровождения лососевого промысла в Камчатском крае. В настоящее время сложившаяся практика оперативного регулирования добычи (вылова) тихоокеанских лососей в Камчатском крае показывает хорошие результаты, позволяющие формировать стабильное рыболовство и эффективное воспроизводство данных видов водных биологических ресурсов. Камчатский опыт организации путин был успешно внедрен в практику лососевого промысла других дальневосточных субъектов Российской Федерации.

В связи с необходимостью постоянного мониторинга лососевых ресурсов Камчатского края специалисты КамчатНИРО проводят ежегодный анализ прошедших путин. Уточним, что в отношении тихоокеанских лососей общепотребительный термин «динамика численности» обозначает ежегодную количественную оценку подхода (возврата) производителей к месту воспроизводства (нерестовый водоем). Понятие «подход (возврат)» определяется как сумма численности производителей, добытых

промыслом и пропущенных на нерест. Поэтому анализ итогов лососевых путин включает не только оценку оправдываемости прогнозируемого и фактического вылова, но и подходов. Это позволяет более адекватно оценивать динамику численности запасов тихоокеанских лососей, то есть непосредственно как промысловую составляющую, так и формирование нерестового потенциала. Ранее по теме аналитических обзоров путин был опубликован ряд статей, в которых рассматривались вопросы, связанные с верификацией оправдываемости промысловых прогнозов и оценками состояния региональных запасов тихоокеанских лососей (Бугаев и др., 2018, 2019, 2020а, б). Настоящая статья является тематическим продолжением работ, представляющих данное направление исследований.

Цель работы — обобщение аналитической информации по итогам лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг.

В Сообщении 1 подробно представлены результаты анализа итогов лососевых путин в отношении двух видов — горбуши и кеты.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для анализа динамики численности послужила статистика промысла (вылов) и мониторинга нерестовых запасов (пропуск на нерест) тихоокеанских лососей в Камчатском крае. По горбуше ряд наблюдений включал данные 2017–2022 гг., а для остальных видов (кета, нерка, кижуч, чавыча) — 2018–2022 гг. Уточним, что для горбуши ряд наблюдений был расширен до шести лет в связи с необходимостью проведения сравнительного анализа динамики численности возвратов производителей четных и нечетных поколений воспроизводства. В нашем случае для этого вида рассматриваются материалы трех четных и трех нечетных лет.

Данные промысловой статистики официально предоставлены Северо-Восточным территориальным управлением Росрыболовства. Информация о численности производителей на нерестилищах получена в результате проведения авиаучетных съемок КамчатНИРО. Подобные исследования проводятся с 1957 г. Классическая методология авиамониторинга разработана известным камчатским ученым А.Г. Остроумовым (1962, 1964, 1975). Впоследствии методика была адаптирована в сторону сокращения полетного времени путем включения в схему съемок только реперных водоемов, в которых формируется основной нерестовый

запас тихоокеанских лососей Камчатского края (Шевляков, Маслов, 2011).

Помимо статистики численности подходов (вылов + пропуск (заполнение нерестилищ)), для подготовки прогнозов динамики запасов тихоокеанских лососей используется стандартный набор биологических данных, характеризующий основные качественные показатели рыб (длина тела, масса тела, пол, возраст, плодовитость).

Оценка биологического состояния тихоокеанских лососей выполняется в результате проведения ежегодного мониторинга КамчатНИРО. Исследованиями охватываются все базовые единицы лососевых промысловых запасов Камчатского края. Сбор данных каждый год системно осуществляется приблизительно на 20 промыслово-значимых водных объектах Камчатского края (рис. 1). Основой полученной информации являются результаты полных биологических анализов (ПБА), проводимых по стандартной ихтиологической методике (Правдин, 1966). Для подготовки прогнозов динамики численности тихоокеанских лососей Камчатского края в 2017–2022 гг. были использованы данные ПБА более 124 тыс. экз. Общий объем собранного биологического материала по годам представлен в таблице 1.

Статистическую и графическую обработку данных проводили в программе Excel. Построение схем пространственного распределения численности тихоокеанских лососей в прибрежной зоне и на нерестилищах рек Камчатского края выполнено с помощью программы ArcGIS Pro 2.9.2 (<https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/get-started/whats-new-in-arcgis-pro.htm>).

Методика прогнозирования динамики численности запасов тихоокеанских лососей Камчатского края заметно отличается для видов с коротким (горбуша) и продолжительным (кета, нерка, кижуч, чавыча) жизненным циклом. Основные теоретические и методические аспекты современных принципов подготовки лососевых региональных прогнозов представлены в опубликованных работах специалистов КамчатНИРО (Дубынин и др., 2007; Фельдман, Шевляков, 2015; Фельдман и др., 2017; Фельдман, 2020; Зикунова и др., 2021; Фельдман, Бугаев, 2021).

В отношении горбуши Камчатского края применяли многоуровневый подход прогнозирования динамики численности, базирующийся на взаимосвязях, представленных в страти-

фицированных моделях на базе классических зависимостей типа «родители – потомство» (Ricker, 1954; Shepherd, 1982), а также общей ре-

грессионной модели с применением в качестве дополнительных предикторов данных климатических индексов (PDO – индекс Тихоокеан-



Рис. 1. Локализация станций сбора (водные объекты) биологических данных, характеризующих производителей тихоокеанских лососей в период путина в Камчатском крае в 2017–2022 гг.

Fig. 1. The chart of biological data sampling stations to characterize Pacific salmon spawners during the fishery season in Kamchatka Territory in 2017–2022

ской декадной осцилляции, WP — индекс циклонической активности западной части Тихого океана, АО — индекс Арктической осцилляции) (Neter et al., 1990). Кроме того, прогнозирование возвратов этого вида выполняли и с помощью моделируемого классификационного анализа на основе метода «случайный лес деревьев-решений» (Breiman, 2001). В качестве индикаторной информации в прогнозах обязательно учитывали данные учетно-мальковых работ по скату горбушки из реперных рек Восточной и Западной Камчатки. Однако следует подчеркнуть, что базовым критерием прогнозирования динамики региональных запасов вида являются оценки численности молоди, полученные в результате проведения специалистами ТИИРО (Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО») с участием сотрудников КамчатНИИРо учетных траловых съемок во время осенней откочевки сеголетков в открытые воды Берингова и Охотского морей.

В качестве инструмента прогнозирования динамики численности камчатских стад кеты, нерки, кижучи и чавычи, при наличии достаточного уровня информационного обеспечения, использовали различные варианты моделирования на основе известных закономерностей взаимосвязи «родители – потомство» с учетом изменчивости численности поколений по возрастным группам (Ricker, 1954; Shepherd, 1982). При прогнозировании численности поколений старших возрастных групп в возвратах указанных видов применяется метод сиблиингов, основанный на расчетах по остаточному принципу (Peterman, 1982).

Непосредственно определение количества тихоокеанских лососей, потенциально формирующих объем вылова и пропуска производителей на нерестилища, рассчитывается на основании разработанных специалистами КамчатНИИРо правил регулирования промысла (ПРП) для основных видовых единиц запасов Камчатского края (Фельдман и др., 2022). Данные ПРП дают ориентировочные стартовые установки объемов добычи (вылова), которые

в ходе путины могут корректироваться на основе результатов оперативного мониторинга подходов тихоокеанских лососей в конкретных промысловых районах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В рассматриваемый период 2018–2022 гг. (для горбушки с 2017 г.) лососевый промысел на Камчатке начинался в первой–второй декадах июня на восточном побережье и во второй декаде июля на западном побережье. На Восточной Камчатке основные районы добычи (вылова) тихоокеанских лососей были сосредоточены в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах. В первом случае лов осуществляли с применением ставных неводов в Карагинском и Олюторском заливах, а во втором — в Камчатском и Кроноцком заливах. При этом более 80% от общей добычи (вылова) тихоокеанских лососей на восточном побережье Камчатки приходилось на морские РЛУ. Из речных РЛУ Восточной Камчатки наиболее значимый уровень рыболовства традиционно отмечался в бассейне р. Камчатки. На западном побережье Камчатки массовый лососевый промысел также был сосредоточен на морских РЛУ. В данном случае лов осуществляли с помощью ставных неводов в прибрежной акватории Камчатско-Курильской и Западно-Камчатской подзон. Здесь ежегодно добывали порядка 70–80% объемов прогнозируемого вылова тихоокеанских лососей. Наиболее значимый речной промысел на Западной Камчатке был сконцентрирован на РЛУ, расположенных в бассейнах рек Озерная и Большая. Общее окончание промышенного и традиционного рыболовства тихоокеанских лососей в Камчатском крае ежегодно приходилось на вторую–третью декады сентября. Любительское рыболовство завершалось в третьей декаде октября.

В пределах Камчатского края, по данным 2018–2022 гг., всего официально закреплено за пользователями в среднем около 1000 РЛУ, из которых к морским относятся приблизительно 560, к речным — 440. При этом по среднемно-

Таблица 1. Объем выполненных ПБА тихоокеанских лососей Камчатки в 2017–2022 гг.

Table 1. The size of Pacific salmon sample analyzed (complete biological analysis) for Kamchatka in 2017–2022

Год Year	Горбуша Pink	Кета Chum	Нерка Sockeye	Кижуч Coho	Чавыча Chinook	Всего Total
2017*	4403	5611	5497	3361	1239	20 111
2018	5279	4859	5229	3538	1126	20 031
2019	5792	6363	5993	4312	1516	23 976
2020	4918	5648	7018	3878	1661	23 123
2021	4997	5073	5439	1776	1701	18 986
2022	4263	5247	4460	2745	1534	18 249

Примечание. * — данные 2017 г. включены в работу только для горбушки.
Note.* — marks data 2017 for pink salmon only used in this review.

голетним данным реальный промысел в рассматриваемый период вели лишь порядка 800 РЛУ (морские – ≈470, речные – ≈330). Более подробная информация о количестве РЛУ, осуществляющих промышленное, традиционное и любительское рыболовство тихоокеанских лососей в Камчатском крае в 2018–2022 г., представлена в таблице 2.

По данным международной Комиссии по анадромным рыбам северной части Тихого океана (North Pacific Anadromous Fish Commission, NPAFC), современное (2010-е и начало 2020-х гг.) состояние запасов тихоокеанских лососей Северной Пацифики характеризуется на высоком уровне (<https://nafc.org/statistics>). В этот период многие региональные (страны/географические центры воспроизводства) уловы массовых видов достигли исторических пиков за практически 100-летний ряд наблюдений (официальная статистика NPAFC ведется с 1925 г.). В полной мере это относится и к лососевым запасам, воспроизводящимся как в целом на Дальнем Востоке России, так и непосредственно в Камчатском крае. На рисунке 2 представлены сравнительные данные о динамике и структуре уловов тихоокеанских лососей Дальнего Востока и Камчатки в современный период (2011–2022 гг.).

Анализ представленных данных показал, что среднегодовой вылов тихоокеанских лососей за последние 12 лет на Дальнем Востоке соответствовал приблизительно 428 тыс. т. Аналогичный промысловый показатель на Камчатке достигал 258 тыс. т. Таким образом, вклад камчатских стад в дальневосточный лососевый промысел составил порядка 40%.

Таблица 2. Количество рыболовных участков (РЛУ), определенных для пользователей для осуществления различных видов рыболовства тихоокеанских лососей в пределах Камчатского края в 2018–2022 гг.
Table 2. Number of fishing plots allocated for users to provide various types of Pacific salmon fisheries within Kamchatka Territory in 2018–2022

Год Year	РЛУ Fishery plots	Вид рыболовства / Type of fishery			Всего Total
		Промышленное Commercial	Традиционное Traditional	Любительское Amateur	
2018	Морские / Marine	438 (374)	101 (73)	31 (20)	570 (467)
	Речные / River	200 (168)	149 (110)	121 (55)	470 (333)
	Все / All	638 (542)	250 (183)	152 (75)	1040 (800)
2019	Морские / Marine	438 (391)	101 (80)	31 (21)	570 (492)
	Речные / River	200 (173)	149 (113)	119 (62)	468 (348)
	Все / All	638 (564)	250 (193)	150 (83)	1038 (840)
2020	Морские / Marine	434 (372)	91 (78)	28 (19)	553 (469)
	Речные / River	191 (158)	141 (111)	80 (59)	412 (328)
	Все / All	625 (530)	232 (189)	108 (78)	965 (797)
2021	Морские / Marine	435 (388)	91 (84)	29 (16)	555 (488)
	Речные / River	194 (159)	144 (107)	82 (56)	420 (322)
	Все / All	629 (547)	235 (191)	111 (72)	975 (810)
2022	Морские / Marine	436 (364)	91 (82)	35 (8)	562 (454)
	Речные / River	194 (144)	144 (105)	96 (57)	434 (306)
	Все / All	630 (508)	235 (187)	131 (65)	996 (760)

Примечание. В скобках указано количество РЛУ, которые реально осуществляли промысел тихоокеанских лососей в конкретный год.
Note. The number of plots with actual fishing for Pacific salmon in particular year is shown in parentheses.

В обоих случаях максимальные уловы были отмечены в 2018, 2019 и 2021 гг. В эти годы доля тихоокеанских лососей Камчатки в общих дальневосточных уловах достигала 74–82%.

Среднегодовая структура лососевых уловов на Дальнем Востоке, по данным 2011–2022 гг., приблизительно имела следующий вид: горбуша – 64%, кета – 24%, нерка – 10%, остальные виды – 2%. Аналогичные показатели для Камчатки соответствовали: горбуша – 68%, кета – 13%, нерка – 16%, остальные виды – 3%. Сопоставление полученных данных показало, что для Камчатки характерно преобладание в уловах горбушки и нерки, а в целом на Дальнем Востоке – горбушки и кеты.

Рассматриваемый в работе ряд наблюдений 2018–2022 гг. в отношении Камчатского края характеризуется высоким уровнем добычи (вылова) тихоокеанских лососей. На данном этапе среднегодовой вылов всех видов в регионе достигал 328 тыс. т (рис. 3). Это максимальный показатель даже для последних 12 лет, когда был зафиксирован экстремально высокий рост численности запасов лососей. Пики добычи были зафиксированы в 2018 г. (498 тыс. т), 2019 г. (378 тыс. т) и 2021 г. (441 тыс. т). В региональной структуре промысла на рубеже 2010–2020-х гг. также были отмечены определенные изменения, связанные с увеличением в промысле доли горбушки (до 70–80%).

Следует уточнить, что данные промысловой статистики, представленной на сайте NPAFC (<https://nafc.org/statistics>), показывают значительное увеличение добычи (вылова) тихоокеанских лососей России в 2010-е годы. Причем

данная тенденция прослеживается при рассмотрении почти 100-летнего периода как на Дальнем Востоке России, так и непосредственно на Камчатке. Анализируя почти столетний ряд данных промысловой статистики, можно констатировать, что период 2018–2022 гг. относится к наиболее продуктивным годам по численности региональных лососевых запасов, как в XX веке, так и в первые два десятилетия XXI века.

Аналитический обзор лососевых путин проводится для каждого вида тихоокеанских лососей на уровне главных промысловых единиц запасов, формирующих структуру лососевого промысла в Камчатском крае. Представляемые данные включают данные о численности подходов и вылове, оценки оправдываемости прогнозируемых/фактических подходов/уловов, характеристику межгодовой и сезонной

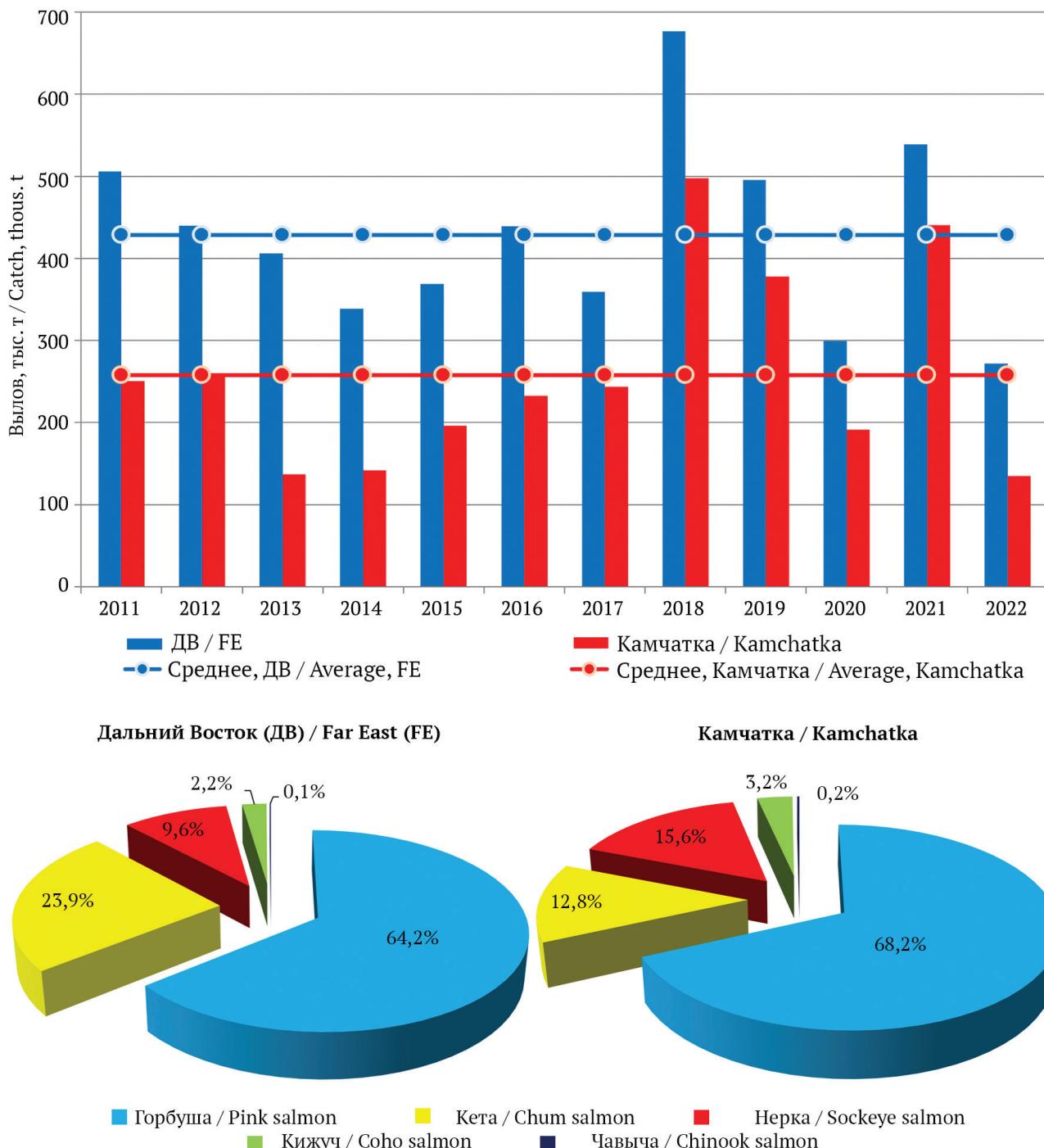


Рис. 2. Сравнительная динамика и структура уловов тихоокеанских лососей Дальнего Востока и Камчатки по данным 2011–2022 гг.
Fig. 2. Comparative dynamics and structure of the catches of Pacific salmon in the Far East and Kamchatka on the data for 2011–2022

динамики промысла, а также информацию об уровне нерестовых запасов.

Горбуша

Основные промысловые запасы вида в пределах Камчатского края формируются в двух географических регионах, представляющих группировки нерестовых рек берингоморского (северо-восток) и охотоморского (запад) побережий (Бугаев, Шевляков, 2008). Здесь добывается более 95% горбушки камчатских стад. Поэтому целесообразно рассмотреть ситуацию с современным состоянием запасов вида для указанных районов.

Северо-Восточная Камчатка. В границах Камчатского края данный регион представлен двумя промысловыми районами — Карагинской подзоной и Западно-Берингоморской

зоной. Традиционно промысел горбушки Северо-Восточной Камчатки начинается в середине июня и заканчивается в середине августа. Пик промысла приходится на вторую половину июля, когда осваивается большая часть объема ПВ. Основной промысел горбушки (более 90%) ведется на морских РЛУ.

Уточним, что на северо-востоке Камчатки в 2017–2022 гг. динамика подходов горбушки подчинялась многолетней цикличности (более 70 лет) чередований урожайных (нечетных) и неурожайных (четных) лет (Бугаев, Шевляков, 2008). Соответственно, прогнозирование численности региональных подходов и объемов ПВ строится, исходя из указанной закономерности.

Следует подчеркнуть, что в практике прогнозирования динамики численности горбушки

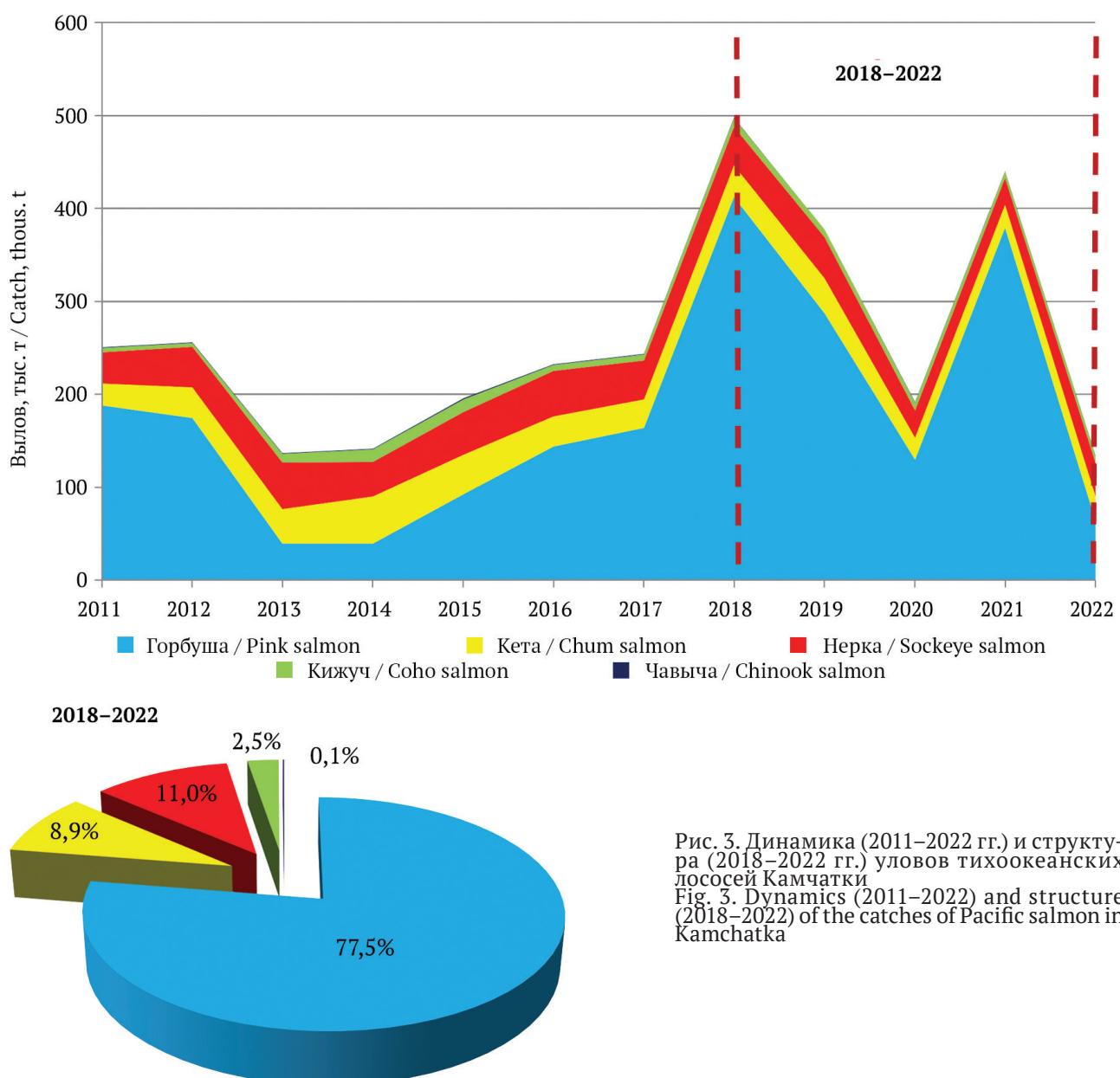


Рис. 3. Динамика (2011–2022 гг.) и структура (2018–2022 гг.) уловов тихоокеанских лососей Камчатки
Fig. 3. Dynamics (2011–2022) and structure (2018–2022) of the catches of Pacific salmon in Kamchatka

Северо-Восточной Камчатки принято, что в регионе воспроизводится единый промысловый запас. Это подразумевает формирование общей стратегии нагульных миграций всех локальных стад вида на ранних этапах морского периода жизни. Поэтому имеется возможность строить прогнозы, исходя из данных количественных оценок молоди горбуши в скоплениях, осуществляющих нагул в морской акватории Карагинской подзоны.

В настоящее время силами специалистов ТИНРО ежегодно проводятся траловые съемки по учету численности сеголетков горбуши в открытых водах юго-западной части Берингова моря. Это позволяет оценить потенциальную численность возвратов производителей вида на следующий год после проведения съемки. В рассматриваемый период подобные съемки были выполнены в 2017–2021 гг. (рис. 4а–д). Отметим, что в значительной степени на основе этих данных строился прогноз подходов горбуши Северо-Восточной Камчатки в 2018–2022 гг. При этом сравнительный анализ региональной динамики численности вида был выполнен для последних шести лет (2017–2022 гг.). Поэтому понятно, что в пред-

ставленном ряду лет проведения учетных траловых съемок отсутствуют данные 2016 г. Уточним, что в этот год съемка не была выполнена по организационным и техническим причинам.

В рассматриваемый период 2017–2022 гг. среднемноголетний уровень фактических подходов горбуши северо-востока Камчатки в нечетные годы составил 261 млн экз., а в четные годы — 70 млн экз. (рис. 5). Показатели фактического вылова в эти годы достигли 193 и 53 тыс. т соответственно. Максимальные подходы/уловы были зафиксированы в 2019 г. (302 млн экз./225 тыс. т) и 2021 г. (288 млн экз./199 тыс. т), а минимальные пришлись на 2020 г. — 27 млн экз./17 тыс. т.

Анализируя представленные данные, можно отметить, что оправдываемость прогнозов подходов и вылова горбуши имеет общую тенденцию, связанную с превышением фактических показателей относительно прогнозируемых. Данная закономерность напрямую связана с методикой подготовки прогнозов динамики численности запасов как непосредственно горбуши, так и других видов тихоокеанских лососей. Дело в том, что действующий порядок ос-

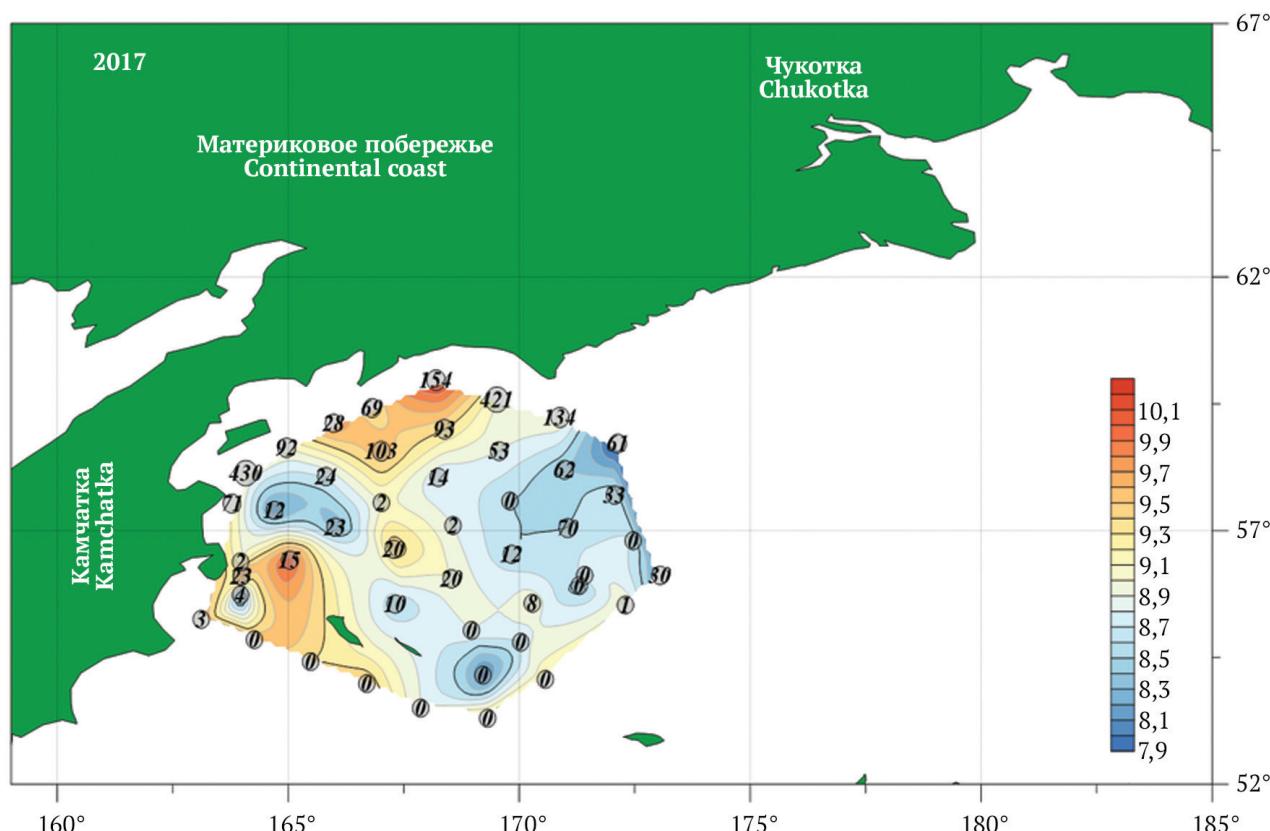


Рис. 4а. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°C) в юго-западной части Берингова моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2017 г.
Fig. 4a. Distribution of the catches of underyearling pink salmon (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the southwestern part of the Bering Sea on the autumn trawl survey data by TINRO for 2017

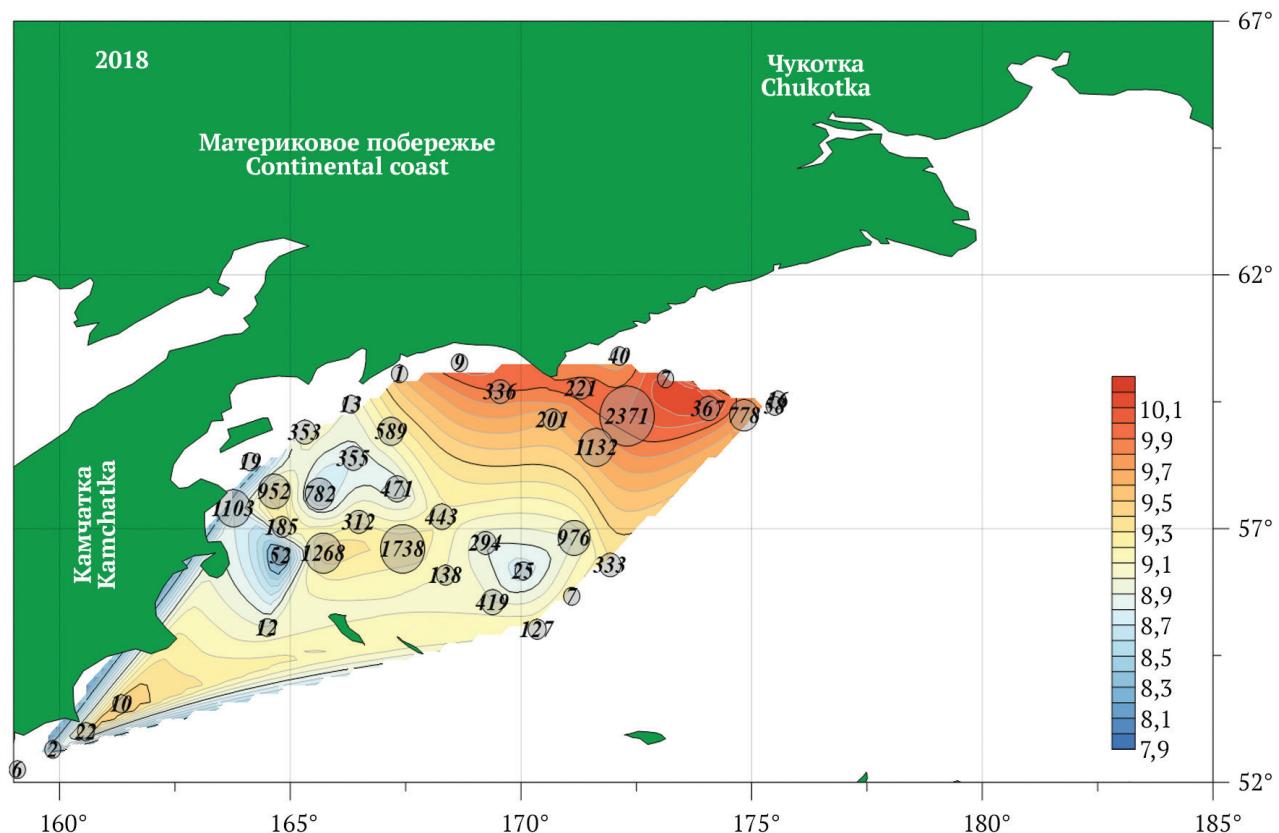


Рис. 4б. Распределение уловов сеголетков горбушки (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°С) в юго-западной части Берингова моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2018 г.
Fig. 46. Distribution of the catches of underyearling pink salmon (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the southwestern part of the Bering Sea on the autumn trawl survey data by TINRO for 2018

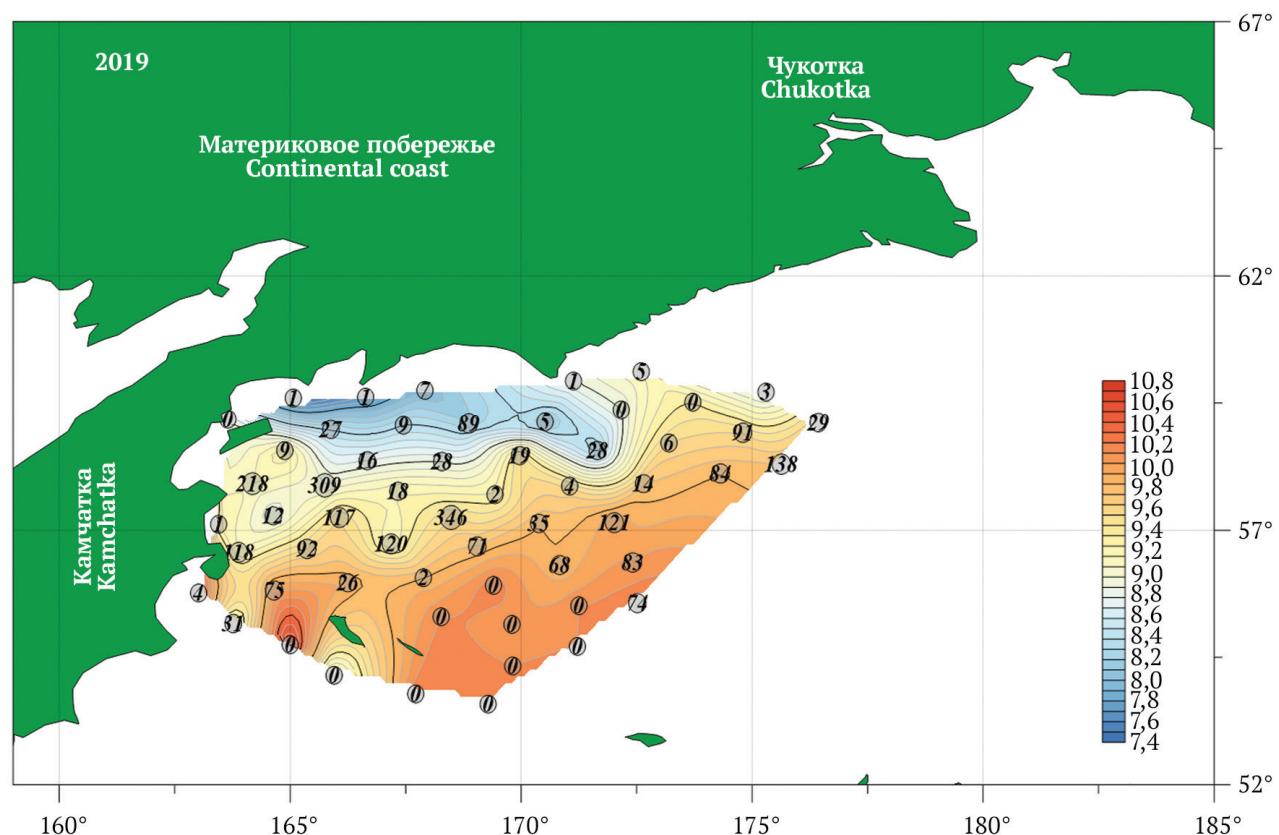


Рис. 4в. Распределение уловов сеголетков горбушки (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°С) в юго-западной части Берингова моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2019 г.
Fig. 4B. Distribution of the catches of underyearling pink salmon (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the southwestern part of the Bering Sea on the autumn trawl survey data by TINRO for 2019

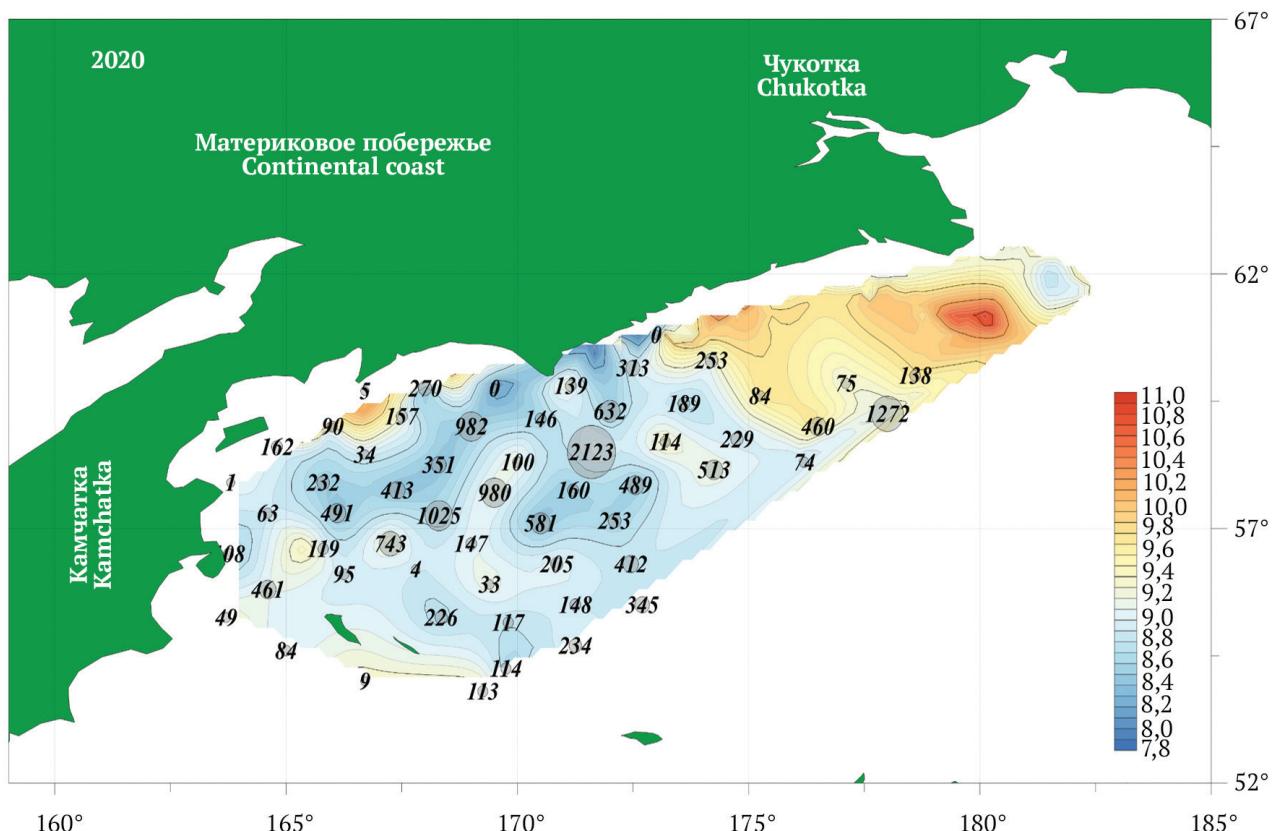


Рис. 4г. Распределение уловов сеголетков горбушки (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°С) в юго-западной части Берингова моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2020 г.
Fig. 4г. Distribution of the catches of underyearling pink salmon (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the southwestern part of the Bering Sea on the autumn trawl survey data by TINRO for 2020

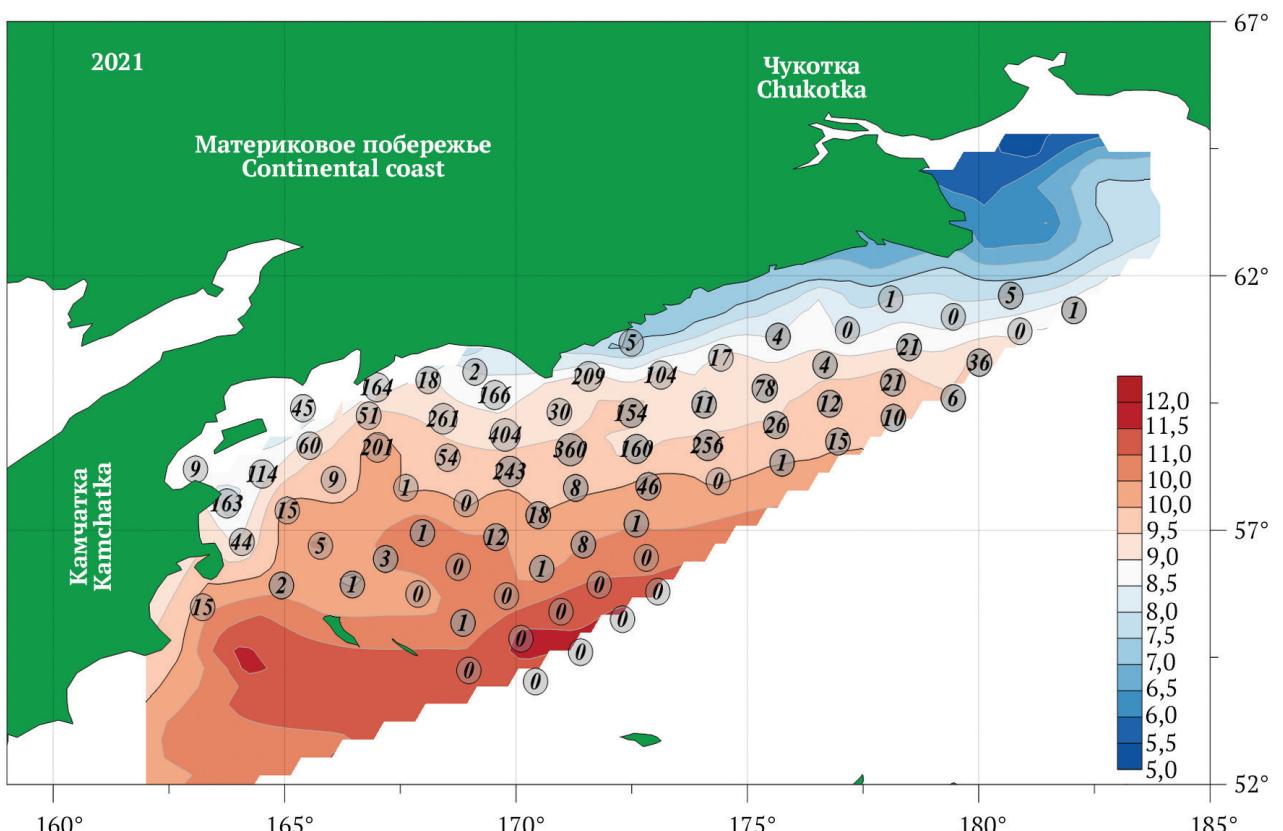


Рис. 4д. Распределение уловов сеголетков горбушки (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°С) в юго-западной части Берингова моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2021 г.
Fig. 4д. Distribution of the catches of underyearling pink salmon (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the southwestern part of the Bering Sea on the autumn trawl survey data by TINRO for 2021

воения объемов ПВ анадромных рыб предусматривает возможность их корректировки на основе оперативного мониторинга мощности фактических подходов производителей в конкретный год наблюдений. Поэтому, учитывая данную возможность, прогноз всегда готовится по наиболее предосторожному сценарию, что вполне оправданно, принимая во внимание имеющиеся факторы неопределенности условий морского/оceanического нагула тихоокеанских лососей. По сути, прогноз численности подходов и последующее определение объемов ПВ практически всегда делаются по минимальной оценке существующих доверительных интервалов, определяемых статистикой моделирования.

Особенно это актуально для горбуши, как представителя короткоциклического и наиболее массового вида с высокой флюктуацией численности. Причем, учитывая высокий уровень запасов этого вида на Дальнем Востоке, логично предположить, что предсказать уровень возвратов горбуши с точностью до десятков, сотен и даже тысяч тонн представляется нереалистичной задачей. В связи с этим главной задачей

чей прогнозирования динамики численности горбуши можно обозначить точность определения тренда изменчивости ее запасов в год возврата.

Понятно, что для каждого региона Дальнего Востока подобная классификация трендов подходов/уловов горбуши будет отличаться, в зависимости от уровня запасов вида. На Камчатке, где сосредоточены основные запасы дальневосточной горбуши, трендовые уровни запасов вида можно выполнить по объемам потенциального вылова. Ранее данная идея была представлена в публикации специалистов КамчатНИРО (Бугаев и др., 2020б). Таким образом, учитывая имеющуюся информацию о современной динамике добычи (вылова) камчатской горбуши, предлагаем принять следующую градацию трендов ее запасов:

- низкий запас — вылов на уровне порядка 10–30 тыс. т;
- средний запас — вылов на уровне порядка 30–70 тыс. т;
- высокий запас — вылов на уровне порядка 70–130 тыс. т;

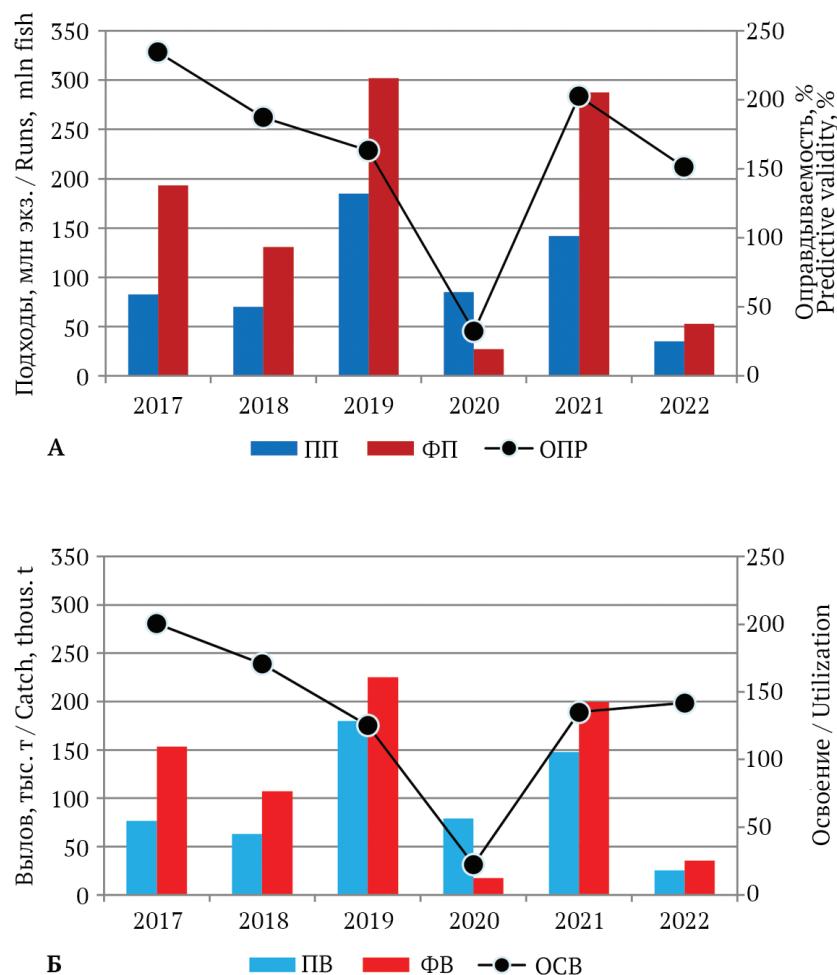


Рис. 5. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) горбуши Северо-Восточной Камчатки (Карагинская подзона) по данным 2017–2022 гг.: ПП — прогнозируемый подход, ФП — фактический подход, ПВ — прогнозируемый вылов, ФВ — фактический вылов

Fig. 5. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of pink salmon in Northeast Kamchatka (in Karaginskaya subzone) based on the data for 2017–2022: ПП — predicted run, ФП — actual run, ПВ — predicted catch, ФВ — actual catch

– сверхвысокий запас — вылов на уровне от 130 тыс. т и выше.

Следует уточнить, что в случае с горбушей Камчатки, как правило, градация низкого запаса характерна для неурожайных поколений горбуши. В отношении урожайных поколений нижнюю границу среднего запаса также можно считать как низкий уровень запаса.

Исходя из представленных выше данных, полагаем, что на современном этапе (2017–2022 гг.) на северо-восточном побережье Камчатки несответствие прогнозному тренду было зафиксировано лишь в 2020 г. Причем ошибка прогноза была отмечена как при оценке уровня подхода, так и непосредственно вылова. Одной из причин несоответствия прогноза послужили модельные расчеты, ориентированные на ранее зафиксированную высокую численность возвратов горбуши северо-востока Камчатки в четный 2018 г. Предполагалось, что ранее неурожайная линия лет выходит на продуктивный уровень.

На основе итогов путин 2020 г. были сделаны выводы о необходимости принципиальной ориентации прогнозов по горбуше на данные региональных учетных трашовых съемок. Результаты математического моделирования

стали рассматриваться специалистами КамчатНИРО как вспомогательное средство для определения общего тренда потенциальной динамики численности. Результаты прогнозирования последующих лет (2021 и 2022 гг.) подтвердили правильность подобного подхода.

Характеризуя промысел горбуши Северо-Восточной Камчатки, можно выделить некоторые общие закономерности, наблюдаемые в нечетные и четные годы. Активный промысел в обоих случаях начинается приблизительно с середины июля (рис. 6 и 7). По среднемноголетним данным, во второй половине июля в нечетные годы осваивается приблизительно 60–70% объема ПВ горбуши, а в четные — 50–60%. При этом в урожайные годы нарастающие и суточные уловы заметно выше, чем в неурожайные. В первом случае многолетние среднепентадные уловы в период рунного хода (вторая декада июля — первая декада августа) составляли порядка 30–35 тыс. т, а во втором — около 5–8 тыс. т. В августе промысловая обстановка уже практически не изменялась как в нечетные, так и в четные годы.

Дополнительно следует отметить, что по принятой нами классификации подход горбу-

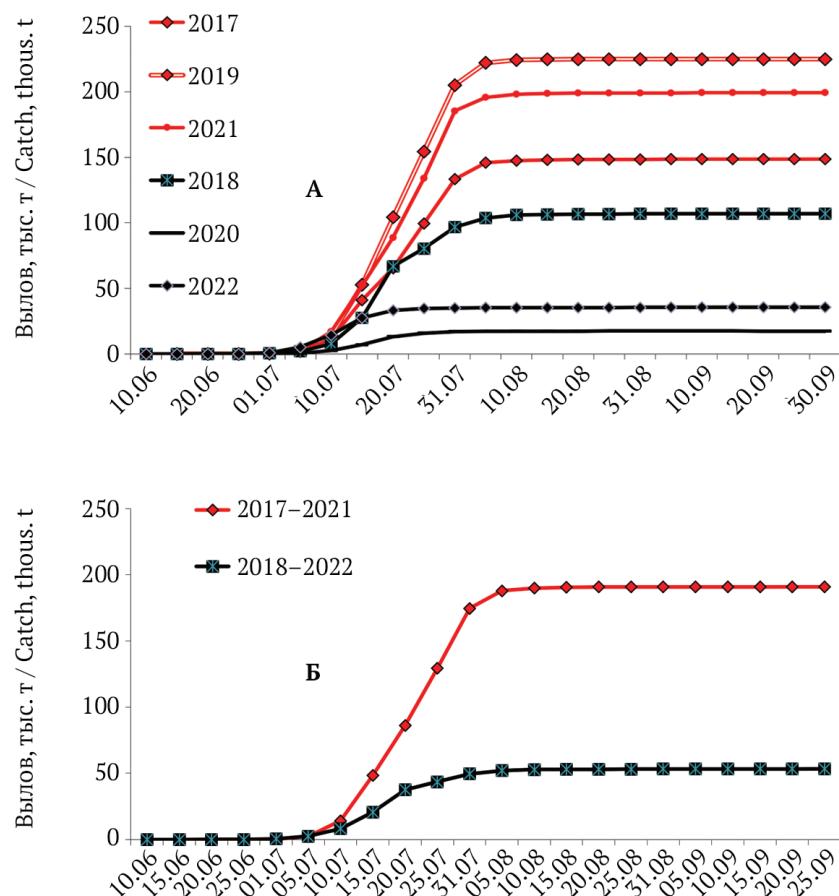


Рис. 6. Динамика нарастающих уловов горбуши Северо-Восточной Камчатки (Карагинская подзона) по данным 2017–2022 гг.: верхний график — по ежегодным данным, нижний график — по среднемноголетним данным для нечетных и четных лет
Fig. 6. Dynamics of increasing pink salmon catches on Northeast Kamchatka (in Karaginskaya subzone) based on the data for 2017–2022: upper graph — based on annual data, lower graph — based on average annual data for odd and even years

ши Северо-Восточной Камчатки в 2018 г. также следует относить к высокочисленному поколению. Фактический региональный вылов вида в этот год составил около 107 тыс. т. Причем это произошло несмотря на то, что возврат был продуцирован производителями четного поколения воспроизводства, то есть потенциально низкоурожайного.

Западная Камчатка. На западном побережье Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) на протяжении почти 40 последних лет горбуша является основным промысловым объектом в четные годы (Бугаев, Шевляков, 2008). Активизация промысла горбушки в регионе приходится на вторую–третью декады июля. Приблизительно во второй декаде августа массовый ход вида завершается. В урожайные (четные) годы промысел горбушки на Западной Камчатке осуществляется главным образом в морском прибрежье с помощью морских ставных неводов, которыми осваивается до 70% суммарного регионального вылова вида. В неурожайные (нечетные) годы акцент добычи (вылова) как непосредственно горбушки, так и других видов тихоокеанских лососей несколько смещается на речные РЛУ. Поэтому на

морских РЛУ в эти годы добывают порядка 60% тихоокеанских лососей.

Основой прогноза динамики численности запасов горбушки Западной Камчатки являются данные учетных траловых съемок, которые проводятся силами специалистов ТИНРО с участием сотрудников КамчатНИРО во время осенних нагульных миграций молоди в бассейне Охотского моря. Прогноз подходов и вылова западнокамчатской горбушки в 2017–2022 гг. в значительной степени базировался на результатах съемок 2016–2021 гг. (рис. 8а–е).

Однако ситуация с оценкой запаса молоди горбушки Западной Камчатки не столь однозначная, как в случае с группировкой стад Северо-Восточной Камчатки. В бассейне Охотского моря, помимо западнокамчатских рыб, нагуливаются значительное количество молоди, имеющей происхождение из других центров воспроизводства – Сахалин, Курильские о-ва, бассейн р. Амур, материковое побережье Охотского моря и северные Японские о-ва (Хоккайдо и Хонсю). Поэтому, начиная с 2009 г., специалисты КамчатНИРО проводят генетическую идентификацию регионального состава охотоморской горбушки из траловых

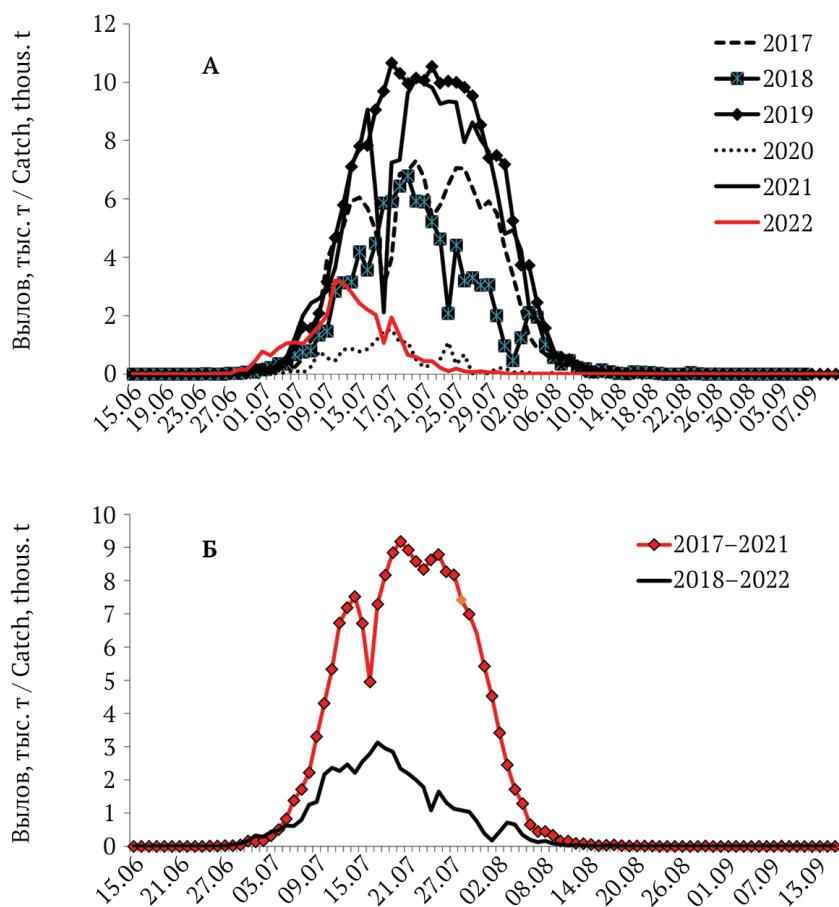


Рис. 7. Динамика суточных уловов горбушки Северо-Восточной Камчатки (Карагинская подзона) по данным 2017–2022 гг.: верхний график – по ежегодным данным, нижний график – по среднемноголетним данным для нечетных и четных лет

Fig. 7. Dynamics of daily pink salmon catches in Northeast Kamchatka (in Karaginskaya subzone) based on the data for 2017–2022: upper graph – based on annual data, lower graph – based on average annual data for odd and even years

уловов указанных учетных съемок (Шпигальская и др., 2011; Косицына и др., 2022). В результате этих работ удается выделить «северный» комплекс стад горбуши, воспроизводя-

щийся в реках Западной Камчатки и северо-охотоморского материкового побережья. Причем рыбы западнокамчатского происхождения занимают в данной группировке стад бо-

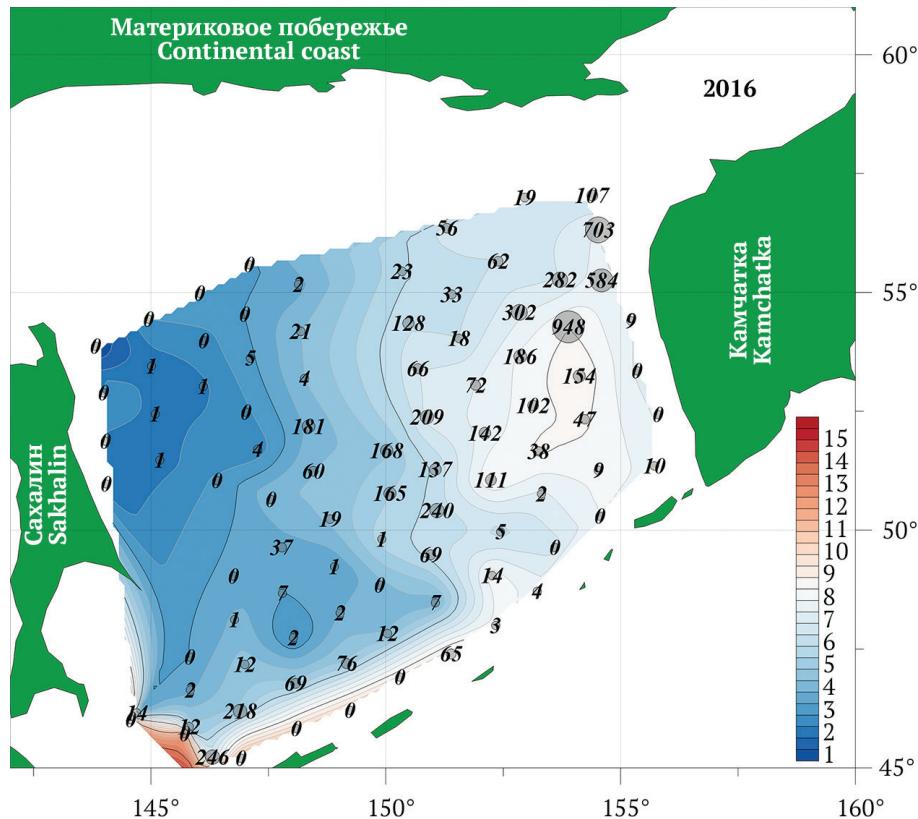


Рис. 8а. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхности вод (°С) в бассейне Охотского моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2016 г.

Fig. 8a. Distribution of under-yearling pink salmon catches (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the basin of the Sea of Okhotsk based on the autumn trawl survey data by TINRO in 2016

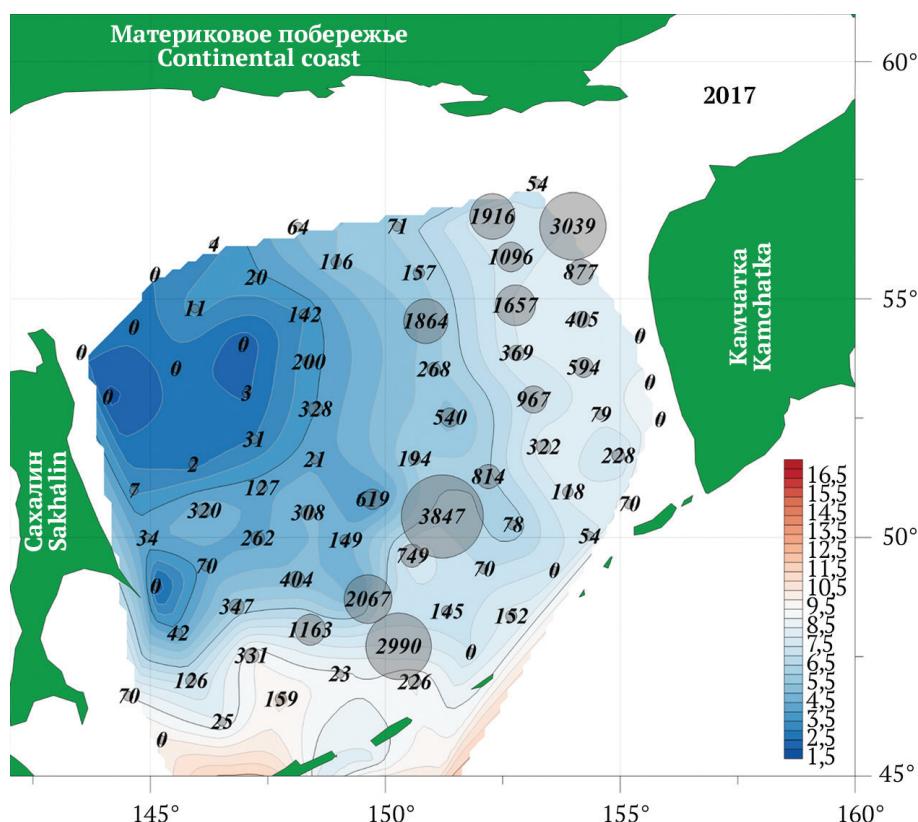


Рис. 8б. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхности вод (°С) в бассейне Охотского моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2017 г.

Fig. 8b. Distribution of under-yearling pink salmon catches (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the basin of the Sea of Okhotsk based on the autumn trawl survey data by TINRO in 2017

лее 90%. Это позволяет оценить численность непосредственно горбуши Западной Камчатки из общих смешанных уловов в бассейне Охотского моря. Таким образом специалисты

КамчатНИРО получают исходную информацию для моделирования прогнозов динамики численности западнокамчатской горбуши. В таблице 3, в качестве примера, представлены

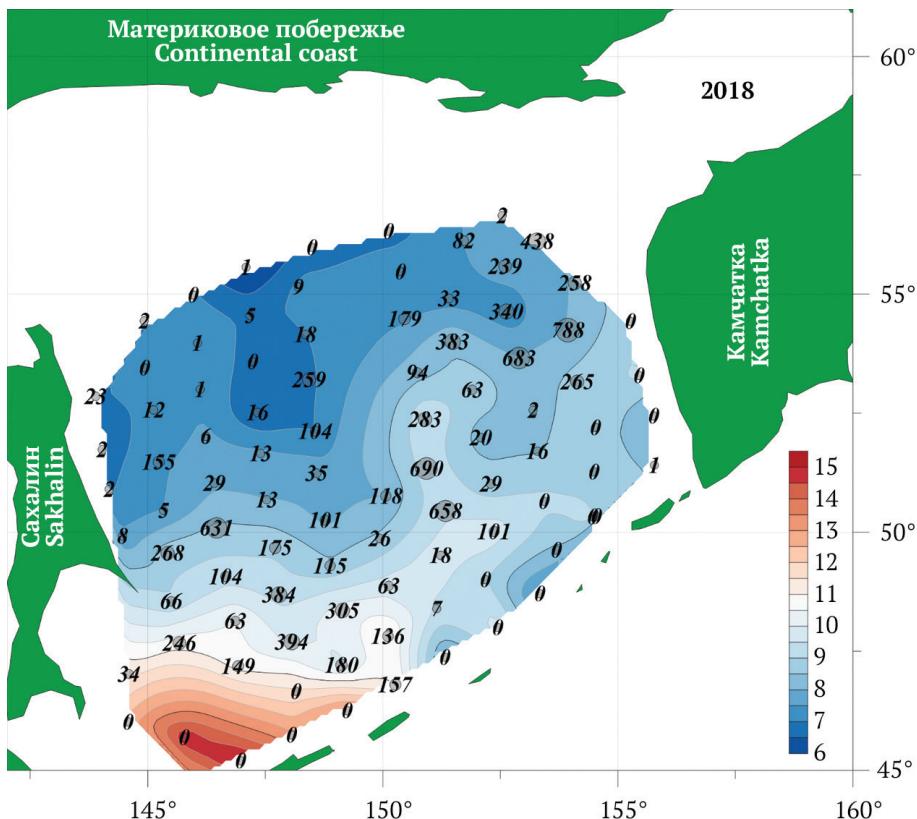


Рис. 8в. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхности вод (°C) в бассейне Охотского моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2018 г.

Fig. 8v. Distribution of under-yearling pink salmon catches (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the basin of the Sea of Okhotsk based on the autumn trawl survey data by TINRO in 2018

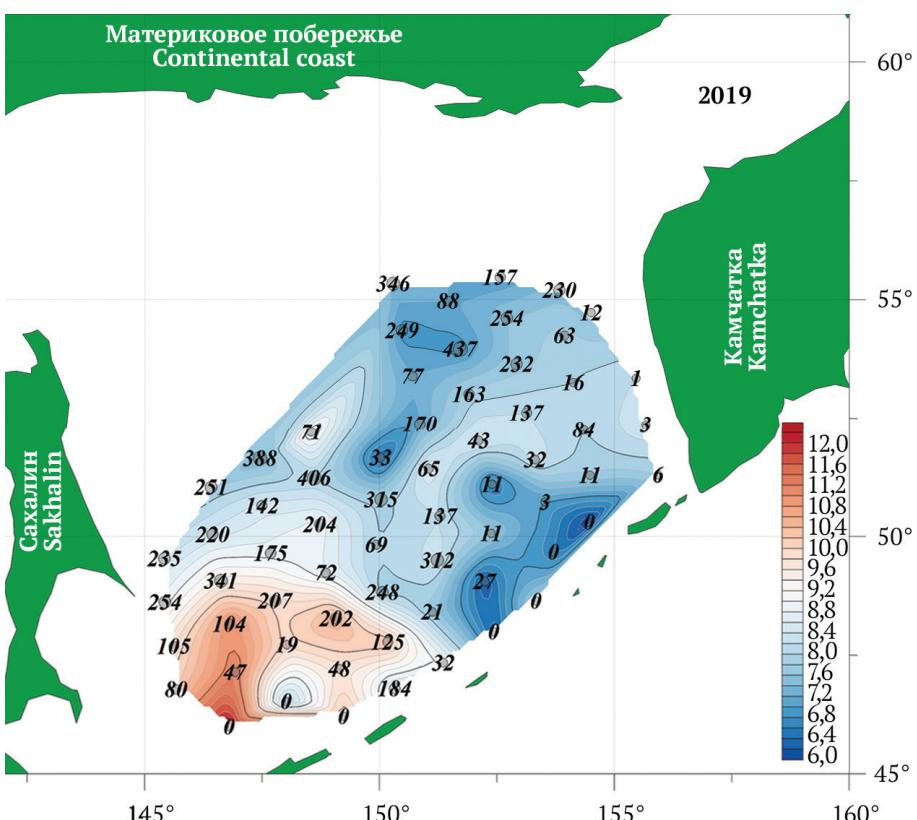


Рис. 8г. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхности вод (°C) в бассейне Охотского моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2019 г.

Fig. 8g. Distribution of under-yearling pink salmon catches (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the basin of the Sea of Okhotsk based on the autumn trawl survey data by TINRO in 2019

исходные данные для прогнозирования региональных подходов вида в 2017–2022 гг., полученные в результате генетической идентификации регионального состава молоди горбуши

нагуливающейся в бассейне Охотского моря в 2016–2021 гг.

Анализ фактических подходов горбуши Западной Камчатки в период 2017–2022 гг. показал,

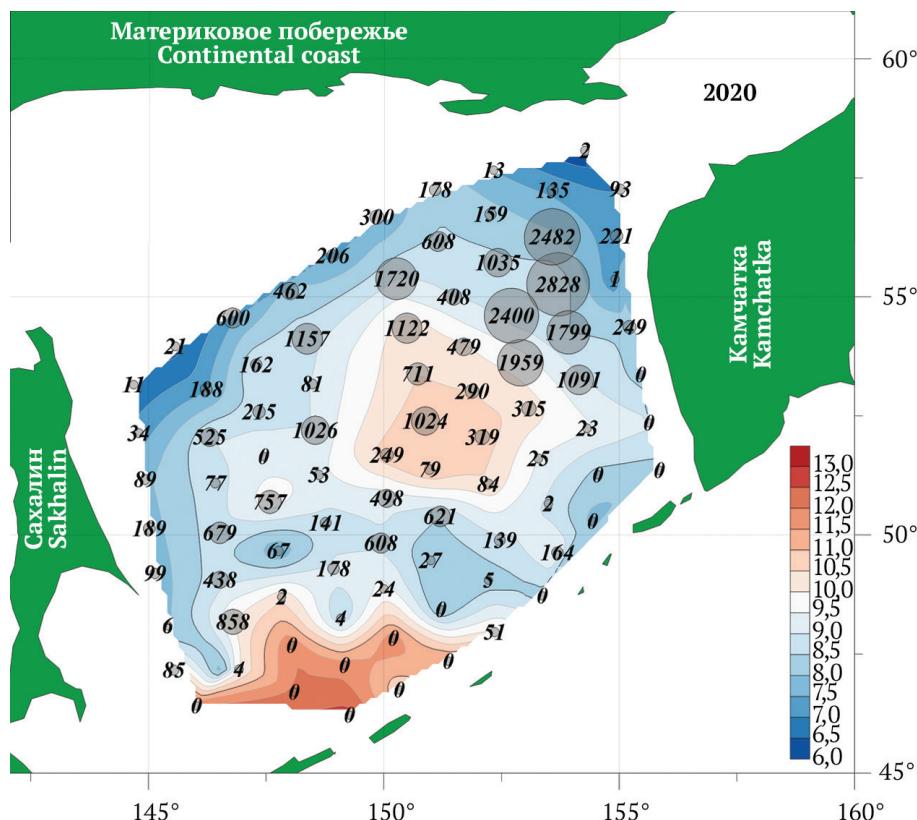


Рис. 8д. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхности вод (°C) в бассейне Охотского моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2020 г.

Fig. 8d. Distribution of under-yearling pink salmon catches (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the basin of the Sea of Okhotsk based on the autumn trawl survey data by TINRO in 2020

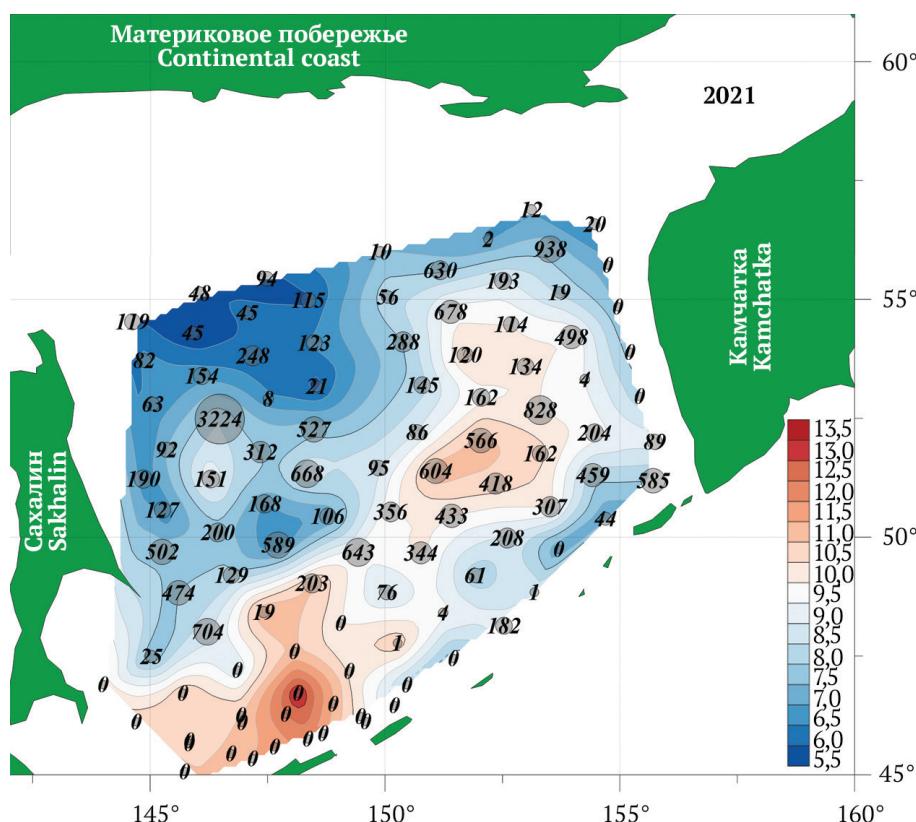


Рис. 8е. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхности вод (°C) в бассейне Охотского моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2021 г.

Fig. 8e. Distribution of under-yearling pink salmon catches (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the basin of the Sea of Okhotsk based on the autumn trawl survey data by TINRO in 2021

что среднемноголетний возврат производителей в четные годы составил более 155 млн экз., а в нечетные — около 100 млн экз. (рис. 9). Из этих данных видно, что разница численности горбуши обоих поколений воспроизводства относительно незначительна. При этом наблюдаются два абсолютных пика численности подходов — в 2018 г. (344 млн экз.) и 2021 г. (231 млн экз.). Отметим,

что первый пик был зафиксирован в четный год, а второй — в нечетный. Причем подход 2018 г. является историческим максимумом за практически столетний период имеющихся наблюдений. Аналогичная ситуация наблюдается и с распределением уловов горбуши в 2017–2022 гг. Среднемноголетний вылов в четные годы составил около 147 тыс. т, а в нечетные — 82 тыс. т. Пики

Таблица 3. Соотношение оценок численности молоди (учетные съемки в Охотском море — 2016–2021 гг.) и производителей (подходы к побережью — 2017–2022 гг.) горбуши Западной Камчатки, млн экз.
Table 3. Ratio of estimated juvenile (surveys in the Sea of Okhotsk in 2016–2021) and adult stock (runs to the coast in 2017–2022) of pink salmon on West Kamchatka, mln fish

Параметр запаса Stock parameter	Год / Year					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Общая численность молоди в море Total juvenile abundance in the sea	442	2752	678	555	2113	1271
Доля молоди «северной» группировки стад, % Part of the “northern” group of juvenile stocks, %	46	82	56	62	55	25
Численность в море молоди «северной» группировки стад Abundance of the “northern” group of juvenile stocks in the sea	203	2257	380	344	1162	318
Численность в море молоди Западной Камчатки (−10% от «северной» группировки) Abundance of West Kamchatka juveniles in the sea (−10% of the “northern” group)	183	2031	342	310	1046	286
Численность подходов производителей Западной Камчатки (лаг + 1 год) Abundance of the spawning runs on West Kamchatka (with the lag of 1 year)	12	350	62	101	229	23

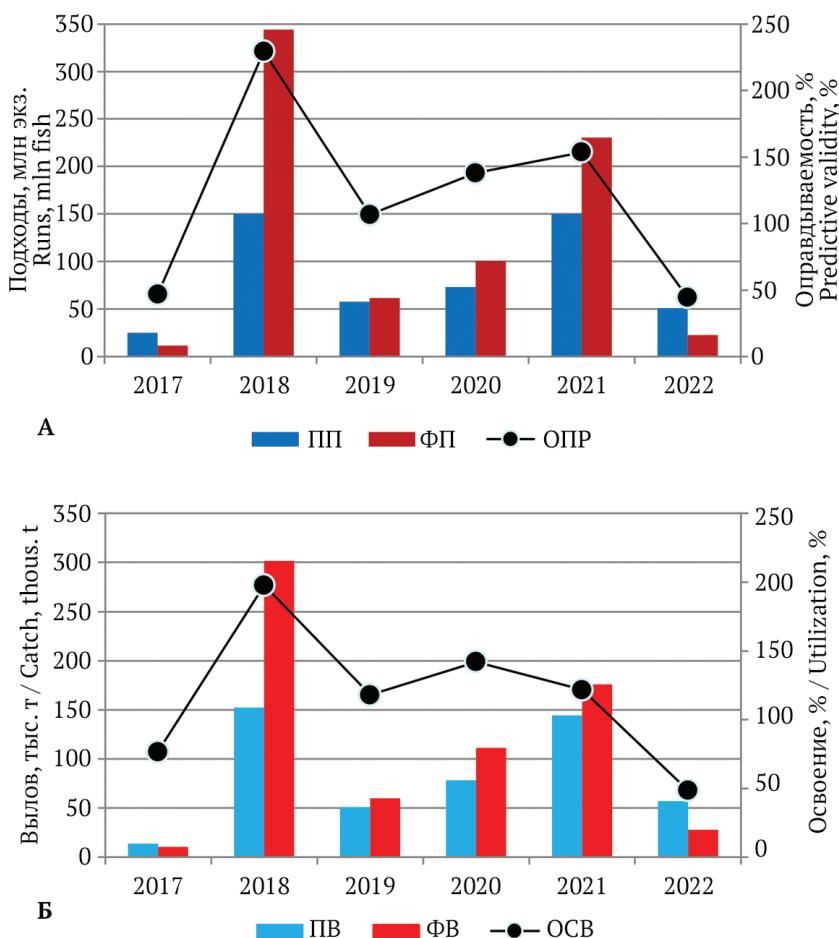


Рис. 9. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) горбуши Западной Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) по данным 2017–2022 гг.: ПП — прогнозируемый подход, ФП — фактический подход, ПВ — прогнозируемый вылов, ФВ — фактический вылов
Fig. 9. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of pink salmon in West Kamchatka (in Kamchatka-Kuril and West Kamchatka subzones) based on the data for 2017–2022: ПП — predicted run, ФП — actual run, ПВ — predicted catch, ФВ — actual catch

вылова также были отмечены в 2018 и 2021 гг., составив 301 и 176 тыс. т соответственно.

В целом из представленных графиков видно, что после рекордных показателей подходов/вылова западнокамчатской горбуши в 2018 г. наступил перелом в динамике чередования урожайных и неурожайных поколений. Первые признаки смены доминант были отмечены в 2019 г., когда улов достиг среднего трендового уровня запасов. Причем это наблюдалось для ранее неурожайного нечетного года. В 2020 г. региональные уловы вида ожидали возросли. Однако в нечетный 2021 г. показатели вылова горбуши достигли сверхвысокого уровня. В 2022 г., несмотря на низкие прогнозные ожидания, фактический подход и вылов оказались еще ниже, что соответствовало уровню численности подходов предыдущих неурожайных нечетных лет.

На современном этапе оправдываемость прогнозов подходов и вылова горбуши Западной Камчатки в большинстве случаев соответствовали трендовым показателям. Исключением, как отмечено выше, был 2022 г. Освоение объемов ПВ в этот год составило всего около 50%. Полагаем, что здесь значительную роль сыграл фактор учета многолетней динамики

численности подходов, в которой линия поколений горбуши четных лет воспроизводства, как правило, была высокоурожайной. В результате ориентация прогноза была выполнена по максимальным допустимым критериям, несмотря на полученные данные генетической идентификации смешанных выборок молоди горбуши в бассейне Охотского моря в 2021 г., которые показывали долю «северного» комплекса стад на уровне 25–30% (Косицына и др., 2022). Итоги путины 2022 г. полностью подтвердили точность полученных генетических оценок в отношении западнокамчатской горбуши. Это указывает на необходимость более тщательного анализа этих данных при прогнозировании возвратов рассматриваемой единицы запасов.

Непосредственный анализ хода путин 2017–2022 гг. показал характерные тренды для двух сверхурожайных лет, 2018 и 2021 гг., когда нарастающие и суточные уловы горбуши Западной Камчатки достигали максимальных показателей (рис. 10 и 11). Как в четные, так и нечетные годы со второй декады июля до конца второй декады августа в регионе добывали порядка 85–95% вылова. В первом случае за пентаду в среднем вылавливали около 50 тыс. т, а

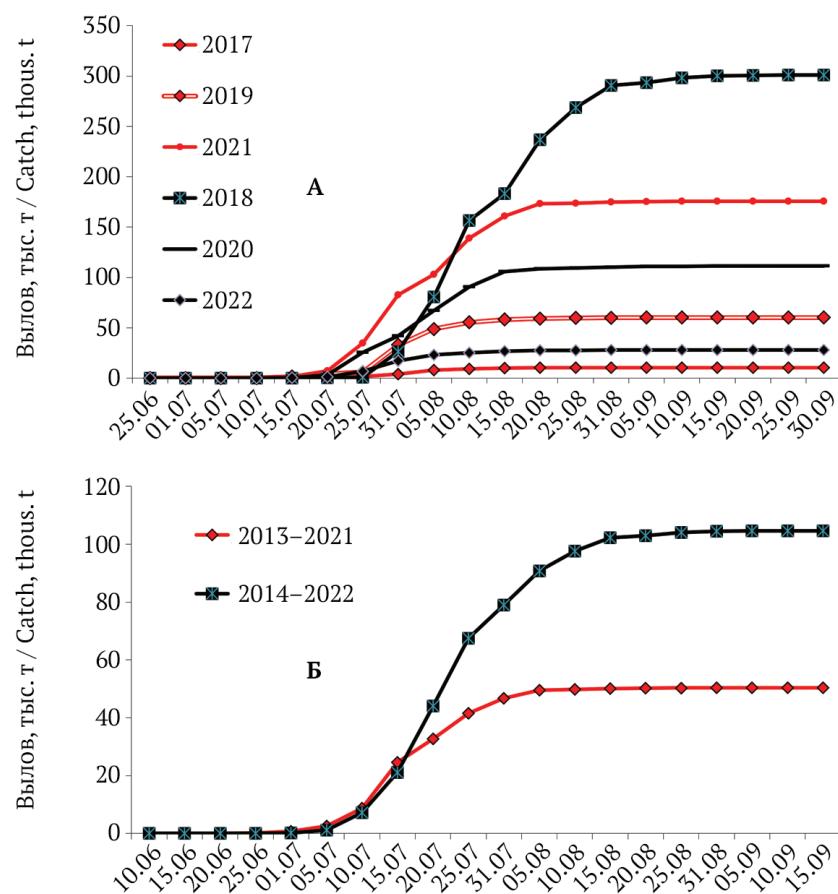


Рис. 10. Динамика нарастающих уловов горбуши Западной Камчатки (Камчатско-Курильская и Западнокамчатская подзоны) по данным 2017–2022 гг.: верхний график – по ежегодным данным, нижний график – по среднемноголетним данным для нечетных и четных лет
Fig. 10. Dynamics of increasing pink salmon catches on West Kamchatka (in Kamchatka-Kuril and West Kamchatka subzones) based on the data for 2017–2022: upper graph – based on annual data, lower graph – based on average annual data for odd and even years

во втором — приблизительно 40 тыс. т. Из представленных данных видно, что, по сути, разница в динамике нарастающих и суточных уловов создает 2018 г., который, как уже отмечено, является историческим максимумом региональных подходов вида.

Резюмируя раздел о динамике численности горбуши Западной Камчатки, следует уточнить, что имеются все предпосылки для смены доминант чередования урожайных и неурожайных поколений. Возможно, значительную роль в этом мог сыграть сверхвысокочисленный подход 2018 г. Сходная ситуация наблюдалась у гор-

буши Западной Камчатки в 1983 г., когда из-за высокочисленного возврата производителей нечетного года произошла смена доминанты с выводом ранее неурожайной четной линии лет на урожайный уровень. Однако в настоящее время пока преждевременно однозначно трактовать ситуацию именно таким образом, поскольку ряд наблюдений недостаточен для получения подтверждения данной тенденции.

В целом для Камчатского края в период 2017–2022 гг. характерна достаточно высокая оправдываемость трендов прогнозов ПВ горбуши (рис. 12). Из представленного графика

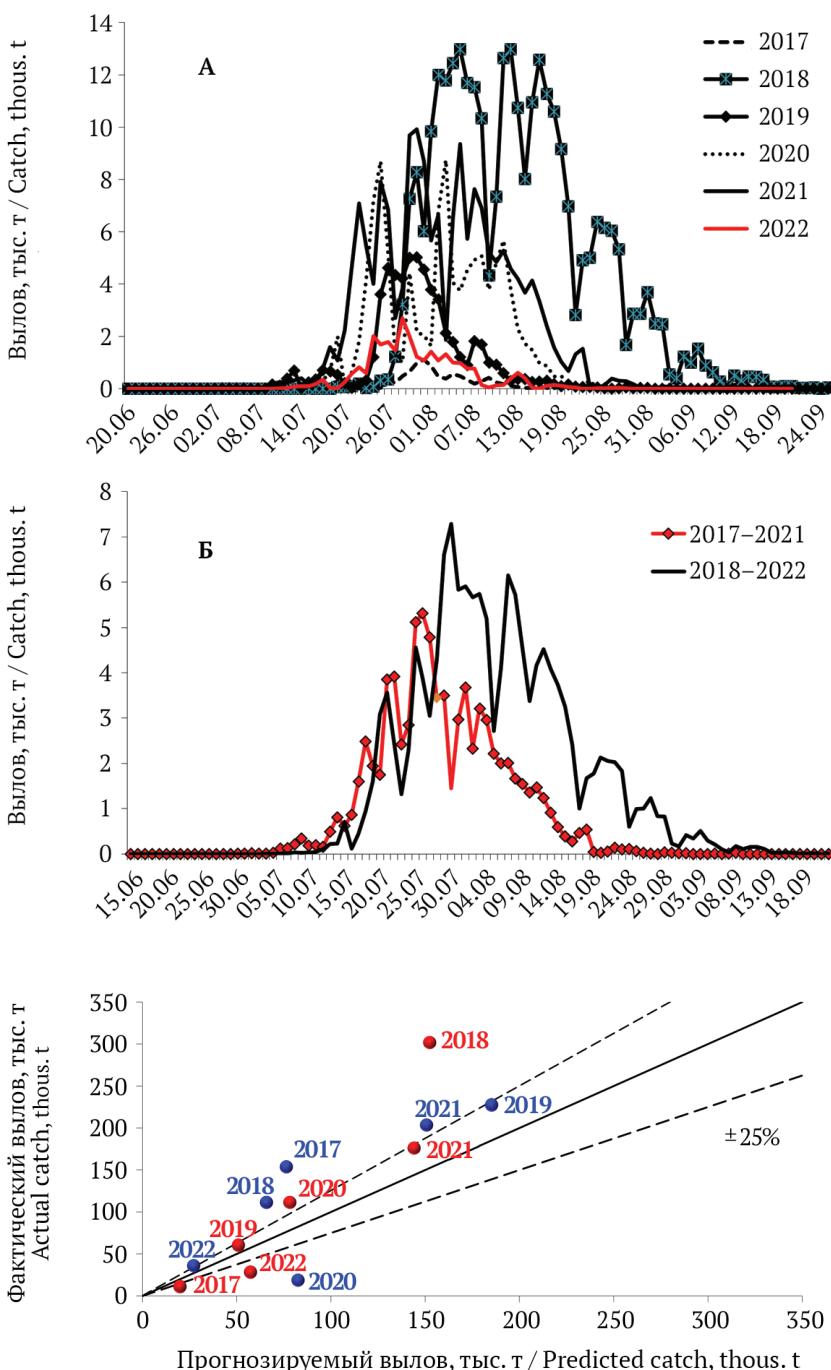


Рис. 11. Динамика суточных уловов горбуши Западной Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) по данным 2017–2022 гг.: верхний график — по ежегодным данным, нижний график — по среднемноголетним данным для нечетных и четных лет
 Fig. 11. Dynamics of daily pink salmon catches on West Kamchatka (in Kamchatka-Kuril and West Kamchatka sub-zones) based on the data for 2017–2022: upper graph — based on annual data, lower graph — based on average annual data for odd and even years

Рис. 12. Соотношение прогнозируемого и фактического вылова горбуши Восточной (синие маркеры) и Западной (красные маркеры) Камчатки в 2017–2022 гг.: сплошная линия соответствует 100%-му соотношению прогноз/факт; пунктирные линии показывают верхний и нижний уровни допустимой ошибки прогноза ($\pm 25\%$)
 Fig. 12. Ratio between predicted and actual pink salmon catches of East (blue markers) and West (red markers) Kamchatka in 2017–2022: solid line corresponds to 100% forecast/actual ratio; dashed lines show the upper and lower levels of acceptable forecast error ($\pm 25\%$)

видно, что подавляющая часть определенных объемов вылова была освоена на уровне выше границы 100%-й оправдываемости прогнозов. Это свидетельствует о правильности заданных трендов динамики численности в рассматриваемый период. Тем не менее ошибки прогнозов, как уже отмечено выше, наблюдались на Восточной Камчатке в 2020 г. и на Западной Камчатке в 2022 г. Кроме того, имеется точка 2017 г., которая лежит на нижней границе допустимой ошибки. Однако данный год не показателен из-за крайне низкой численности неурожайного поколения западнокамчатской горбуши. Таким образом, можно сделать заключение, что в целом система прогнозирования динамики численности вида в пределах Камчатского края, разработанная специалистами КамчатНИРО, достаточно адекватна.

Нерестовый запас. В отношении тихоокеанских лососей данный показатель отражает ситуацию с количественной оценкой заполнения нерестилищ производителями во внутренних водных объектах конкретного региона воспроизводства. Величина нерестового запаса напрямую зависит от мощности возвратов половозрелых рыб. Поэтому для понимания общей ситуации с формированием нерестового потенциала тихоокеанских лососей Камчатского края логично рассматривать обстановку с подходами производителей в целом по региону, где сосредоточены основные центры воспроизводства. Данные о пространственном распределении численности подходов камчатской горбуши (вылов + пропуск (заполнение нерестилищ)) в 2017–2022 гг. представлены на рисунке 13.

Из показанных карт-схем видно, что наиболее высокие уловы и заполнение нерестилищ горбуши наблюдались в двух обозначенных выше основных центрах воспроизводства – Северо-Восточная Камчатка и Западная Камчатка. В первом случае максимальные уловы отмечены в нечетные (2017, 2019, 2021) годы в прибрежной зоне Карагинского и Олюторского заливов, а во втором – в четные (2018, 2020) и нечетные (2021) годы на акватории прибрежных вод в зоне от устья р. Большой до устья р. Ичи. Заполнение нерестилищ горбуши также было наиболее высоким в реках, входящих в бассейны указанных регионов.

Следует уточнить, что в настоящее время на северо-восточном побережье Камчатки наиболее высока численность горбуши в реках Карагинского залива (реки Хайлюля, Ивашка,

Дранка, Карага, Тымлат, Кичига-Белая и Анапка). В заливах Корфа и Олюторский наиболее значимыми для воспроизводства вида являются реки Вывенка, Пахача и Апуга. На западном побережье Камчатки основные запасы горбуши сконцентрированы в группе рек Ича – Воровская (Западно-Камчатская подзона), а также в группе рек Коль, Пымта и Кихчик (Камчатско-Курильская подзона). Южнее в группе рек Опала – Озерная численность запасов горбуши остается относительно низкой.

Тем не менее понятно, что только анализ пространственного распределения нерестовых запасов не дает ответа на вопрос о достаточности или недостаточности численности производителей в регионе для осуществления эффективного воспроизводства. Поэтому, говоря об изменчивости нерестовых запасов как горбуши, так и других видов тихоокеанских лососей необходимо обозначить некоторые теоретические аспекты, позволяющие аргументировать основные критерии для оценки их состояния.

В случае сmonoциклическими видами рыб наиболее очевидно, что подобным критерием выступает оценка зависимости «нерест – возврат». Таким образом, имеется возможность определить тот уровень нерестовой численности рыб, который необходим для производства достаточно высокого возврата, обеспечивающего максимальный устойчивый вылов (международное определение – Maximum Sustainable Yield, MSY). Следовательно, управление лососевыми ресурсами должно быть ориентировано на формирование необходимого уровня нерестового потенциала основных промысловых единиц запасов того или иного вида. Базовым критерием для получения оценки эффективности формирования нерестового запаса служат расчетные целевые ориентиры пропуска производителей на нерестилища.

В результате многолетнего изучения динамики численности нерестовых подходов производителей тихоокеанских лососей специалистами КамчатНИРО были определены необходимые количественные уровни оптимальных и граничных пропусков каждого вида на нерестилища Камчатского края, обеспечивающие стабильное воспроизводство и устойчивое рыболовство (Фельдман и др., 2016, 2018, 2019). Необходимый уровень пропуска в зависимости от численности подхода определяется с помощью разработанных правил регулирования промысла (Фельдман и др., 2022).

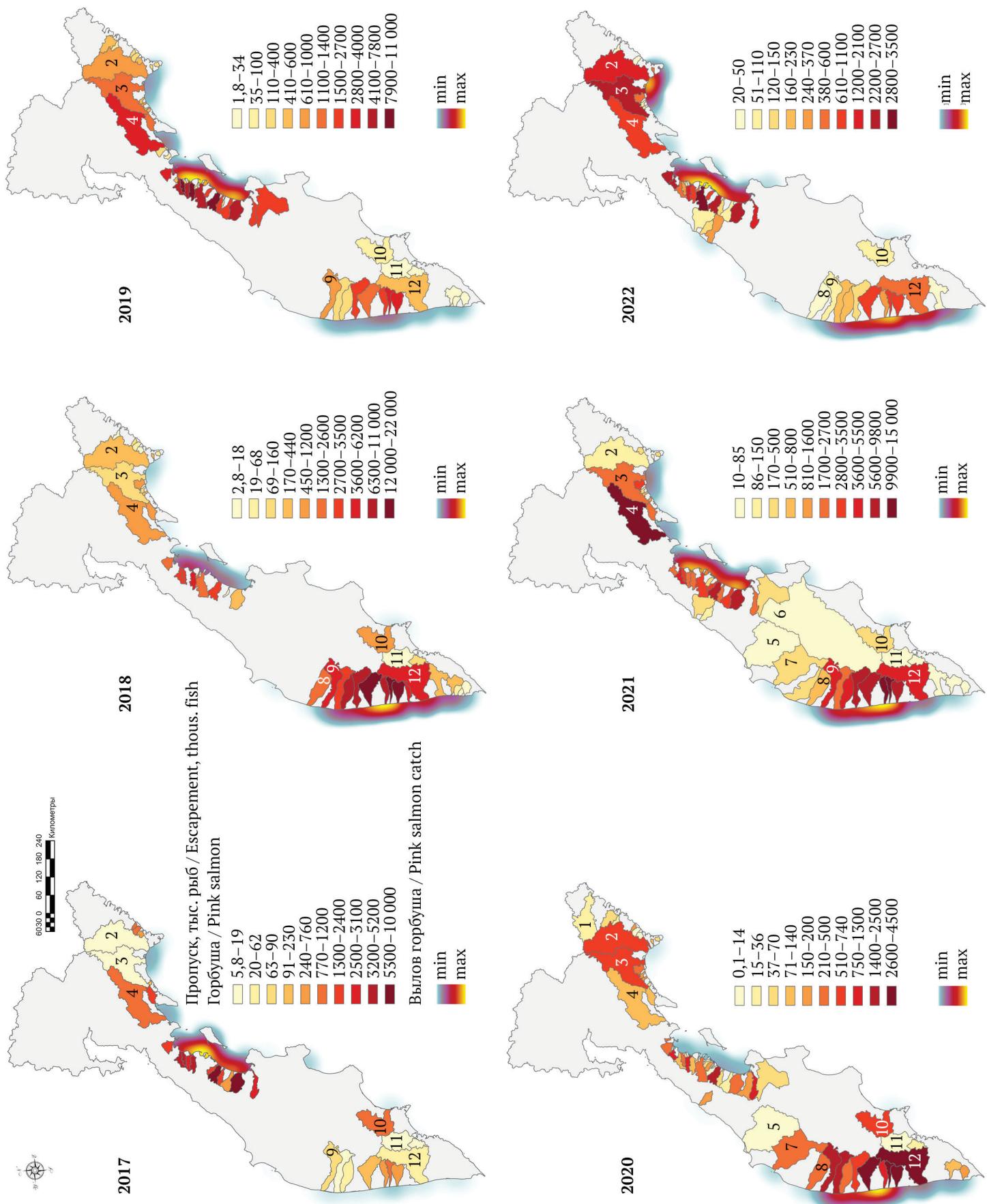


Рис. 13. Карты-схемы пространственного распределения численности подходов производителей горбушки (вылов + заполнение нерестилиш) Камчатского края в 2017–2022 гг.
Fig. 13. Schematic maps of the spatial distribution of pink salmon spawning runs (catch + filling of spawning grounds) in Kamchatka Territory in 2017–2022

1. Укэляят / Ukelayat
2. Апрука / Arpyka
3. Пахача / Pakhacha
4. Вывенка / Vyvenka
5. Тигиль / Tigil
6. Камчатка / Kamchatka
7. Хайриузова / Khairyuzova
8. Сопочная / Sopochnaya
9. Ича / Icha
10. Жупанова / Zhupanova
11. Авача / Avacha
12. Большая / Bolshaya

В современной трактовке управления лососевым промыслом целевые показатели (ориентиры) пропуска производителей на нерестилища водоемов воспроизводства принято дифференцировать по следующему принципу:

1) S_{MSY} — целевой (оптимальный) пропуск, стабильно обеспечивающий эффективное воспроизводство и MSY конкретной единицы запаса;

2) S_{MAX} — максимальный пропуск, обеспечивающий расширенное воспроизводство конкретной единицы запасов со снижением уровня эксплуатации;

3) S_{BUF} — буферный (промежуточный) ориентир пропуска, обеспечивающий пониженный, но достаточный уровень воспроизводства с целью формирования MSY.

Для обеспечения стабильного рыболовства и эффективного воспроизводства тихоокеанских лососей необходимо, чтобы ориентиры пропуска были не ниже S_{BUF} . Однако следует учитывать, что данный ориентир достаточно рискован, так как любой природный фактор, негативно влияющий на воспроизводство тихоокеанских лососей, может привести к сокращению численности возвратов и, соответственно, снижению промыслового изъятия того или иного вида. В тех случаях, когда в течение ряда

лет наблюдается уровень пропуска ниже S_{BUF} , промысел необходимо ограничивать или полностью закрывать. Поэтому наиболее предпочтительным ориентиром пропуска все-таки является S_{MSY} . Применение в качестве ориентира пропуска S_{MAX} может быть оправдано в случае общего значительного и устойчивого сокращения численности конкретной единицы запасов тихоокеанских лососей.

Данные о динамике численности нерестовых запасов горбуши Камчатского края в основных центрах воспроизводства в 2017–2022 гг. относительно целевых ориентиров пропуска представлены на рисунке 14. Информация о расчетных показателях граничных ориентиров пропуска горбуши Северо-Восточной и Западной Камчатки опубликована в статьях М.Г. Фельдмана с соавторами (2018, 2019).

Полученные результаты позволили определить, что у группировки стад горбуши Северо-Восточной Камчатки уровень заполнения нерестилищ в течение 2017, 2018, 2019 и 2021 гг. был выше максимального ориентира пропуска S_{MAX} (35 млн экз.). Пропуск 2022 г. соответствовал ориентиру S_{MSY} (18 млн экз.). И лишь в 2020 г. заполнение нерестилищ находилось на уровне буферного ориентира пропуска S_{BUF} (11 млн экз.). Отметим, что этот год был минимальным по

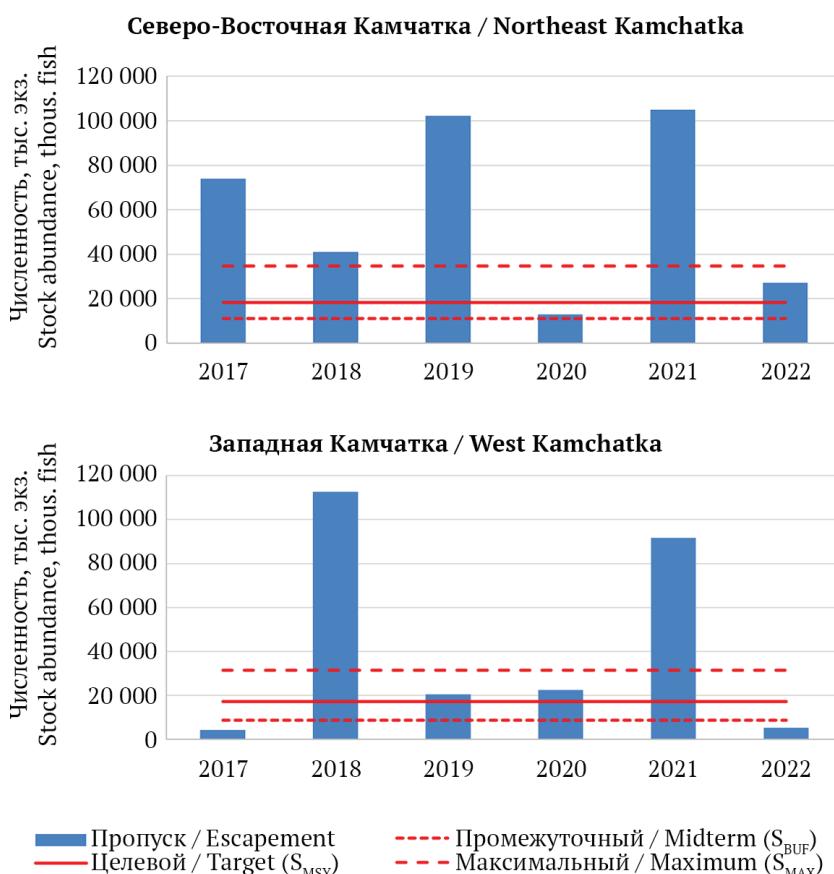


Рис. 14. Динамика численности основных нерестовых запасов горбуши Камчатского края относительно целевых ориентиров пропуска производителей на нерестилища по данным 2017–2022 гг.

Fig. 14. Dynamics of stock abundance of the major pink salmon spawning stocks in Kamchatka Territory in relation to the target escapements to spawning grounds according to 2017–2022 data

численности подхода производителей в рассматриваемый период.

На Западной Камчатке ситуация с формированием нерестовых запасов горбуши менее однозначная. Отметим, что максимальный ориентир пропуска S_{MAX} (31 млн экз.) был ожидаемо превышен в 2018 и 2021 гг. В промежуточные (2019 и 2020) годы уровень пропуска соответствовал оптимальному ориентиру S_{MSY} (17 млн экз.). Соответственно, в 2017 и 2022 гг. пропуск был немного ниже буферного ориентира S_{BUF} (9 млн экз.). Однако следует учитывать, что нерест 2017 г. продуцировал возврат 2019 г., который был максимальным в ряду нечетных лет практически за 40 лет наблюдений. Поэтому имеющиеся показатели минимального пропуска нельзя считать критической ситуацией с состоянием нерестовых запасов западнокамчатской горбуши. Это было бы актуальным в случае многолетнего повторения подобного уровня заполнения нерестилищ в четные и нечетные годы.

В целом состояние нерестовых запасов горбуши Камчатского края в 2017–2022 гг. можно охарактеризовать как стабильно высокое. Среднемноголетний пропуск в указанных регионах соответствовал: Северо-Восточная Камчатка: нечетные годы – 93,7 млн экз. (74,0–104,9 млн экз.), четные – 27,0 млн экз. (13,0–41,0 млн экз.); Западная Камчатка: нечетные годы – 38,8 млн экз. (4,2–91,8 млн экз.), четные – 46,8 млн экз. (5,2–112,6 млн экз.). В большинстве случаев пропуск производителей вида на нерестилища варьировал на уровне максимального и оптимального ориентиров. Данная тенденция прослеживалась для обоих основных центров воспроизводства (Северо-Восточной и Западной Камчатки). При этом позитивная обстановка с заполнением нерестилищ отмечена как для четной, так и нечетной линий лет.

Кета

По среднемноголетним данным, вид является вторым или третьим по численности из всех тихоокеанских лососей Камчатского края. Как правило, второе и третье места кета делит с неркой. При этом в 2000–2010-е гг. встречааемость кеты в промысловых уловах была несколько ниже, чем нерки. Основными центрами воспроизводства камчатской кеты традиционно, по аналогии с горбушей, считаются два региона – северо-восточное и западное побережье (Заварина, 2008; Макоедов и др., 2009). Третьим центром воспроизводства вида можно обозна-

чить бассейн р. Камчатки (Бугаев и др., 2007). Во всех указанных регионах суммарно добывается порядка 90–95% кеты Камчатского края.

Северо-Восточная Камчатка. Промысел кеты в данном регионе сосредоточен практически на 100% в Карагинской подзоне. Основные районы промысла локализованы на морских РЛУ в бассейнах заливов Карагинский, Корфа и Олюторский, где добывается порядка 80% от общего вылова в подзоне. При этом в Карагинском заливе, по среднемноголетним данным, добывают приблизительно 70% вида, а в заливах Корфа и Олюторский – около 30%. Активный промысел кеты Северо-Восточной Камчатки начинается одновременно с горбушей приблизительно в середине июня, а заканчивается в конце августа. В динамике добычи (вылова) вида условно можно выделить два пика: в первой половине июля и в первой половине августа. В первый пик добывается порядка 60–70% кеты Северо-Восточной Камчатки. Добыча (вылов) вида ведется совместно с горбушей.

Анализ фактических подходов и вылова кеты северо-восточного побережья Камчатки в 2018–2022 гг. показал, что среднемноголетний возврат производителей составлял 4,0 млн экз. (2,1–5,2 млн экз.), а промысловое изъятие – 8,6 тыс. т (3,6–14,4 тыс. т) (рис. 15). Сопоставление прогнозируемых и фактических подходов/уловов кеты показало, что в большинстве случаев прогнозы были выше, чем факт. Однако практически во все годы уровень отклонения данных величин не превышал 25%-й порог стандартной ошибки прогнозирования. Исключением был только 2020 г., когда прогноз возвратов/вылова кеты не оправдался. Напомним, что аналогичная ситуация в этот год наблюдалась и с горбушей Северо-Восточной Камчатки. Возможные причины неоправдавшихся прогнозных ожиданий возвратов/вылова горбушки и кеты представлены в статье А.В. Бугаева с соавторами (2020б). В целом, уточним, что без учета 2020 г. подходы кеты в рассматриваемый период в среднем колебались на уровне 4–5 млн экз., а вылов – в пределах 7–14 тыс. т.

Характеризуя динамику промысла кеты Северо-Восточной Камчатки, можно отметить, что практически 90–95% вылова вида приходится на период со второй декады июня до второй декады августа (рис. 16). На этот же период приходятся два пика суточных уловов. Наиболее вероятно, это связано с подходами в район промысла кеты двух рас – ранней летней и

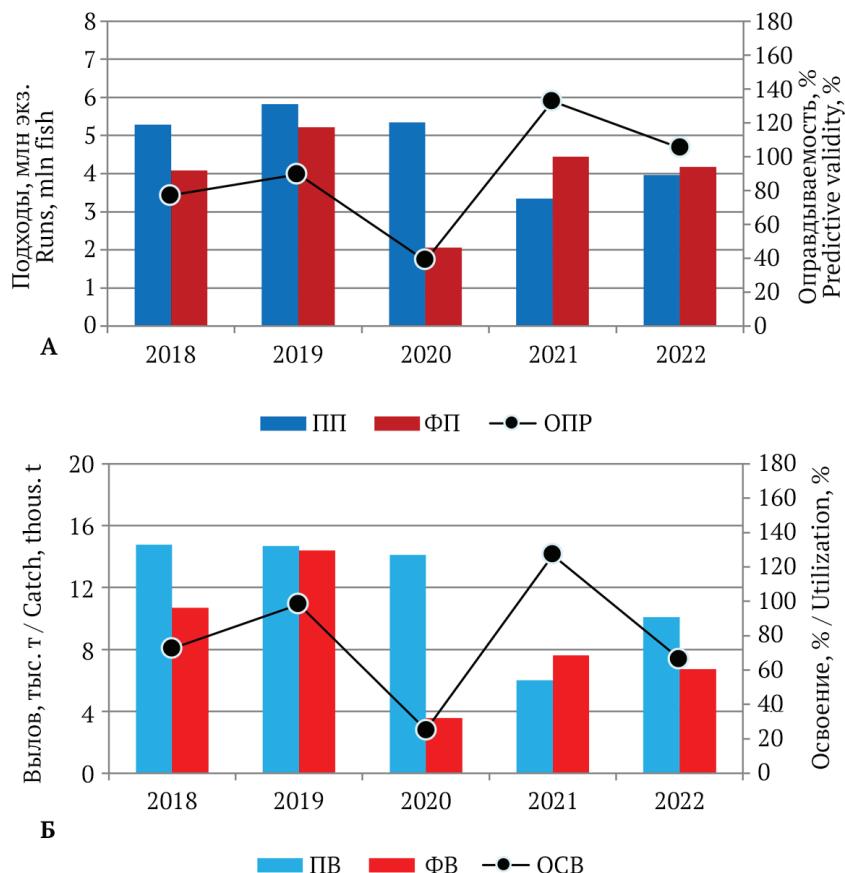


Рис. 15. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) кеты Северо-Восточной Камчатки (Карагинская подзона) по данным 2018–2022 гг.: ПП – прогнозируемый подход, ФП – фактический подход, ПВ – прогнозируемый вылов, ФВ – фактический вылов
Fig. 15. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of chum salmon on Northeast Kamchatka (in Karaginskaya subzone) based on the data for 2018–2022: ПП – predicted run, ФП – actual run, ПВ – predicted catch, ФВ – actual catch

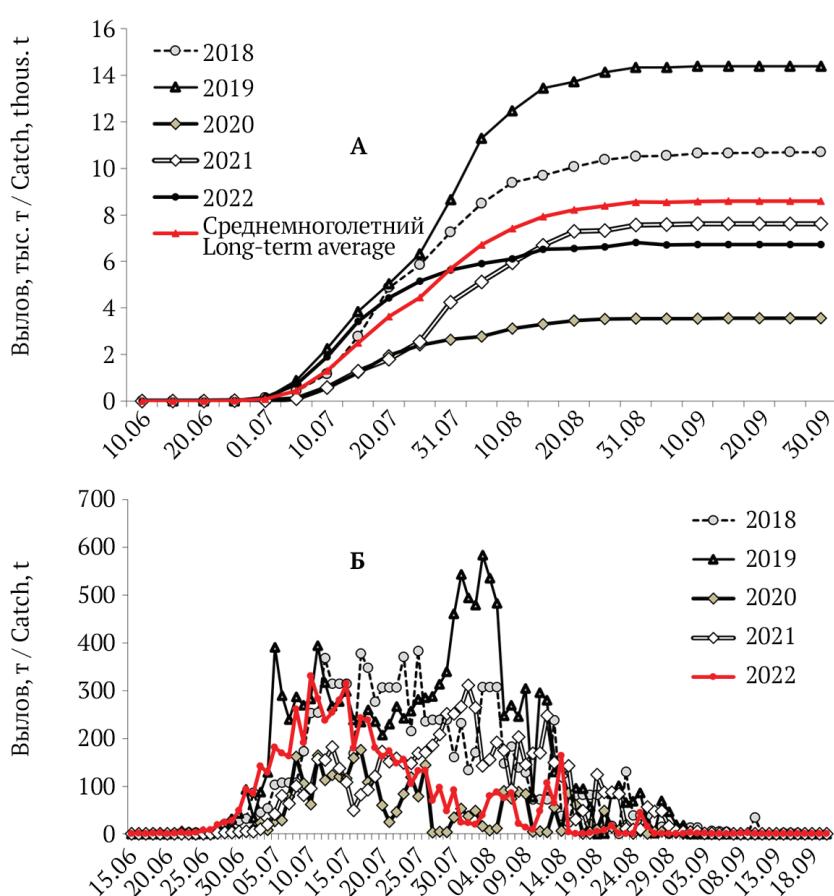


Рис. 16. Динамика нарастающих (верхний график) и суточных (нижний график) уловов кеты Северо-Восточной Камчатки (Карагинская подзона) по данным 2018–2022 гг.
Fig. 16. Dynamics of increasing (upper) and daily (lower) catches of chum salmon on Northeast Kamchatka (in Karaginskaya subzone) based on the data for 2018–2022

поздней летней. К сожалению, биологические особенности темпоральных группировок локальных стад вида, воспроизводящихся в реках Северо-Восточной Камчатки, еще достаточно не изучены. Поэтому затруднительно дать более подробную информацию по данному вопросу. В целом нарастающие уловы кеты, по среднемноголетним данным 2018–2022 гг., во второй–третьей декадах июля по пятидневкам достигали более 1000 т, а суточные уловы — в среднем около 200 т. В первой–второй декадах августа аналогичные показатели составляли около 600 и 120 т соответственно. Интенсивность промысла напрямую была связана с численностью подходов кеты данного региона.

Восточная (р. Камчатка) и Юго-Восточная Камчатка. В данном регионе (Петропавловско-Командорская подзона) воспроизводится достаточно большое количество локальных стад кеты. Однако порядка 80% вылова вида обеспечивает только стадо р. Камчатки (Бугаев и др., 2007). Заход производителей кеты в бассейн р. Камчатки и другие реки региона наблюдается в начале июля. Активизация промысла, как правило, приходится на вторую половину июля. К концу августа массовый анадромный ход вида заканчивается. Непосредственно добыча (вылов) кеты р. Камчатки в основном осу-

ществляется ставными неводами на морских РЛУ в Камчатском заливе (около 80%) (Бугаев и др., 2022). Облов вида происходит совместно с поздней расой нерки и кижучем.

Анализ фактических подходов и вылова кеты Восточной и Юго-Восточной Камчатки в 2018–2022 гг. показал, что среднемноголетний возврат производителей вида составлял около 1,3 млн экз. (0,8–1,7 млн экз.), а промысловое изъятие — 2,9 тыс. т (1,1–4,4 тыс. т) (рис. 17). Сопоставление величин прогнозируемых и фактических подходов кеты свидетельствует о более высоких показателях прогнозов. При этом оценки соотношения подходов по принципу «прогноз – факт» в большинстве случаев очень близки, что указывает на достаточную точность прогнозирования общего запаса численности вида. Исключением является 2021 г., когда возврат был заметно выше прогнозируемого.

Относительно освоения объемов ПВ кеты Восточной и Юго-Восточной Камчатки можно сказать, что тенденции в целом схожие с динамикой подходов. Однако в большинстве случаев этот показатель ниже 25%-го порога точности прогнозов. Если исключить 2021 г., когда возврат и вылов были заметно выше прогнозируемых величин, то среднемноголетнее освоение регионального объема ПВ кеты в рассма-

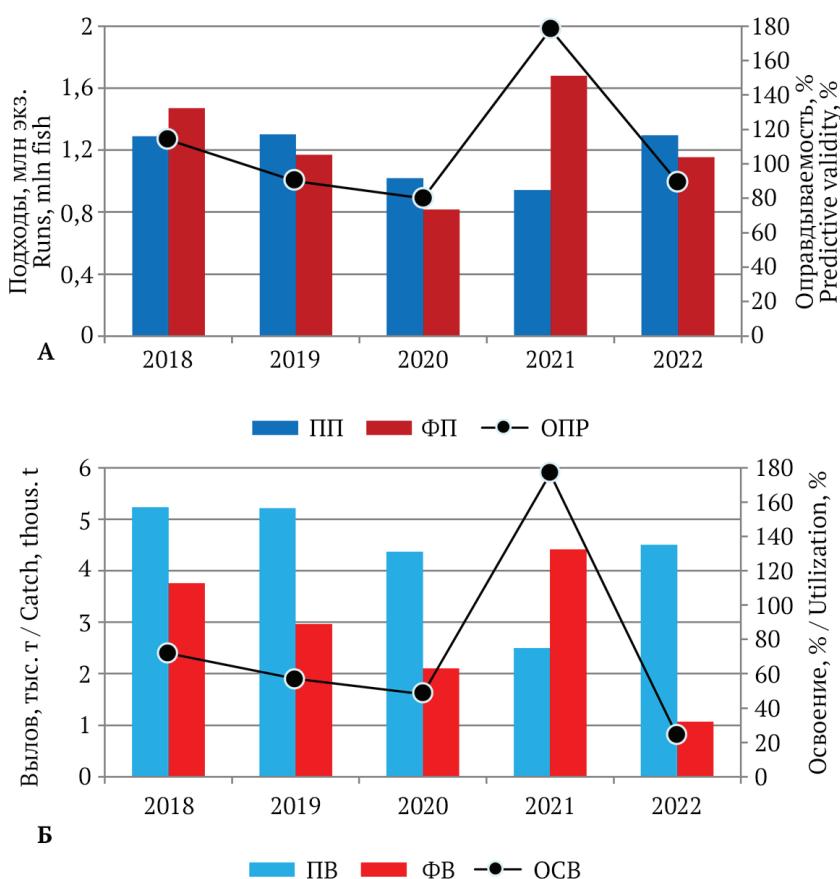


Рис. 17. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) кеты Восточной и Юго-Восточной Камчатки (Петропавловско-Командорская подзона) по данным 2018–2022 гг.: ПП — прогнозируемый подход, ФП — фактический подход, ПВ — прогнозируемый вылов, ФВ — фактический вылов

Fig. 17. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of chum salmon on East and Southeast Kamchatka (in Petropavlovsk-Komandorskaya subzone) based on the data for 2018–2022: ПП — predicted run, ФП — actual run, ПВ — predicted catch, ФВ — actual catch

триаемый период составляло около 50%. Причем минимальный показатель освоения объема ПВ был зафиксирован в 2022 г. (24%). Подчеркнем, что недостаточное промысловое изъятие кеты Восточной и Юго-Восточной Камчатки в основном связано с общим снижением численности вида в бассейне р. Камчатки, наблюдавшимся в 2010-е гг. Кроме того, анадромный ход кеты растянут во времени, а в середине августа многие рыбодобывающие предприятия зачастую заканчивают работу ставных неводов в Камчатском заливе. Это связано со снижением рентабельности неводного промысла. Соответственно, все отражается на данных промысловой статистики.

В качестве примера для анализа динамики нарастающих и суточных уловов кеты в 2018–2022 гг. рассмотрим крупнейшую региональную единицу запасов вида – стадо р. Камчатки (рис. 18). Из представленных данных видно, что заметное увеличение уловов происходит во второй–третьей декадах июля. Пик добычи (вылова) приходится на конец июля – начало августа. Ближе ко второй декаде августа интенсивность промысла кеты заметно падает. Во второй декаде сентября промысел вида в

р. Камчатке практически заканчивается. Во время рунного хода среднепентадные уловы кеты достигают приблизительно 200 т, а суточные уловы – в среднем около 40 т. В течение путины формируются два пика вылова. Первый максимальный пик приходится на период со второй декады июля до первой декады августа. В этот период добывают порядка 80–90% от общего вылова кеты р. Камчатки. Второй, относительно небольшой пик обычно наблюдается во второй–третьей декадах августа. При этом снижение уловов кеты, наблюдаемое во второй–третьей декадах июля, как правило, вызвано закрытием промысла в Камчатском заливе и бассейне р. Камчатки. Данная мера ежегодно вводится для осуществления пропуска производителей кеты и поздней формы нерки к местам нереста.

Западная Камчатка. На западном побережье Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) кета воспроизводится в большинстве рек региона (Макоедов и др., 2009). Как правило, многие локальные стада вида достаточно близки по уровню численности запасов. Исключением можно считать стадо кеты р. Большой (Юго-Западная Камчатка),

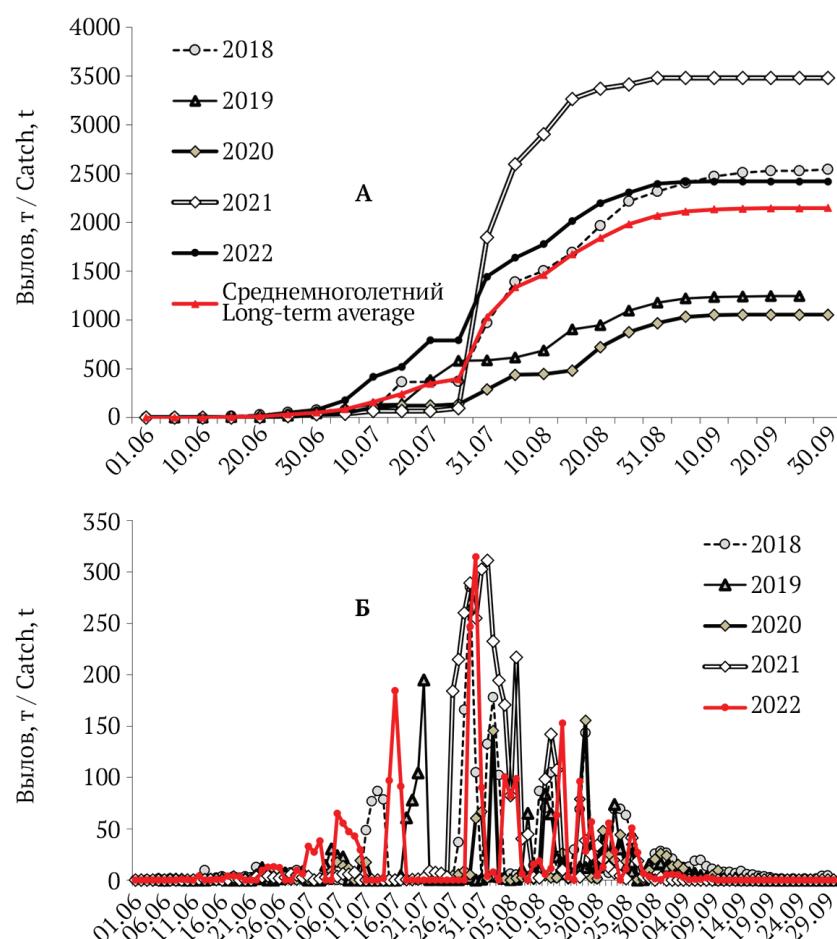


Рис. 18. Динамика нарастающих (верхний график) и суточных (нижний график) уловов кеты р. Камчатки (Петропавловско-Командорская подзона) по данным 2018–2022 гг.
Fig. 18. Dynamics of increasing (upper) and daily (lower) catches of chum salmon in the Kamchatka R. (Petropavlovsk-Komandorskaya subzone) based on the data for 2018–2022

где численность запасов относительно высокая. Тем не менее промысел кеты Западной Камчатки осуществляется практически на всей прилегающей прибрежной акватории, а также во всех промыслово-значимых внутренних водных объектах региона. Активная добыча (вылов) западнокамчатской кеты начинается приблизительно с середины июля, а окончание приходится на первую половину сентября. Рунный ход вида наблюдается с третьей декады июля по вторую декаду августа. Кета является сопутствующим видом при промысле горбуши. Поэтому основной ее лов на Западной Камчатке сосредоточен на морских РЛУ, где добывают порядка 70–80% от общего регионального вылова вида. В неурожайные для горбуши годы доля кеты, добываемой на речных РЛУ, возрастает.

Фактические подходы и вылов кеты западного побережья Камчатки по среднемноголетним данным 2018–2022 гг. составили около 6,2 млн экз. (4,7–7,3 млн экз.) и 17,2 тыс. т (12,9–20,0 тыс. т) соответственно (рис. 19). Сопоставление величин прогнозируемых и фактических подходов/уловов кеты показало, что в большинстве случаев прогнозы были ниже. Это указывает на нормальный алгоритм прогнозирования, когда на начальном этапе дается более

предосторожная оценка потенциальных величин возвратов и вылова. Исключением можно считать 2021 г. Однако имеющийся уровень отклонения показателей прогноз/факт в этот год вполне согласовывается со стандартной 25%-й методической ошибкой прогнозирования тихоокеанских лососей.

Динамика нарастающих и суточных уловов кеты Западной Камчатки вполне согласуется с общей численностью региональных подходов производителей вида в 2018–2022 гг. (рис. 20). В целом ход путин достаточно равномерен относительно среднемноголетних показателей. Это указывает на сходство характера преднерестовых миграций западнокамчатской кеты, независимо от общей численности подходов и чередования урожайных и неурожайных поколений горбуши. Рунный ход приходится на третью декаду июля и вторую декаду августа, когда формируется пик вылова (конец июля – начало августа). В течение массового хода среднепентадные нарастающие уловы вида могут достигать 1750 т, а суточные уловы – в среднем 350 т. На данном этапе путинны изымаются порядка 80% общего регионального объема добычи (вылова) вида. В конце августа и середине сентября также могут наблюдаться относительно небольшие пики вылова кеты. Это связано

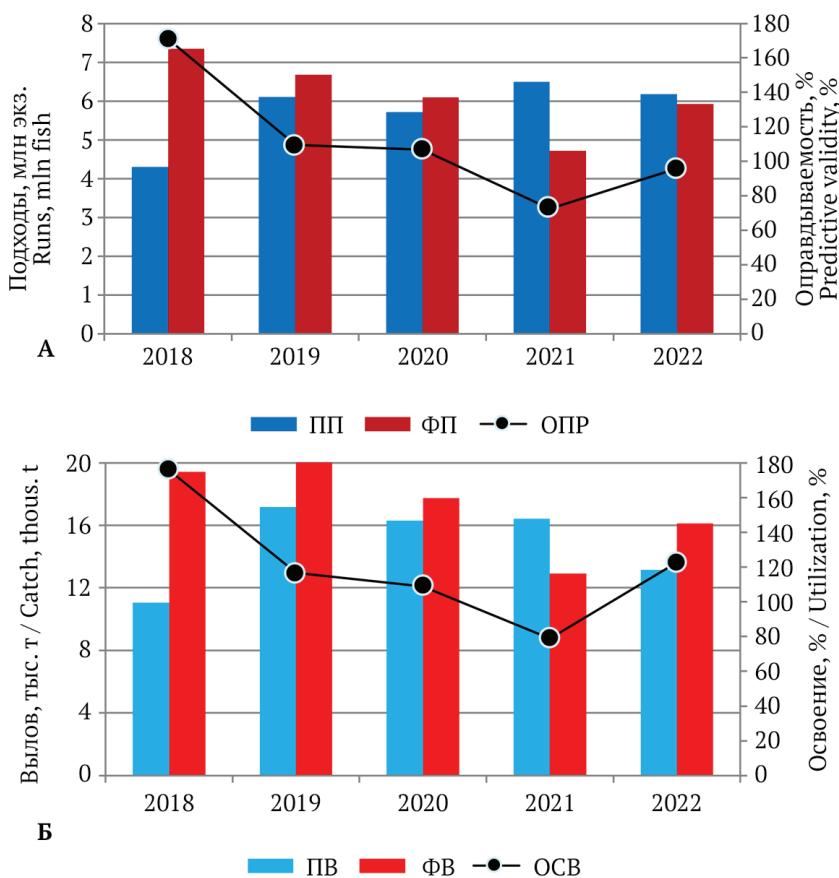


Рис. 19. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) кеты Западной Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) по данным 2018–2022 гг.: ПП – прогнозируемый подход, ФП – фактический подход, ПВ – прогнозируемый вылов, ФВ – фактический вылов

Fig. 19. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of chum salmon on West Kamchatka (in Kamchatka-Kuril and West Kamchatka subzones) based on the data for 2018–2022: ПП – predicted run, ФП – actual run, ПВ – predicted catch, ФВ – actual catch

с региональными закономерностями миграций темпоральных группировок (рас) вида (Кузинин и др., 2010).

Оценивая в целом ситуацию для Камчатского края с оправдываемостью прогнозов численности кеты в 2018–2022 гг., отметим, что уровень их достоверности для комплексов стад Восточной и Западной Камчатки достаточно высок (рис. 21). Из представленных данных видно, что подавляющая часть определенных объемов ПВ была освоена в диапазоне границ, близких к $\pm 25\%$ -й методической погрешности. Исключения были зафиксированы лишь в 2020 г. на Вос-

точной Камчатке (ниже прогноза) и в 2018 г. на Западной Камчатке (выше прогноза). Подчеркнем, что оба эти года были нетипичны для возврата производителей горбуши, при промысле которой осуществляется и лов кеты.

В качестве пояснения уточним, что в 2020 г. был зафиксирован минимальный уровень подходов восточнокамчатской горбуши за рассматриваемый период. При этом непосредственно численность подхода кеты Северо-Восточной Камчатки в данный год была достаточно высокой и сопоставимой с таковыми показателями двух предыдущих лет, когда возвраты вида на-

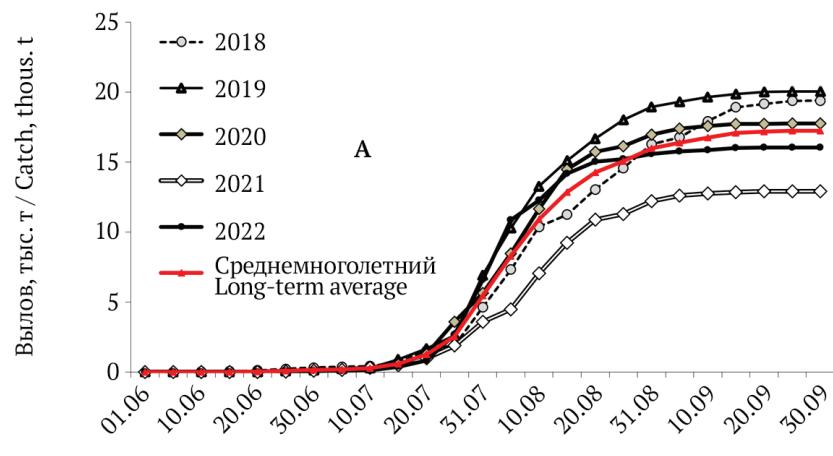


Рис. 20. Динамика нарастающих (верхний график) и суточных (нижний график) уловов кеты Западной Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) по данным 2018–2022 гг.

Fig. 20. Dynamics of increasing (upper) and daily (lower) catches of chum salmon on West Kamchatka (in Kamchatka-Kuril and West Kamchatka sub-zones) based on the data for 2018–2022

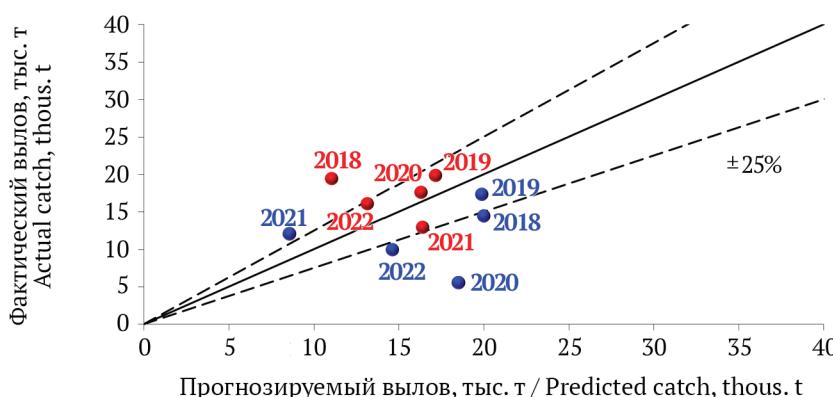
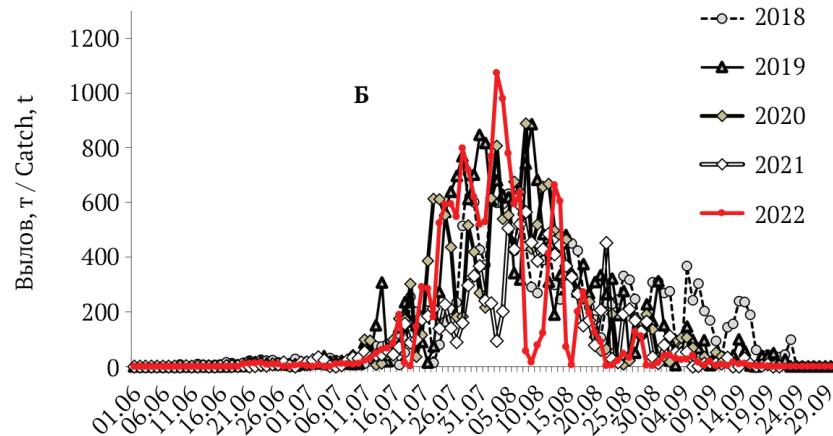


Рис. 21. Соотношение прогнозируемого и фактического вылова кеты Восточной (синие маркеры) и Западной (красные маркеры) Камчатки в 2018–2022 гг.: сплошная линия соответствует 100%-му соотношению прогноз/факт; пунктирные линии показывают верхний и нижний уровни допустимой ошибки прогноза ($\pm 25\%$)

Fig. 21. Ratio between predicted and actual chum salmon catches of East (blue markers) and West (red markers) Kamchatka in 2018–2022: solid line corresponds to 100% forecast/actual ratio; dashed lines show the upper and lower levels of acceptable forecast error ($\pm 25\%$)

ходилась на уровне 5–6 млн экз. производителей. По сути, низкие подходы горбуши сыграли отрицательную роль в освоении кеты Северо-Востока Камчатки, так как рентабельность неводного промысла определяет одновременный облов обоих видов. В результате часть рыбодобывающих предприятий в 2020 г. рано закончили промысел, недоиспользовав выделенный объем ПВ по кете.

Сходная ситуация, только со знаком плюс, произошла и в 2018 г., когда численность подходов западнокамчатской горбуши была экстремально высокой почти за 100-летний период наблюдений. Это привело к сохранению максимально высокого уровня неводного промысла в прибрежной зоне Западной Камчатки, который продлился почти до середины сентября. Отметим, что обычно в данном регионе уже в конце августа многие предприятия заканчивают промысел на морских РЛУ, так как поздняя кета и кижуч не образуют массовых преднерестовых скоплений, на которые ориентированы ставные невода. В результате увеличение сроков ведения неводного промысла в 2018 г. позволило повысить не только добычу (вылов) горбуши, но и, соответственно, кеты.

В целом, можно сделать заключение о достаточно адекватной методической основе прогнозирования динамики численности кеты в пределах Камчатского края. Однако группировка стад Восточной Камчатки требует более детальной проработки прогностической методологии и повышения уровня информационной обеспеченности прогнозов, учитывая сложность внутривидовой структуры запасов.

Нерестовой запас. Данные о пространственном распределении численности подходов кеты Камчатского края в 2018–2022 гг. представлены на рисунке 22. Из показанных карт-схем видно, что наиболее массовые подходы производителей вида наблюдаются в рассматриваемых центрах воспроизводства/промысла — реки Северо-Восточной (Карагинский (рр. Хайлюя, Ивашка, Дранка, Карага, Тымлат, Кичига-Белая и др.) и Олюторский (рр. Апуга, Имка, Пахача и др.) заливы) и Западной Камчатки (в районе, расположенному от устья р. Опала до устья р. Хайрюзова), а также р. Камчатка (Камчатский залив). Учитывая, что численность кеты не подвержена столь высокой флюктуации, как у горбуши, количественное распределение производителей в подходах более равномерно при рассмотрении межгодовой изменчивости запасов.

Как правило, заполнение нерестилищ наблюдается в традиционных центрах воспроизводства, представляющих кластеры рек восточного и западного побережья Камчатки. Более подробно информация о нерестовом запасе камчатской кеты в основных районах воспроизводства в 2018–2022 гг. относительно целевых ориентиров пропуска производителей на нерестилища представлена на рисунке 23.

Анализ имеющихся данных показал, что у группировки стад кеты Северо-Восточной Камчатки уровень заполнения нерестилищ в течение рассматриваемого ряда лет был выше максимального ориентира пропуска S_{MAX} (364 тыс. экз.). При этом сохранялся четкий тренд на последовательное увеличение региональных нерестовых запасов вида. Максимальный пропуск, отмеченный в 2022 г., составил более 2 млн экз. производителей.

В бассейне р. Камчатки нерестовые запасы кеты в 2018–2022 гг. были близки или несколько превышали оптимальный ориентир пропуска S_{MSY} (142 тыс. экз.). Исключением был 2022 г., когда пропуск превысил лишь буферный ориентир S_{BUF} (51 тыс. экз.). При этом следует отметить, что в бассейне р. Камчатки авиаучет производителей кеты на нерестилищах зачастую не проводится на необходимом уровне. Это связано как с нехваткой полетного времени из-за лимита финансирования, так и со значительной площадью водного бассейна. Следует уточнить, что кета в бассейне р. Камчатки не является объектом целевых авиаучетных исследований. Поэтому имеющиеся оценки нерестовой численности данной единицы запаса вида не всегдаreprезентативны.

На Западной Камчатке ситуация с формированием нерестовых запасов кеты подвержена заметной межгодовой изменчивости. По имеющимся данным, в 2019, 2020 и 2022 гг. уровень пропуска производителей вида на нерестилища был близок к буферному ориентиру S_{BUF} (427 тыс. экз.). В 2021 г. показатель пропуска соответствовал оптимальному целевому ориентиру S_{MSY} (638 тыс. экз.). И лишь в 2018 г. достиг максимального показателя пропуска S_{MAX} (844 тыс. экз.). Дополнительно отметим, что в водных объектах Западной Камчатки нерестовый запас кеты нередко недоучитывается. В основном это связано с большой продолжительностью анадромного хода вида в регионе. В результате чего авиаучетные съемки не могут в полной мере охватить все стадии нереста западнокамчатской кеты.

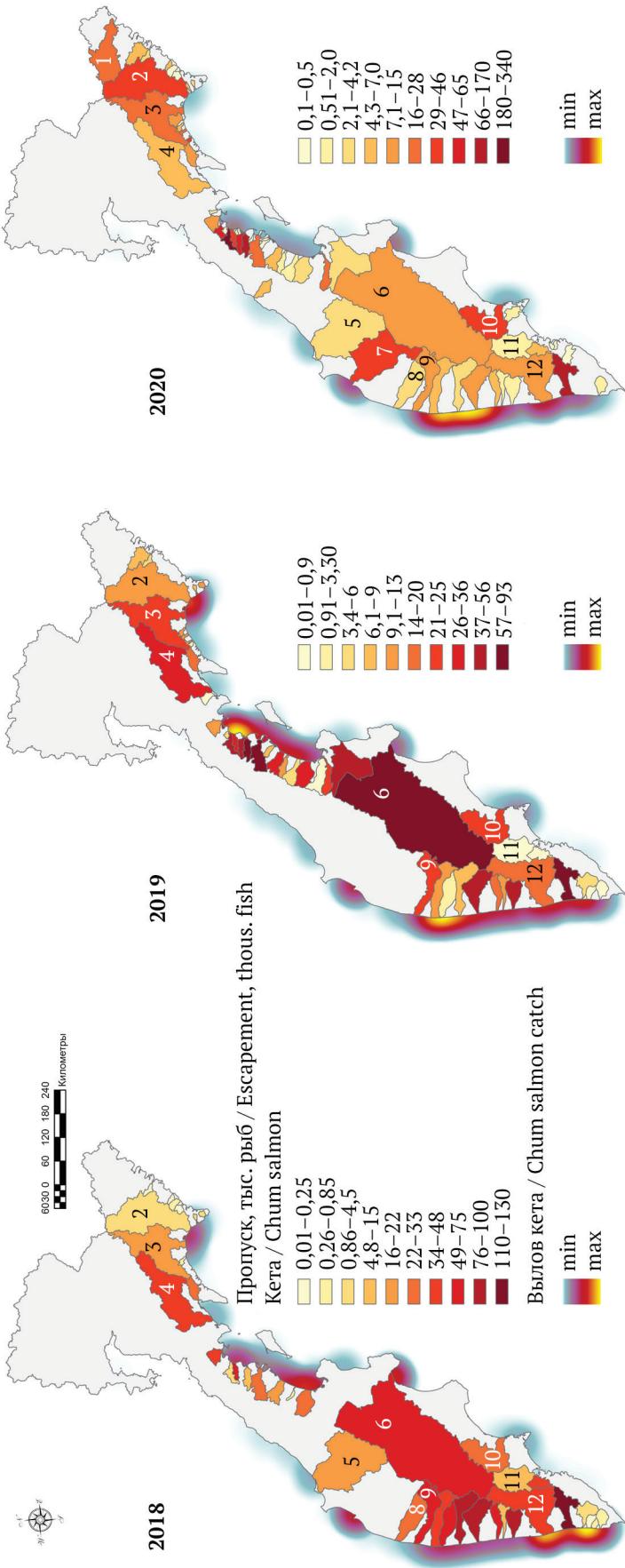


Рис. 22. Карты-схемы количественного распределения подходов производителей кеты (вылов + заполнение нерестилищ) Камчатского края в 2018–2022 гг.
Fig. 22. Schematic maps of the spatial distribution of chum salmon spawning runs (catch + filling of spawning grounds) in Kamchatka Territory in 2018–2022

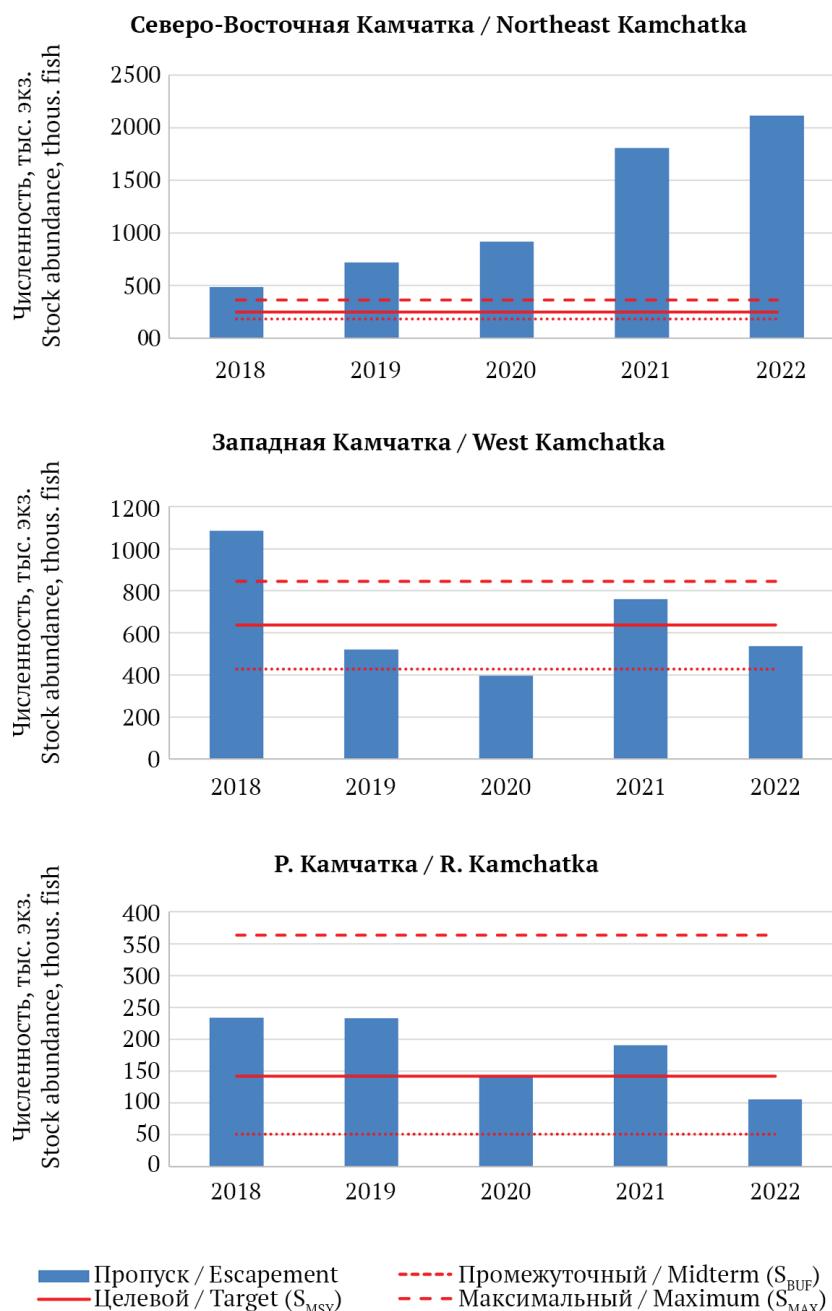


Рис. 23. Динамика численности основных нерестовых запасов кеты Камчатского края относительно целевых ориентиров пропуска производителей на нерестилища по данным 2017–2022 гг.

Fig. 23. Dynamics of stock abundance of the major chum salmon spawning stocks in Kamchatka Territory in relation to the target escapements to spawning grounds according to 2017–2022 data

В целом состояние нерестовых запасов кеты Камчатского края в 2018–2022 гг. можно охарактеризовать как стабильно хорошее. Среднемноголетний пропуск производителей на нерестилища в указанных регионах соответствовал: Северо-Восточная Камчатка – 1209 тыс. экз. (487–2114 тыс. экз.); р. Камчатка – 181 тыс. экз. (106–234 тыс. экз.); Западная Камчатка – 660 тыс. экз. (396–1085 тыс. экз.). На северо-востоке Камчатки уровень пропуска в течение всего периода наблюдений соответствовал максимальному показателю S_{MAX} . На Западной Камчатке и в бассейне р. Камчатки пропуск варьировал на уровне оптимальных и буферных ориентиров S_{MSY} и S_{BUF} .

Однако необходимо понимать, что в данном случае речь идет о генеральном состоянии основных запасов камчатской кеты. В реальности есть отдельные водные объекты, как на Восточной, так и на Западной Камчатке, где запасы этого вида могут находиться в неудовлетворительном состоянии. Например, на восточном побережье к таким водоемам относятся реки Авача и Паратунка, а на западном побережье – речная система Опала-Голыгина.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований проведен анализ итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. В работе рассмо-

трены данные промысловой статистики, включающие информацию о ежегодных, сезонных нарастающих и суточных уловах тихоокеанских лососей для основных единиц региональных запасов. Определены закономерности и обозначены критические моменты, обуславливающие оправдываемость прогнозов численности подходов/вылова производителей. Кроме того, приводятся многолетние оценки изменчивости нерестовых запасов всех видов тихоокеанских лососей относительно целевых ориентиров пропуска на нерестилища.

Полученные данные показали, что среднемноголетний уровень запасов тихоокеанских лососей Камчатского края в 2018–2022 гг. достиг исторического максимума за почти столетний период наблюдений. В настоящее время в регионе добывается порядка 70–80% лососевых ресурсов Дальнего Востока России. Основу вылова составляла горбуша (~77%), а нерка и кета занимали второе (~11%) и третье (~9%) места соответственно. Суммарная доля кижучка и чавычи не превышала 3%. Многолетние закономерности динамики нарастающих и суточных уловов полностью соответствовали фактической численности подходов отдельных региональных единиц запасов тихоокеанских лососей.

По отдельным видам тихоокеанских лососей (горбуша, кета) проведенный анализ итогов путин 2018–2022 гг. показал следующие результаты.

1. У горбушки Восточной Камчатки в рассматриваемый период максимальные подходы и уловы были зафиксированы в 2019 и 2021 гг., а на Западной Камчатке – в 2018 и 2021 гг. Отмечена тенденция потенциальной смены доминанты урожайных и неурожайных поколений на западном побережье. Предположительно, ранее неурожайные поколения нечетных лет воспроизводства западнокамчатской горбушки сейчас выходят на урожайный уровень. Возможной причиной считаем экстремально высокий уровень возврата производителей данной группировки стад в 2018 г. Оценка основных нерестовых запасов горбушки Камчатского края показала их динамику на уровне оптимальных и максимальных ориентиров пропуска на нерестилища.

2. У кеты Северо-Восточной Камчатки в рассматриваемый период наблюдается снижение фактических подходов и вылова в 2021 и 2022 гг. По кете р. Камчатки также минимальный уровень запаса был зафиксирован в 2021 г. На Западной Камчатке ситуация с динамикой запа-

са вида относительно стабильная. При этом нерестовая численность кеты Камчатского края по основным единицам запасов находится на уровне оптимальных или максимальных ориентиров пропуска на нерестилища. У кеты Северо-Восточной Камчатки нерестовый запас в 2021 и 2022 гг. многократно превосходит показатели пропуска, необходимые для расширенного воспроизводства данной региональной группировки стад.

В целом, сложившаяся система прогнозирования динамики запасов горбушки и кеты Камчатского края в 2018–2022 гг. показала достаточно высокий уровень оправдываемости возвратов и вылова производителей. Уровень критической (отрицательной) среднемноголетней ошибки прогнозирования по отдельным единицам запасов был относительно невелик. Например, к подобным ошибкам можно отнести низкие возвраты горбушки и кеты на Восточной Камчатке в 2020 г., а на Западной Камчатке – низкие подходы горбушки в 2022 г. Разумеется, для отдельных промысловых единиц запасов тихоокеанских лососей в некоторые годы фиксировали ошибки прогнозов. Но они были не критичны, так как, в большинстве случаев, отклонения от прогнозных величин не превышали уровень $\pm 25\%$ -й стандартной методической ошибки прогнозирования.

Дополнительно уточним, что в отношении горбушки и кеты имеется общая тенденция занижения прогнозных величин подходов/вылова относительно фактических показателей, что объясняется предосторожными принципами формирования прогнозов. Последнее на прямую связано с возможностью корректировки объемов ПВ тихоокеанских лососей по данным фактических подходов той или иной региональной единицы запасов.

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 or involving humans. Bibliographic refer-

ences to all data of other authors used in the review are formatted in accordance with the state standards (GOST). The authors declare that they have no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ AUTHOR CONTRIBUTIONS

Авторы в равной мере участвовали в сборе и обработке данных, обсуждении полученных результатов и написании статьи.

The authors jointly collected, processed and analyzed the data, discussed the results and wrote the text of article, with equal contribution.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Бугаев А.В., Лепская Е.В., Коваль М.В., Тепнин О.Б., Зикунова О.В., Фельдман М.Г. 2020б. Обзор итогов лососевой путины-2020 в Камчатском крае (Сообщение 2): анализ оправдываемости прогнозов и возможных причин их несоответствия // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 141–170.

Бугаев А.В., Шевляков Е.А. 2008. Флюктуации численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Западной и Восточной Камчатки на рубеже XX и XXI веков // Бюл. № 3 реализации «концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». С. 63–74.

Бугаев А.В., Шпигальская Н.Ю., Зикунова О.В., Артюхина Н.Б., Фельдман М.Г., Шубкин С.В., Коваленко М.Н. 2019. Аналитический обзор итогов лососевой путины–2019 (Камчатский край) // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 23–52.

Бугаев А.В., Шпигальская Н.Ю., Зикунова О.В., Артюхина Н.Б., Фельдман М.Г., Шубкин С.В., Коваленко М.Н. 2020а. Обзор итогов лососевой путины-2020 в Камчатском крае (Сообщение 1): динамика и статистика промысла, оценки нерестового фонда // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 17–43.

Бугаев А.В., Шпигальская Н.Ю., Зикунова О.В., Фельдман М.Г., Заварина Л.О., Дубынин В.А., Артюхина Н.Б., Шубкин С.В., Ерохин В.Г., Коваль М.В., Коваленко М.Н., Бирюков А.М., Фадеев Е.С., Нагорнов А.А. 2018. Аналитический обзор итогов лососевой путины–2018 (Камчатский край) // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 14–40.

Бугаев В.Ф., Бронский Б.Б., Заварина Л.О., Зорбиди Ж.Х., Остроумов А.Г., Тиллер И.В. 2007. Рыбы реки Камчатка. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 459 с.

Бугаев А.В., Зикунова О.В., Тепнин О.Б., Шубкин С.В., Коваль М.В., Сошин А.В., Фадеев Е.С., Артюхина Н.Б., Малых К.М. 2022. Оценка комплексного воздействия промысла и гидрологических условий Камчатского залива на формирование нерестовых запасов тихоокеанских лососей р. Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. № 66. С. 5–51.

Дубынин В.А., Шевляков Е.А., Ильин О.И. 2007. К методике прогнозирования численности поколений нерки *Oncorhynchus nerka* стада р. Озерной // Изв. ТИНРО. Т. 149. С. 219–225.

Заварина Л.О. 2008. Биология и динамика численности кеты *Oncorhynchus keta* северо-восточного побережья Камчатки: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 25 с.

Зикунова О.В., Дубынин В.А., Заварина Л.О., Шубкин С.В., Бугаев А.В. 2021. Тенденции изменения численности, прогноз, управление запасами нерки *Oncorhynchus nerka* и кеты *Oncorhynchus keta* в Камчатском крае // Вопр. рыболовства. Т. 22. № 4. С. 75–85.

Косицына А.И., Шпигальская Н.Ю., Сергеев А.А., Сошина В.А., Савенков В.В., Денисенко А.М., Муравская У.О., Зеленина Д.А. 2022. Генетическая идентификация молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) Охотоморского бассейна по результатам рестрикционного анализа митохондриальной ДНК и анализа однонуклеотидных полиморфизмов // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 66. С. 52–67.

Кузицин К.В., Груздева М.А., Савваитова К.А., Павлов Д.С. 2010. Сезонные расы кеты *Oncorhynchus keta* (Walb.) и их взаимоотношения в реках Камчатки // Вопр. ихтиологии. Т. 50, № 2. С. 202–215.

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

Остроумов А.Г. 1962. Опыт применения аэрометодов учета тихоокеанских лососей в реках Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Кн. ред. «Камчатской правды». 41 с.

Остроумов А.Г. 1964. Опыт применения аэрометодов для заполнения нерестилищ лососями / Лососевое хозяйство Дальнего Востока. С. 90–100.

Остроумов А.Г. 1975. Нерестовый фонд и состояние запасов дальневосточных лососей в водоемах п-ова Камчатка и Корякского нагорья в 1957–1971 гг. (по матер. авиаучетов и аэрофотосъемок) // Тр. ВНИРО. Т. 106. С. 21–33.

- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М. 376 с.
- Фельдман М.Г. 2020. Использование метода случайных лесов деревьев решений Random Forest в целях прогнозирования подходов горбуши северо-востока Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 59. С. 76–96.
- Фельдман М.Г., Бугаев А.В. 2021. Современные принципы управления запасами горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Камчатского края (динамика численности, прогнозирование, регулирование промысла) // Вопр. рыболовства. Т. 22. № 4. С. 86–95.
- Фельдман М.Г., Бугаев А.В., Зикунова О.В., Шубкин С.В., Дубынин В.А. 2022. Обоснование правил регулирования лососевого промысла Камчатки с учетом концепции предосторожного подхода и обеспечения максимального устойчивого вылова // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 64. С. 5–34.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А. 2015. Выживаемость камчатской горбуши как результат совокупного воздействия плотностной регуляции и внешних факторов среды // Изв. ТИНРО. Т. 182. С. 88–114.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. 2016. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Восточной и Юго-Восточной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 41. С. 51–80.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. 2018. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Северо-Восточной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 51. С. 5–26.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. 2019. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Западной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 52. С. 50–78.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Дубынин В.А. 2017. Оценка величины, прогноз и управление запасами тихоокеанских лососей в Камчатском крае / Современное состояние и перспективы лососевого хозяйства на Дальнем Востоке России: Сб. матер. науч. конф. (Южно-Сахалинск, 7–8 ноября 2017 г.). С. 25–27.
- Шевляков Е.А., Маслов А.В. 2011. Реки, определяющие воспроизводство тихоокеанских лососей на Камчатке, как реперы для оценки заполнения нерестового фонда // Изв. ТИНРО. Т. 164. С. 114–139.
- Шпигальская Н.Ю., Брыков В.А., Кухлевский А.Д., Сараванский О.Н., Климов А.В., Четвертак А.А., Шевляков Е.А. 2011. Региональная идентификация смешанных морских скоплений молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) на основе изменчивости фрагмента Cytb/D-loop митохондриальной ДНК // Изв. ТИНРО. Т. 165. С. 89–103.
- Breiman L. 2001. Random Forests // Machine Learning. № 45 (1). P. 5–32.
- Neter J., Wasserman W., Kutner M.H. 1990. Applied linear statistical models: regression, analysis of variance, and experimental designs (3rd ed.). Burr Ridge: Irwin. 1181 p.
- Peterman R.M. 1982. Model of salmon age structure and its use in preseason forecasting and studies of marine survival // Can. J. of Fish. and Aquat. Sci. № 39. P. 1444–1452.
- Ricker W.E. 1954. Stock and recruitment // J. Fish. Res. Bd. of Canada. Vol. 11 (5). P. 559–623.
- Shepherd J.G. 1982. A family of general production curves for exploited populations // Math. Biosci. Vol. 59. P. 77–93.

REFERENCES

- Bugaev A.V., Lepskaya E.V., Koval M.V., Tepnin O.B., Zikunova O.V., Feldman M.G. Review of the results of the 2020 salmon fishing season in the Kamchatka Territory (Message 2): analysis of the feasibility of forecasts and possible reasons for their discrepancy. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok: TINRO-Center, 2020, vol. 15, pp. 141–170. (In Russian)
- Bugaev A.V., Shevlyakov E.A. Fluctuations in the abundance of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in Western and Eastern Kamchatka at the turn of the 20th and 21st centuries. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok: TINRO-Center, 2008, vol. 3, pp. 63–74. (In Russian)
- Bugaev A.V., Shpigalskaya N.Yu., Zikunova O.V., Artyukhina N.B., Feldman M.G., Shubkin S.V., Kovalenko M.N. Analytical review of the results of the salmon season – 2019 (Kamchatsky Krai). *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, 2019, vol. 14, pp. 23–52. (In Russian)
- Bugaev A.V., Shpigalskaya N.Yu., Zikunova O.V., Artyukhina N.B., Feldman M.G., Shubkin S.V., Kovalenko M.N. Review of the results of the salmon season – 2020 in the Kamchatka Territory (Message 1): dynamics and statistics of the fishery, estimates of the spawning fund. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok:

- TINRO-Center, 2020, vol. 15, pp. 17–43. (In Russian)
- Bugaev A.V., Shpigalskaya N.Yu., Zikunova O.V., Feldman M.G., Zavarina L.O., Dubynin V.A., Artyukhina N.B., Shubkin S.V., Erokhin V. G., Koval M.V., Kovalenko M.N., Biryukov A.M., Fadeev E.S., Nagornov A.A. Analytical review of the results of the salmon season – 2018 (Kamchatsky Krai). *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok: TINRO-Center, 2018, vol. 13. (In Russian)
- Bugaev V.F., Vronsky B.B., Zavarina L.O., Zorbidz Z.K., Ostromov A.G., Tiller I.V. *Ryby reki Kamchatka* [Fish of the Kamchatka River]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2007, 494 p.
- Bugaev A.V., Zikunova O.V., Tepnin O.B., Shubkin S.V., Koval M.V., Soshin A.V., Fadeev E.S., Artyukhina N.B., Malykh K.M. Assessment of the complex effects of fisheries and hydrological conditions in Kamchatsky Gulf on formation of Pacific salmon spawning stocks in Kamchatka River. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*. 2022, vol. 66, pp. 5–51. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2022.65.5-51>
- Dubynin V.A., Shevlyakov E.A., Ilyin O.I. On the forecast method of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* generation abundance for the Ozernaya River stock. *Izvestia TINRO*, 2007, vol. 149, pp. 219–225. (In Russian)
- Zavarina L.O. *Biologiya i dinamika chislennosti kety (Oncorhynchus keta) severo-vostochnogo poberezh'ya Kamchatki. Avtoreferat disertacii kandidata biologicheskikh nauk* [Biology and population dynamics of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) on the northeastern coast of Kamchatka Extended. Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Moscow, 2008, 25 p.
- Zikunova O.V., Dubynin V.A., Zavarina L.A., Shubkin S.V., Bugaev A.V. Trends in abundance, prediction, fishery management sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) and chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in Kamchatka Territory. *Problems of Fisheries*, 2021, no. 4, pp. 75–85. (In Russian)
- Kositsyna A.I., Shpigalskaya N.Yu., Sergeev A.A., Soshnina V.A., Savenkov V.V., Denisenko A.D., Muvravskaya U.O., Zelenina D.A. Genetic identification of juvenile pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) in the Okhotsk Sea basin based on the results of restriction analysis of mitochondrial DNA and analysis of single-nucleotide polymorphism. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*. 2022, vol. 66, pp. 52–66. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2022.66.52-66>
- Kuzishchin K.V., Gruzdeva M.A., Savvaitova K.A., Pavlov D.S., Stanford J.A. Seasonal races of chum salmon *Oncorhynchus keta* and their interrelations in Kamchatka rivers. *Journal of ichthyology*, 2010, no. 50 (2), pp. 159–173.
- Makoedov A.N., Korotayev Y.A., Antonov N.P. *Aziatskaya keta* [Asian chum salmon]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2009, 356 p.
- Ostromov A.G. *Opyt primeneniya aerometodov ucheta tikhookeanskikh lososey v rekakh Kamchatki* [The experience of using aeromethods of Pacific salmon accounting in the rivers of Kamchatka]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 1962, 41 p.
- Ostromov A.G. The experience of using aerial methods to assess the filling of spawning grounds with salmon. *Lososevoye khozyaystvo Dalnego Vostoka* [Salmon farming in the Far East]. Moscow: Nauka, 1964, pp. 90–99.
- Ostromov A.G. The Spawning Fund and the State of Stocks of Far Eastern Salmon in the Water Bodies of the Kamchatka Peninsula and the Koryak Highlands in 1957–1971 (Based on aerial surveys and aerial photographs). *Trudy VNIRO*, 1975, vol. 106, pp. 21–33. (In Russian)
- Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Guide to the study of fish]. Moscow, 1966, 376 p. (In Russian)
- Feldman M.G. Using the decisions of the random forest algorithm for the purposes of forecasting pink salmon runs on North-Eastern Kamchatka. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2020, vol. 59, pp. 76–96. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2020.59.76-96>
- Feldman M.G., Bugaev A.V. Modern principles of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) stocks management in the Kamchatka region (population dynamics, forecasting, fishing regulation). *Problems of Fisheries*, 2021, vol. 22, no. 4, pp. 86–95. (In Russian)
- Feldman M.G., Bugaev A.V., Zikunova O.V., Shubkin S.V., Dubynin V.A. Substantiation of the harvest control rules for salmon fishery in Kamchatka in view of the concept of precautionary approach and providing the maximum sustainable yield. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*. 2022, vol. 64, pp. 5–34. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2022.64.5-34>
- Feldman M.G., Shevlyakov E.A. Survival of Kamchatka pink salmon as result of combined influence of density regulation and environmental factors. *Izvestia TINRO*, 2015, vol. 182, pp. 88–114. (In Russian)
- Feldman M.G., Shevlyakov E.A., Artukhina N.B. An assessment of the pacific salmon *Oncorhynchus*

adult escapement parameters for the river basins on East and Southeast Kamchatka. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2016, vol. 41, pp. 51–80. (In Russian)

Feldman M.G., Shevlyakov E.A., Artukhina N.B. Evaluation of pacific salmon spawning escapement parameters for the river basins of North-East Kamchatka. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2018, vol. 51, pp. 5–29. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2018.51.5-29>

Feldman M.G., Shevlyakov E.A., Artukhina N.B. Evaluation of the Pacific salmon spawning escapement parameters for the river basins of West Kamchatka. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2019, vol. 52, pp. 50–78. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2019.52.50-78>

Feldman M.G., Shevlyakov E.A., Dubynin V.A. Estimation of the value, forecast and inventory management of Pacific salmon in the Kamchatka region. *Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya lososevogo khozyaystva na Dalnem Vostoke Rossii: Mater. nauch. konf. (Yuzhno-Sakhalinsk, 7–8 noyabrya 2017 g.)* [The current state and prospects for the development of salmon farming in the Far East of Russia: Mater. scientific conf. (Yuzhno-Sakhalinsk, November 7–8, 2017)]. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2018, pp. 38–48.

Shevlyakov E.A., Maslov A.V. The rivers determining reproduction of Pacific salmons in Kamchatka as indicators of spawning grounds filling. *Izvestia TINRO*, 2011, vol. 164, pp. 114–139. (In Russian)

Shpigalskaya N.Y., Brykov Vl.A., Kukhlevsky A.D., Saravansky O.N., Klimov A.V., Chetvertak A.A., Shevlyakov E.A. Regional identification of mixed aggregations of juvenile pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in the sea on the base of mitochondrial DNA CYTB/d-loop fragment variety. *Izvestia TINRO*, 2011, vol. 165, pp. 89–103. (In Russian)

Breiman L. Random Forests. *Machine Learning*, 2001, № 45 (1), pp. 5–32.

Neter J., Wasserman W., Kutner M.H. Applied linear statistical models: regression, analysis of variance, and experimental designs (3rd ed.). Burr Ridge: Irwin, 1990, 1181 p.

Peterman R.M. Model of salmon age structure and its use in preseason forecasting and studies of marine survival. *Can. J. of Fish. and Aquat.*, 1982, Sci. № 39, pp. 1444–1452.

Ricker W.E. Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Bd of Canada*, 1954, vol. 11 (5), pp. 559–623.

Shepherd J.G. A family of general production curves for exploited populations. *Math. Biosci.*, vol. 59, 1982, pp. 77–93.

Информация об авторах

А.В. Бугаев — док. биол. наук, зам. руководителя Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

О.В. Зикунова — канд. биол. наук, зав. лабораторией Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), zikunova.o.v@kamniro.ru

Н.Ю. Шпигальская — руководитель Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), shpigalskaya.n.u@kamniro.ru

Н.Б. Артюхина — зав. сектором Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), artukhina.n.b@kamniro.ru

С.В. Шубкин — вед. специалист Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), shubkin.s.v@kamniro.ru

М.Н. Коваленко — канд. тех. наук, советник руководителя Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), kovalenko.m.n@kamniro.ru

А.П. Лозовой — зав. сектором Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), lozovoy@kamniro.ru

Information about the authors

Alexandr V. Bugaev – D. Sc. (Biology), Deputy Head, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Olga V. Zikunova – Ph. D. (Biology), Head of Lab., Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Nina Yu. Shpigalskaya – Ph. D. (Biology), Head of Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Nina B. Artyukhina – Head of division, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Sergey V. Shubkin – Leading Specialist, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Mikhail N. Kovalenko – Ph. D. (Engineering),

Adviser, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Alexey P. Lozovoy – Head of division, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 25.04.2023

Одобрена после рецензирования: 23.05.2023

Статья принята к публикации: 01.06.2023

Научная статья / Original article

УДК 597.552.511:639.2.053

doi:10.15853/2072-8212.2023.68.42-62



АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИТОГОВ ЛОСОСЕВЫХ ПУТИН В КАМЧАТСКОМ КРАЕ В 2018–2022 ГГ. (ПРОГНОЗЫ, ПРОМЫСЕЛ, ЗАПАСЫ). СООБЩЕНИЕ 2 (НЕРКА, КИЖУЧ, ЧАВЫЧА)

Бугаев Александр Викторович[✉], Зикунова Ольга Владимировна, Артюхина Нина
Борисовна, Шубкин Сергей Викторович

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

Аннотация. В работе рассмотрены результаты анализа итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. Материал включает данные промысловой статистики, представляющие информацию о ежегодных, сезонных нарастающих и суточных уловах нерки, кижуч и чавычи для основных единиц региональных запасов. Показаны главные закономерности и обозначены критические моменты, обуславливающие оправдываемость прогнозов численности подходов/вылова указанных видов. Кроме того, приводятся многолетние оценки изменчивости нерестовых запасов нерки, кижуч и чавычи относительно целевых ориентиров пропуска на нерестилища.

Ключевые слова: нерка, кижуч, чавыча, промысел, прогнозирование динамики численности, нерестовые запасы

Для цитирования: Бугаев А.В., Зикунова О.В., Артюхина Н.Б., Шубкин С.В. Аналитический обзор итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. (прогнозы, промысел, запасы). Сообщение 2 (нерка, кижуч, чавыча) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. Вып. 68. С. 42–62.

ANALYTICAL REVIEW OF THE RESULTS OF SALMON FISHERIES IN KAMCHATKA TERRITORY IN 2018–2022 (FORECASTS, FISHERIES, STOCKS). COMMUNICATION 2 (SOCKEYE SALMON, COHO SALMON, CHINOOK SALMON)

Alexandr V. Bugaev[✉], Olga V. Zikunova, Nina B. Artyukhina, Sergey V. Shubkin

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

Abstract. The paper considers results of the analysis of salmon fisheries in Kamchatka Region in 2018–2022. The material analyzed includes commercial fishery statistics data presenting information on annual, seasonal and daily catches of sockeye salmon, coho salmon, chinook salmon for the main units of the regional stocks. The main patterns are shown and critical points are outlined to justify predictions of the runs/catch of spawners. In addition, multi-year estimates of the variability of spawning stocks of sockeye salmon, coho salmon, chinook salmon with respect to spawning escapement targets are presented.

Keywords: sockeye salmon, coho salmon, chinook salmon, fishery, forecasting of stock abundance dynamics, spawning stocks

For citation: Bugaev A.V., Zikunova O.V., Artyukhina N.B., Shubkin S.V. Analytical review of the results of salmon fisheries in Kamchatka Territory in 2018–2022 (forecasts, fisheries, stocks). Communication 2 (sockeye salmon, coho salmon, chinook salmon) // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 68. P. 42–62. (In Russian)

Основная информация об организации и мониторинге лососевых путин в Камчатском крае дана в Сообщении 1 статьи «Аналитический обзор итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. (прогнозы, промысел, запасы)» (с. 5–41).

В Сообщении 2 представлены результаты анализа итогов лососевых путин в отношении трех видов — нерки, кижуч и чавычи.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Вся информация о промысловой и биологической статистике, а также методические аспекты исследований, использованные в настоящей работе, также подробно изложены в Сообщении 1.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Нерка

В пределах Камчатского края вид по числен-

ности запасов периодически делит второе или третье место с кетой. Однако в 2000–2010-е гг. среднемноголетний вылов нерки преобладал над кетой. Основными единицами запасов камчатской нерки являются два крупнейших локальных стада, воспроизводящиеся в реках Камчатка (Восточная Камчатка) и Озерная (Юго-Западная Камчатка) (Бугаев, 1995, 2011; Бугаев, Бугаев, 2003). Общая численность нерки стад рек Камчатка и Озерная составляет порядка 80–90% от запасов вида в Камчатском крае. При этом более 95% запасов нерки Дальнего Востока России представлено камчатскими стадами. Соответственно, главные промысловые усилия по добыче (вылову) камчатской нерки ориентированы на запасы указанных рек.

Восточная (р. Камчатка) и Юго-Восточная Камчатка. В данном регионе (Петропавловско-Командорская подзона) более 95% нерки воспроизводится в бассейне р. Камчатки (Бугаев, 1995, 2011). Основной региональный промысел вида сосредоточен на морских РЛУ в Камчатском заливе. В последнее десятилетие здесь ежегодно добывают порядка 80–90% от общего изъятия нерки р. Камчатки (Бугаев и др., 2022).

Причем в течение последних пяти лет данный показатель превышал 90%-й порог. На РЛУ в бассейне р. Камчатки промысел нерки относительно невысок. Основная масса речных РЛУ, осуществляющих промышленное рыболовство, расположена в нижнем течении реки. В среднем и верхнем течении реки более развито традиционное рыболовство. Общий анадромный ход нерки Восточной и Юго-Восточной Камчатки продолжается с начала июня до конца августа. Наиболее высокие уловы наблюдаются с первой декады июня до третьей декады июля. В июне нерка облавливается одновременно с чавычей, а в июле — с кетой.

Фактические подходы и вылов нерки Восточной и Юго-Восточной Камчатки по среднемноголетним данным 2018–2022 гг. составили около 5,0 млн экз. (3,5–7,4 млн экз.) и 8,5 тыс. т (2,9–13,8 тыс. т) соответственно (рис. 1). Прогнозы подходов вида были выше в 2018, 2020 и 2021 гг., а вылова — соответственно в 2018 и 2020 гг. В остальных случаях фактические величины подходов/уловов превалировали над прогнозными оценками. Однако подавляющее большинство расхождений прогнозных и фак-

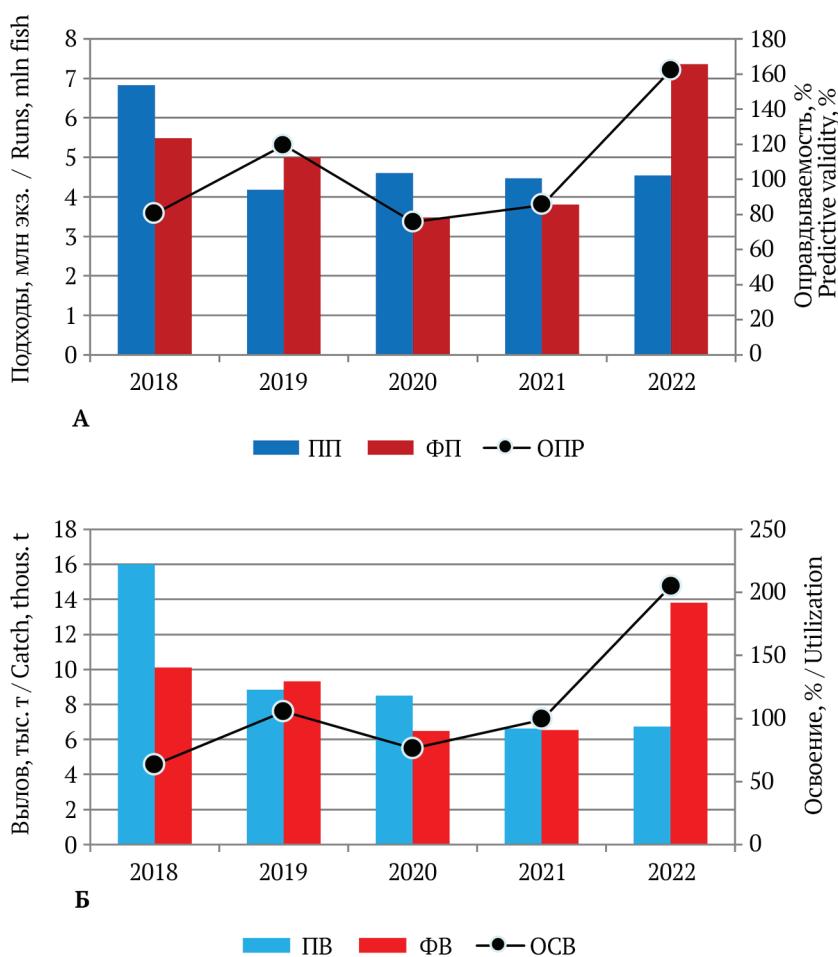


Рис. 1. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) нерки Восточной и Юго-Восточной Камчатки (Петропавловско-Командорская подзона) по данным 2018–2022 гг.: ПП — прогнозируемый подход, ФП — фактический подход, ПВ — прогнозируемый вылов, ФВ — фактический вылов

Fig. 1. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of sockeye salmon on East and Southeast Kamchatka (Petropavlovsk-Komandorskaya subzone) based on the data for 2018–2022: ПП — predicted run, ФП — actual run, ПВ — predicted catch, ФВ — actual catch

тических показателей варьировали в пределах стандартной $\pm 25\%$ -й ошибки метода. Исключением является 2022 г., так как наблюдалась ошибка прогноза на уровне $+105\%$, то есть освоение объема ПВ в регионе достигло 205%. В настоящий момент достаточно затруднительно объяснить столь высокий возврат рыб с возрастом поколений 4+ и 5+, которые доминируют в региональных подходах нерки. В данном случае имела место ошибка прогноза, связанная непосредственно с изменчивостью численности крупнейшей в регионе единицы запаса вида — стада р. Камчатки. Вероятно, имели место неточности при получении оценок численности родительских стад, которые отнерестились в 2017 и 2018 гг.

Региональная динамика нарастающих и суточных уловов рассмотрена на примере нерки р. Камчатки (рис. 2). Полученные данные вполне согласуются с межгодовой изменчивостью численности подходов производителей этого стада в 2018–2022 гг. Самые высокие уловы нерки р. Камчатки были зафиксированы в 2022 г., а наиболее низкие — в 2020 г. Максимальные нарастающие уловы вида отмечены с первой декады июня до второй декады июля. В этот

период среднепентадный уровень добычи (вылова) вида составлял около 700 т. При этом суточные уловы в среднем достигали около 150 т. В течение путины четко фиксировались два пика численности. Первый большой пик приходился на первую–вторую декады июня, а второй, меньший — на первую–вторую декады июля. Подобный характер анадромного хода нерки р. Камчатки связан с динамикой миграций ранней и поздней форм вида (Бугаев, 2010). Как правило, ранняя форма нерки р. Камчатки доминирует по численности, составляя порядка 70–75% от общего подхода вида.

Юго-Западная Камчатка (р. Озерная).

В данном регионе (Камчатско-Курильская подзона) наиболее значимым водным объектом для воспроизводства нерки является бассейн р. Озерной (Бугаев и др., 2009). Это крупнейшее в азиатской части ареала локальное стадо вида. Основные его нерестилища находятся в бассейне оз. Курильского, откуда берет свое начало р. Озерная. Поэтому нередко в различных литературных источниках для обозначения данной единицы запаса вида используют термин «курильская нерка». В этом же регионе воспроизводится еще достаточно крупное стадо нер-

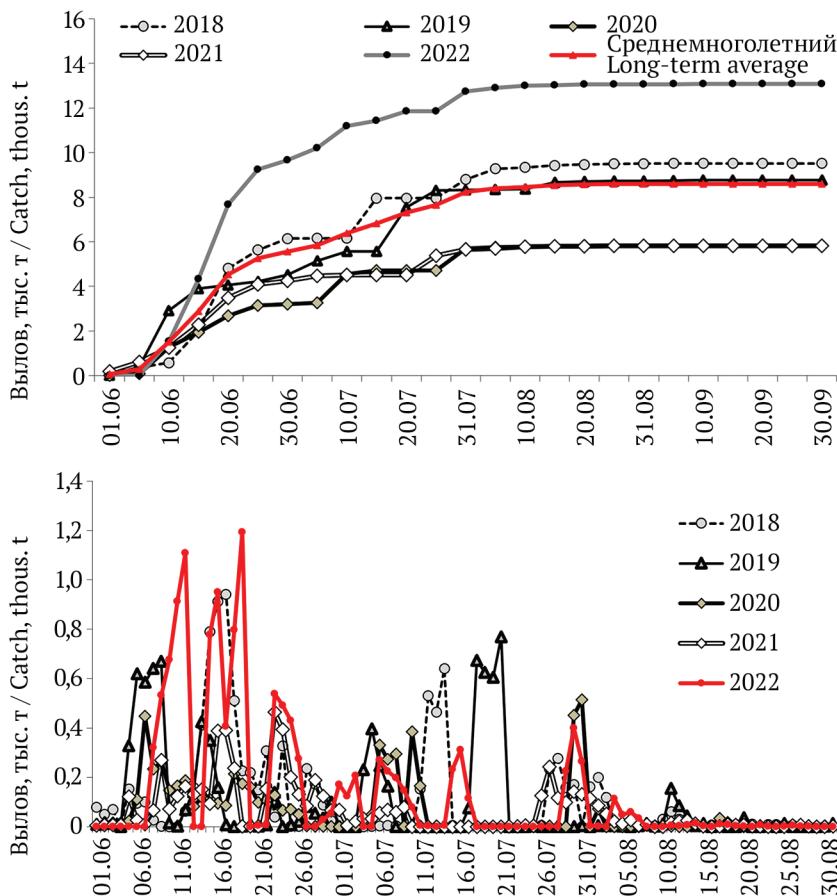


Рис. 2. Динамика нарастающих (верхний график) и суточных (нижний график) уловов нерки р. Камчатки (Петровавловско-Командорская подзона) по данным 2018–2022 гг.
Fig. 2. Dynamics of increasing (upper) and daily (lower) catches of sockeye salmon in the Kamchatka R. (Petropavlovsk-Komandorskaya subzone) based on the data for 2018–2022

ки р. Большой (Бугаев, 1995, 2011). Однако основные анадромные миграции нерки Юго-Западной Камчатки проходят с середины июня до конца сентября. Наиболее активная фаза миграций приходится на вторую половину июля и первую половину августа, когда и ведется основное промышленное освоение вида в регионе. Добыча (вылов) нерки Юго-Западной Камчатки осуществляется на речных и морских РЛУ. В бассейне р. Озерной промысел практически моновидовой.

Анализ динамики фактических подходов и вылова нерки Юго-Западной Камчатки по среднемноголетним данным 2018–2022 гг. показал, что данные показатели составили около 11,4 млн экз. (8,3–15,0 млн экз.) и 21,9 тыс. т (16,5–29,3 тыс. т) соответственно (рис. 3). В 2018 и 2019 гг. прогнозы подходов и вылова вида были ниже фактических показателей. В первом случае превышение прогноза подход/вылов составило +75%/+41%, а во втором — +42%/+17%. Понятно, что наиболее существенная ошибка прогноза была зафиксирована в 2018 г. В 2020–2022 гг., наоборот, прогнозы превысили фактические показатели возврата и вылова. Это ука-

зывает на снижение уровня запасов относительно ожидаемых величин. Причем данная ситуация наблюдается последовательно в течение трех лет. Именно в этот период наблюдалось снижение уровня численности запасов нерки р. Озерной. Тем не менее расхождения прогнозных и фактических показателей подходов/вылова локальных стад вида на юго-западном побережье Камчатки были минимальными и не выходили за границы стандартной $\pm 25\%$ -й ошибки метода. Как правило, отклонения варьировали в пределах 10%.

На примере анализа динамики нарастающих и суточных уловов нерки р. Озерной видно, что их колебания вполне согласуются с межгодовой изменчивостью численности подходов производителей вида в 2018–2022 гг. (рис. 4). Самые высокие уловы были зафиксированы в 2018 и 2019 гг. В 2020–2022 гг. динамика роста уловов шла на уровне ниже среднемноголетних показателей. Максимальные нарастающие уловы нерки р. Озерной фиксировали с третьей декады июля до второй декады августа. На этом этапе среднепентадный уровень добычи (вылова) вида достигал около 1700 т. Соответствен-

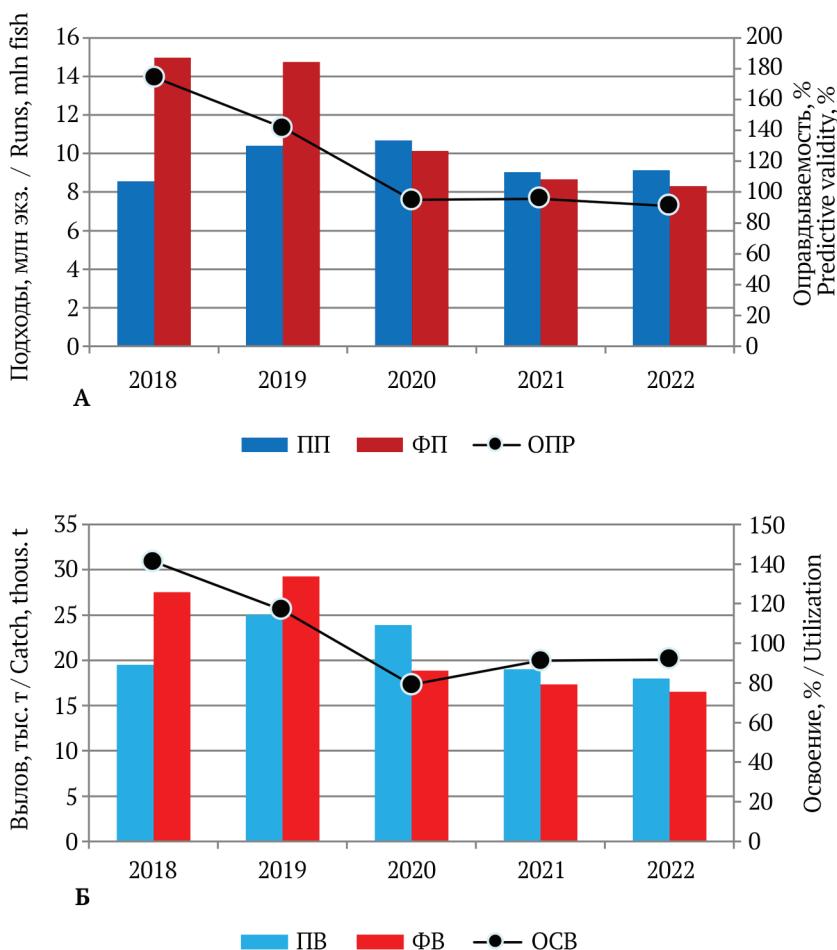


Рис. 3. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) нерки Юго-Западной Камчатки (Камчатско-Курильская подзона) по данным 2018–2022 гг.: ПП — прогнозируемый подход, ФП — фактический подход, ПВ — прогнозируемый вылов, ФВ — фактический вылов

Fig. 3. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of sockeye salmon on Southwest Kamchatka (in Kamchatka-Kuril subzone) based on the data for 2018–2022: ПП — predicted run, ФП — actual run, ПВ — predicted catch, ФВ — actual catch

но, суточные уловы в этот период в среднем составляли порядка 350 т. Пик добычи (вылова) нерки р. Озерной традиционно отмечали в конце июля – начале августа.

Принимая во внимание значимость стада нерки р. Озерной для формирования региональных запасов вида, уточним, что одной из возможных причин снижения его численности в 2020–2022 гг. может быть увеличение пищевой конкуренции с горбушей Западной Камчатки. Как известно, оба эти вида имеют сходные спектры питания в морской/оceanический период жизни (Карпенко, 1998; Карпенко и др., 2013). Не исключено, что нарушился некий многолетний баланс пищевых взаимоотношений после смены доминирующих поколений у западнокамчатской горбуши после сверхвысокого подхода производителей в 2018 г.

Другой гипотезой, подкрепленной натурными наблюдениями специалистов КамчатНИРО, можно считать фактор экосистемных изменений, наблюдавшихся в последние годы в оз. Курильском. В первую очередь, речь идет о снижении уровня кормовой базы нагуливающейся молоди нерки в современный период

(Лепская и др., 2017). В результате в 2010–2020-е гг. наблюдается четкая тенденция уменьшения размерно-массовых характеристик смолтов на фоне увеличения общей численности покатной молоди. Следовательно, снижение размеров и массы тела молоди нерки р. Озерной может приводить к повышению уровня ее естественной смертности в прибрежных водах после ската. Особенно это может быть актуально на фоне возрастающих конкурентных отношений с западнокамчатской горбушей, которая с неркой р. Озерной имеет одинаковые ареалы нагула в бассейне Охотского моря и северо-западной части Тихого океана.

Главной причиной экосистемных перестроек в оз. Курильском специалисты КамчатНИРО считают стандартизацию оптимальных показателей пропуска производителей на нерест на уровне 1,5 млн рыб. Отметим, что подобный целевой ориентир пропуска применяется приблизительно последние 10 лет и стабильно обеспечивает относительно высокие возвраты. Однако при этом объем биогенов, поступающих от тел отнерестившихся производителей, также стабилизировался на определенном

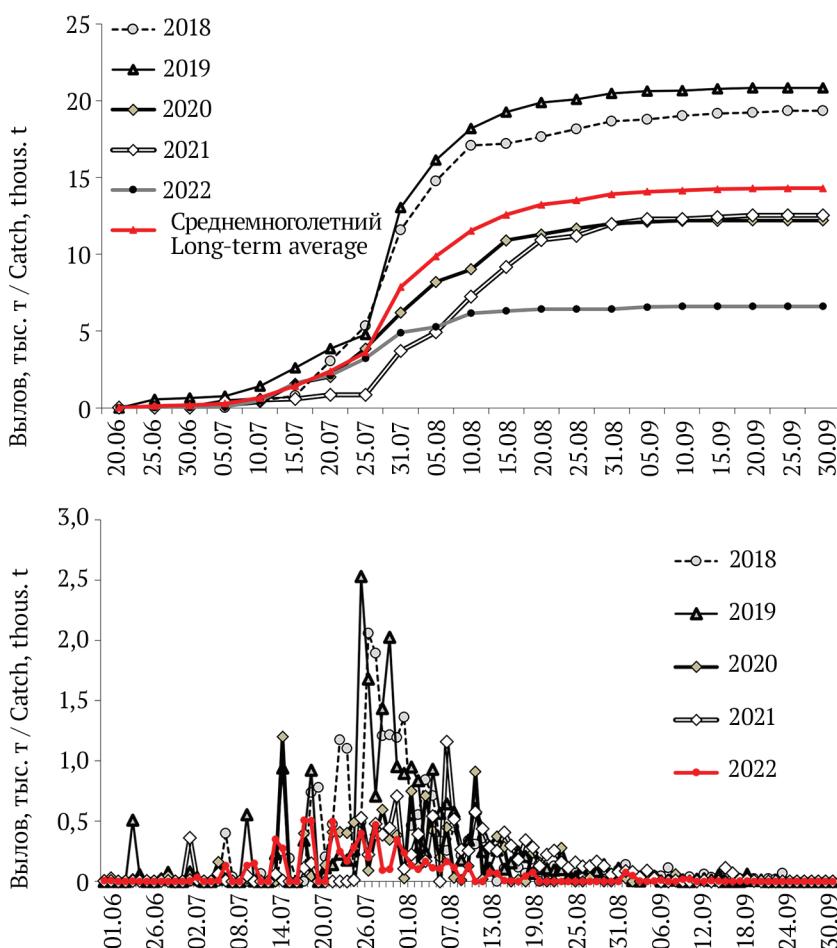


Рис. 4. Динамика нарастающих (верхний график) и суточных (нижний график) уловов нерки р. Озерной (Камчатско-Курильская подзона) по данным 2018–2022 гг.
Fig. 4. Dynamics of increasing (upper) and daily (lower) catches of sockeye salmon in the Ozernaya R. (Kamchatka-Kuril subzone) based on the data for 2018–2022

уровне. Данная ситуация привела к сокращению биомассы кормового фитопланктона и, как следствие, снижению численности зоопланктона, являющегося основным кормом для нагульной молоди нерки в оз. Курильском.

Резюмируя вышесказанное, полагаем, что описанные причины могут иметь комплексный характер негативного воздействия на запасы нерки р. Озерной в современный период. При сохранении отмеченной тенденции сокращения запасов данного стада возможным вариантом выхода из сложившейся ситуации могут быть меры по регулированию количественного уровня пропуска производителей в оз. Курильское. В данном случае речь идет о потенциальном увеличении нерестовой численности производителей до уровня целевого ориентира, обуславливающего расширенное воспроизводство рассматриваемой единицы запаса вида. Ориентировочно, это может быть пропуск на уровне 2–3 млн рыб. При этом возможно чередование высокого (до 3 млн экз.) и оптимального (около 1,5 млн экз.) пропуска производителей на нерестилища в пределах определенного временного (межгодового) интервала. Соответственно, схема периодичности повышенного и оптимального пропуска нерки р. Озерной на нерест должна быть представлена и согласована на уровне «Стратегии промысла тихоокеанских лососей в Камчатском крае» с последующим внесением в уставновочные рекомендации Комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных рыб в Камчатском крае.

В целом соотношение прогнозируемого и фактического вылова нерки Восточной и Западной Камчатки в 2018–2022 гг. выглядит достаточно позитивно (рис. 5). Подавляющее большинство прогнозов оправдываются на уровне $\pm 25\%$ -й стандартной ошибки метода. Исключениями были на восточном побережье

2022 г., а на западном – 2018 г. В обоих случаях фактические показатели освоения объемов ПВ были несколько выше прогнозируемых. Однако подобные превышения не являются критическими, поскольку подобный уровень повышенных возвратов нерки не представляет проблем для добычи (вылова) и переработки данного биоресурса.

Таким образом, можно сделать заключение о том, что современная методическая основа прогнозирования численности нерки Восточной и Западной Камчатки достаточно адекватна. Однако дальнейшее прогнозирование крупнейших региональных единиц запасов вида – локальных стад рек Камчатка и Озерная – требует учета отмеченных последних тенденций динамики численности этих стад.

Нерестовой запас. Данные о пространственном распределении численности подходов нерки Камчатского края в 2018–2022 гг. представлены на рисунке 6. Из показанных карт-схем видно, что наиболее массовые подходы производителей вида наблюдаются в зоне распространения двух крупнейших стад, воспроизводящихся в реках Камчатка и Озерная. В первом случае максимальные уловы фиксируются в Камчатском заливе, а во втором – в прибрежных водах Юго-Западной Камчатки, от устья р. Опала до устья р. Озерной. Аналогично распределяется и численность нерестового запаса вида с преобладанием производителей на нерестилищах бассейнов рек Камчатка и Озерная. Центрами воспроизводства второстепенных стад являются реки Северо-Восточной (Олюторский залив – реки Ананапыльген, Апуча и Пахача) и Северо-Западной (р. Палана) Камчатки. В данных регионах также ежегодно наблюдаются повышенные подходы нерки. В целом пространственная структура вылова/пропуска производителей вида в пределах Камчатского края сохраняется на многолетнем уровне.

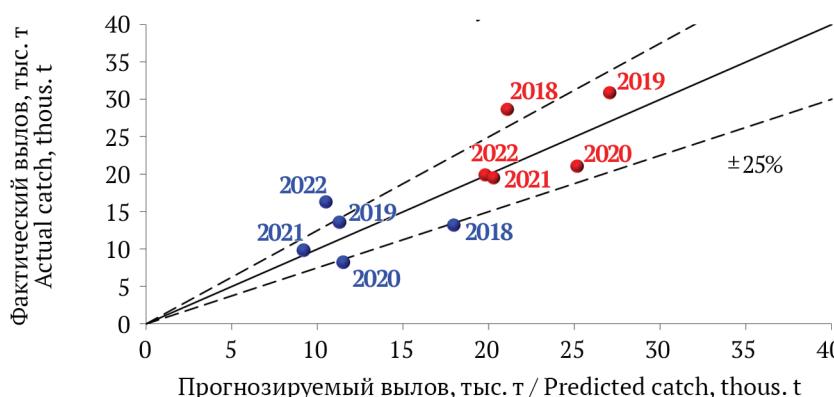


Рис. 5. Соотношение прогнозируемого и фактического вылова нерки Восточной (синие маркеры) и Западной (красные маркеры) Камчатки в 2018–2022 гг.: сплошная линия соответствует 100%-му соотношению прогноз/факт; пунктирные линии показывают верхний и нижний уровни допустимой ошибки прогноза ($\pm 25\%$)

Fig. 5. Ratio between predicted and actual sockeye salmon catches of East (blue markers) and West (red markers) Kamchatka in 2018–2022: solid line corresponds to 100% forecast/actual ratio; dashed lines show the upper and lower levels of acceptable forecast error ($\pm 25\%$)

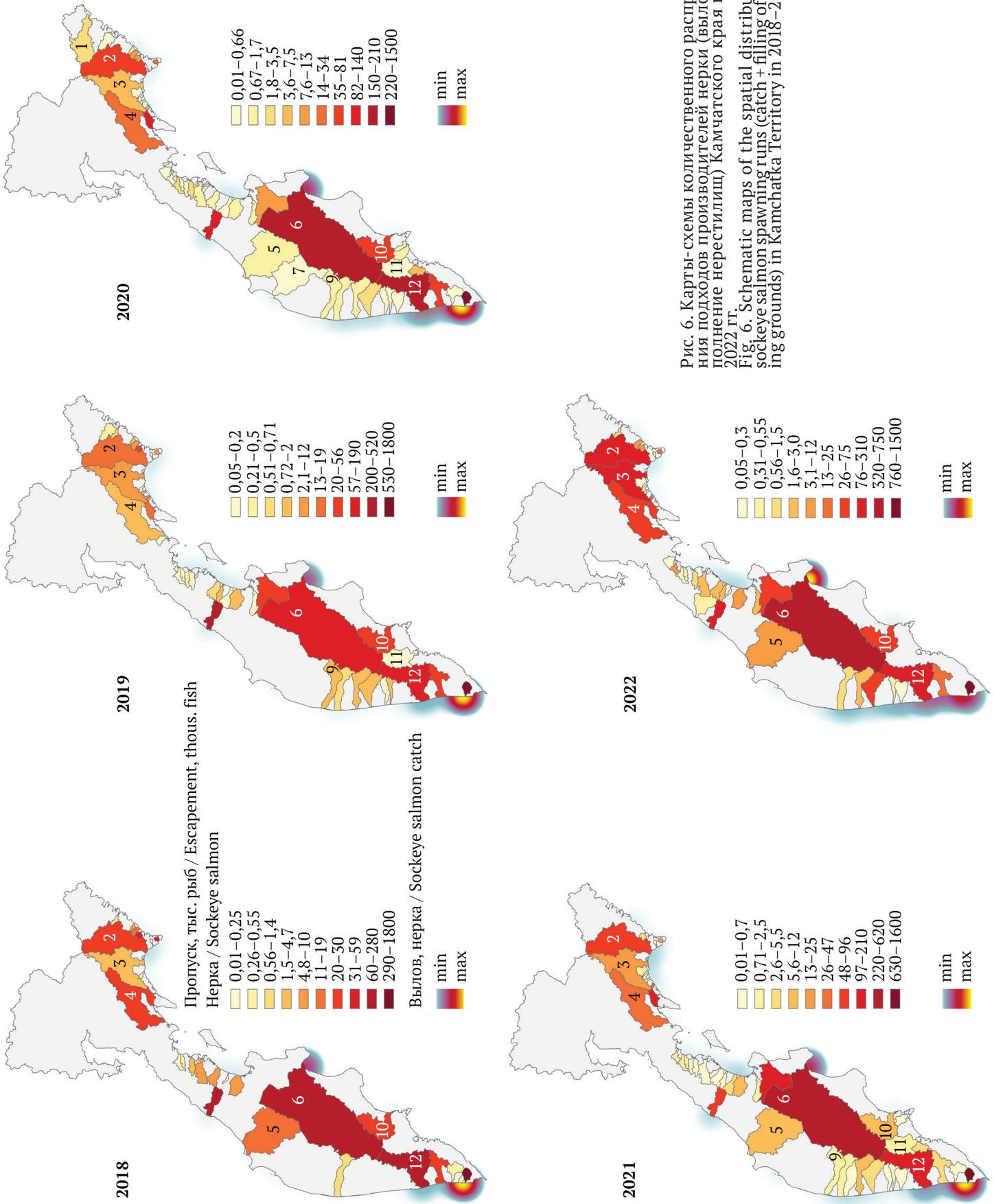


Рис. 6. Карты-схемы количественного распределения подходов производителей нерки (вылов + заполнение нерестилищ) Камчатского края в 2018–2022 гг.
Fig. 6. Schematic maps of the spatial distribution of sockeye salmon spawning runs (catch + filling of spawning grounds) in Kamchatka Territory in 2018–2022

Как уже отмечено выше, основным критерием оценки уровня нерестовых запасов тихоокеанских лососей являются данные о многолетнем заполнении нерестилищ производителями относительно целевых ориентиров пропуска. В отношении нерки подобная информация приводится для двух крупнейших камчатских стад — рек Камчатка и Озерная (рис. 7). Уточним, что графики построены на основе использования целевых ориентиров. Расчеты основных ориентиров выполнены М.Г. Фельдманом с соавторами (2016, 2019). Кроме того, приводятся показатели оптимального пропуска, предложенные В.А. Дубыниным (2012) и А.В. Бугаевым с соавторами (2022).

В целом, исходя из имеющихся данных, среднемноголетнее заполнение нерестилищ нерки обоих стад в 2018–2022 гг. составило: р. Камчатка — 465 тыс. экз. (222–878 тыс. экз.), р. Озерная — 1837 тыс. экз. (1500–2016 тыс. экз.). Отметим, что в бассейне р. Камчатки динамика нерестового запаса нерки заметно сильнее подвержена межгодовой изменчивости. У нерки р. Озерной пропуск более стабилен, так как компактная популяционная структура запаса позволяет более эффективно регулировать промысел данного стада.

Анализ величин нерестовой численности относительно целевых ориентиров пропуска показал, что в течение 2018–2020 гг. в бассейне р. Камчатки заполнение нерестилищ нерки находилось на уровне промежуточного ориентира пропуска S_{BUF} (187 тыс. экз.). В 2021 г. пропуск превысил целевой оптимальный ориентир S_{MSY_1} (460 тыс. экз.) и достиг величины ориентира пропуска S_{MSY_2} (650 тыс. экз.). Последний целевой ориентир был определен в качестве промежуточного между оптимальным и расширенным уровнем пропуска (Бугаев и др., 2022). В 2022 г. нерестовый запас нерки р. Камчатки достиг максимального ориентира пропуска, характерного для повышенного воспроизводства рассматриваемой единицы запаса — S_{MAX} (850 тыс. экз.). Следует уточнить, что отмеченный тренд увеличения численности нерестовых запасов вида в значительной степени связан с размывом устья р. Камчатки в 2021 г. Это обстоятельство привело к снижению промысловой нагрузки на данное стадо в Камчатском заливе, что обеспечило повышенный заход производителей в реку (Бугаев и др., 2022).

В бассейне р. Озерной уровень нерестовых запасов нерки в основном был близок к верхней границе оптимума S_{MSY_2} (1900 тыс. экз.). При

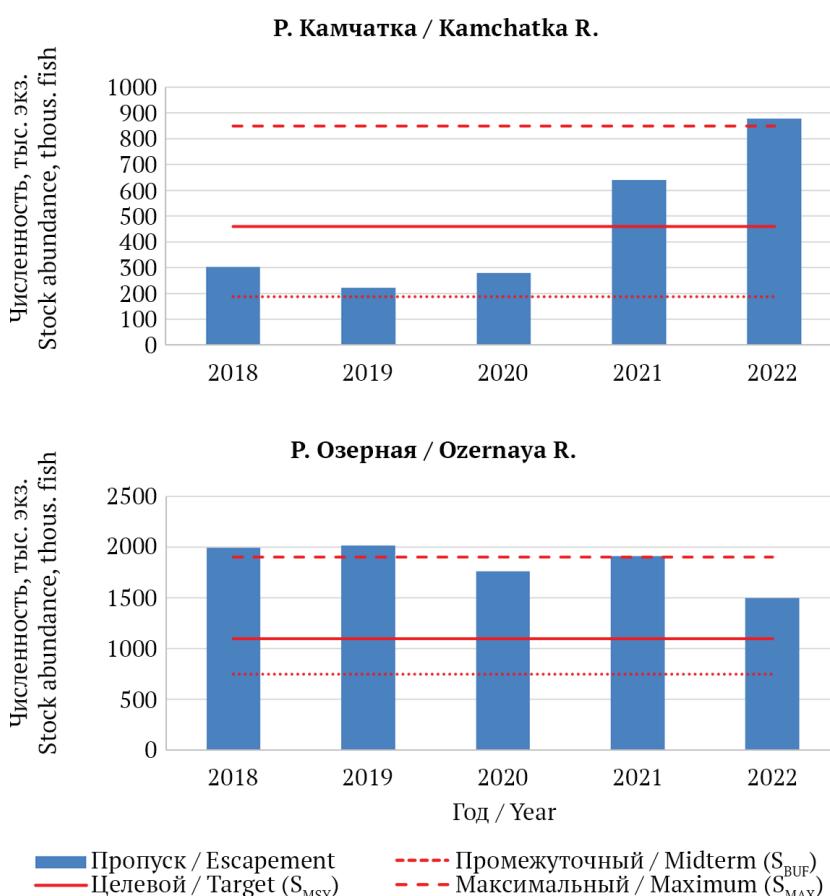


Рис. 7. Динамика численности основных нерестовых запасов нерки Камчатского края относительно целевых ориентиров пропуска производителей на нерестилища по данным 2018–2022 гг.
Fig. 7. Dynamics of stock abundance of the major sockeye salmon spawning stocks in Kamchatka Territory in relation to the target escapements to spawning grounds according to 2018–2022 data

этом стандартный многолетний ориентир пропуска S_{MSY_1} (1500 тыс. экз.), обозначенный в рамках мониторинга данного стада как основной (Дубынин, 2012), достигался в течение всего периода наблюдений. Поэтому можно сказать, что в течение всего периода путин 2018–2022 гг. пропуск нерки р. Озерной был на оптимальном уровне. Причем эта ситуация наблюдается на фоне падения общего уровня подходов стада в 2020–2022 гг., то есть необходимая величина пропуска была обеспечена именно регулированием промысла. Возможные причины современного снижения численности нерки р. Озерной были изложены ранее.

Кижуч

По уровню запасов вид занимает четвертое место в пределах Камчатского края. При этом на Дальнем Востоке России камчатский кижуч уверенно лидирует по численности. Основными региональными единицами запасов вида являются локальное стадо р. Камчатки (Восточная Камчатка) и комплекс стад Западной Камчатки (Зорбиди, 2010). Однако в практике прогнозирования всего восточнокамчатского кижуча объединяют в единую группировку стад. Таким образом, формируются два макрокомплекса стад — Восточной и Западной Камчатки, которые и определены как главные региональные единицы промысловых запасов вида.

Восточная Камчатка. Данный регион включает два промысловых района — Петропавловско-Командорскую (Восточная и Юго-Восточная Камчатка) и Карагинскую (Северо-Восточная Камчатка) подзоны. Основное региональное воспроизводство и промысел кижуча сосредоточены на востоке и юго-востоке Камчатки. Крупнейшим по численности запасов вида является стадо р. Камчатки. Данный запас преимущественно (60–70%) осваивается морскими ставными неводами в Камчатском заливе. Однако в конце путины основной промысел вида ведется на РЛУ в бассейне р. Камчатки. Кижуч данной единицы запаса составляет порядка 70–80% от общей добычи (вылова) вида на восточном побережье Камчатки. Основной анадромный ход вида в регионе начинается с середины июля и продолжается до конца октября, но отдельные особи (поздняя раса) могут заходить на нерест и в ноябре–декабре (Зорбиди, 2010). Кроме того, есть информация и о встречаемости кижуча в бассейне р. Камчатки в январе (Шевляков и др., 2015). Правда, численность поздней расы вида повсеместно не-

велика. Наиболее высокие уловы восточнокамчатского кижуча наблюдаются в течение августа. Дополнительно отметим, что вид является одним из самых востребованных объектов любительского рыболовства в пределах Камчатского края.

По данным 2018–2022 гг. среднемноголетние показатели подходов и вылова кижуча Восточной Камчатки составили около 0,99 млн экз. (0,72–1,26 млн экз.) и 1,81 тыс. т (1,16–2,64 тыс. т) соответственно (рис. 8). Начиная с 2019 г., прогнозы подходов и вылова вида были выше фактических показателей. Однако в случае с подходами отклонения от прогнозных величин были минимальными. По вылову большая часть фактических показателей была ниже прогноза с превышением уровня стандартной ошибки метода ($\pm 25\%$).

Динамика нарастающих и суточных уловов кижуча Восточной Камчатки, как правило, мало подвержена межгодовой изменчивости. Традиционно активизация промысла вида начинается в первой декаде августа, а ближе ко второй декаде сентября лов кижуча уже заканчивается (рис. 9). В этот период среднепентадные нарастающие уловы вида по данным 2018–2022 гг. составляли около 170 т, а среднесуточные — приблизительно 30 т. Минимальные уловы кижуча были зафиксированы в 2020 и 2022 гг., а максимальные — в 2018 и 2019 гг.

Западная Камчатка. В данном регионе, включающем Камчатско-Курильскую и Западно-Камчатскую подзоны, воспроизводится наиболее многочисленная на Дальнем Востоке России группировка стад кижуча (Зорбиди, 2010). Вид здесь распространен практически во всех промыслово-значимых водных объектах. Как правило, запасы кижуча в большинстве нерестовых водоемов относительно невысоки. Исключением можно считать бассейн р. Большой, где воспроизводится наиболее многочисленное локальное стадо вида на западном побережье Камчатки. Ежегодное промысловое изъятие большерецкого кижуча составляет порядка 20% от региональной добычи вида. Вид не образует высокочисленных преднерестовых скоплений в прибрежной зоне. В связи с этим большая часть западнокамчатского кижуча осваивается промыслом на речных РЛУ — до 60%. Активный анадромный ход вида в регионе начинается с конца июля и продолжается до конца октября. Наиболее высокие уловы наблюдаются со второй декады августа до второй декады сентября.

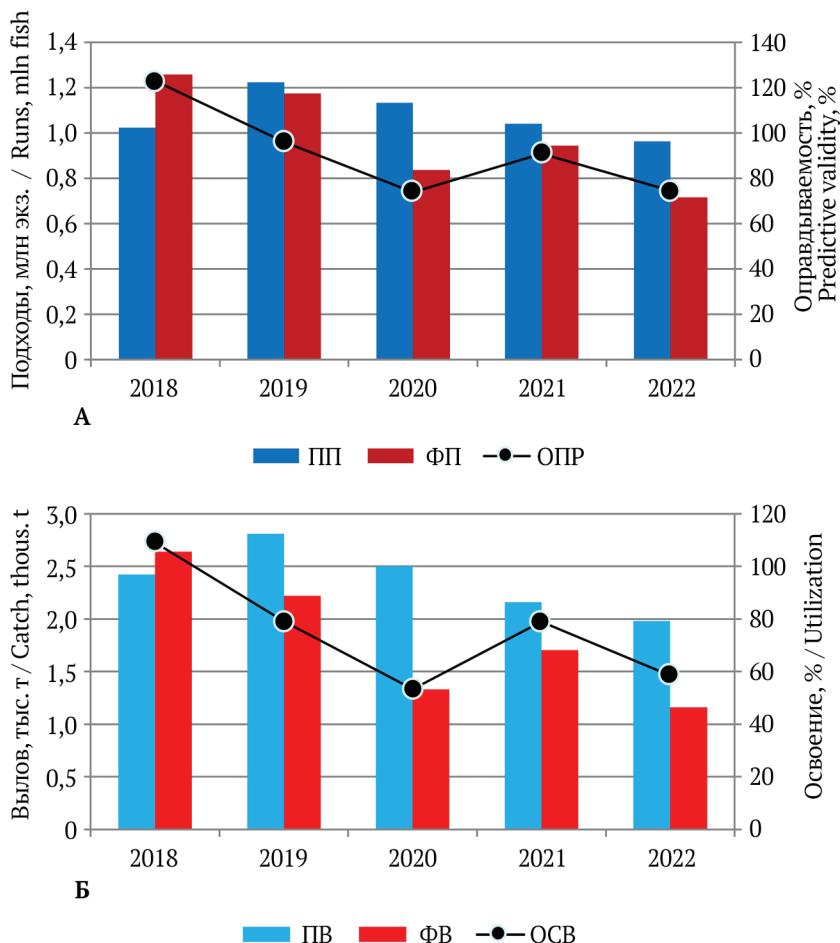


Рис. 8. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) кижуча Восточной Камчатки (Карагинская и Петропавловско-Командорская подзоны) по данным 2018–2022 гг.: ПП – прогнозируемый подход, ФП – фактический подход, ПВ – прогнозируемый вылов, ФВ – фактический вылов
Fig. 8. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of coho salmon on East Kamchatka (in Karaginskaya and Petropavlovsk-Komandorskaya subzones) based on the data for 2018–2022: ПП – predicted run, ФП – actual run, ПВ – predicted catch, ФВ – actual catch

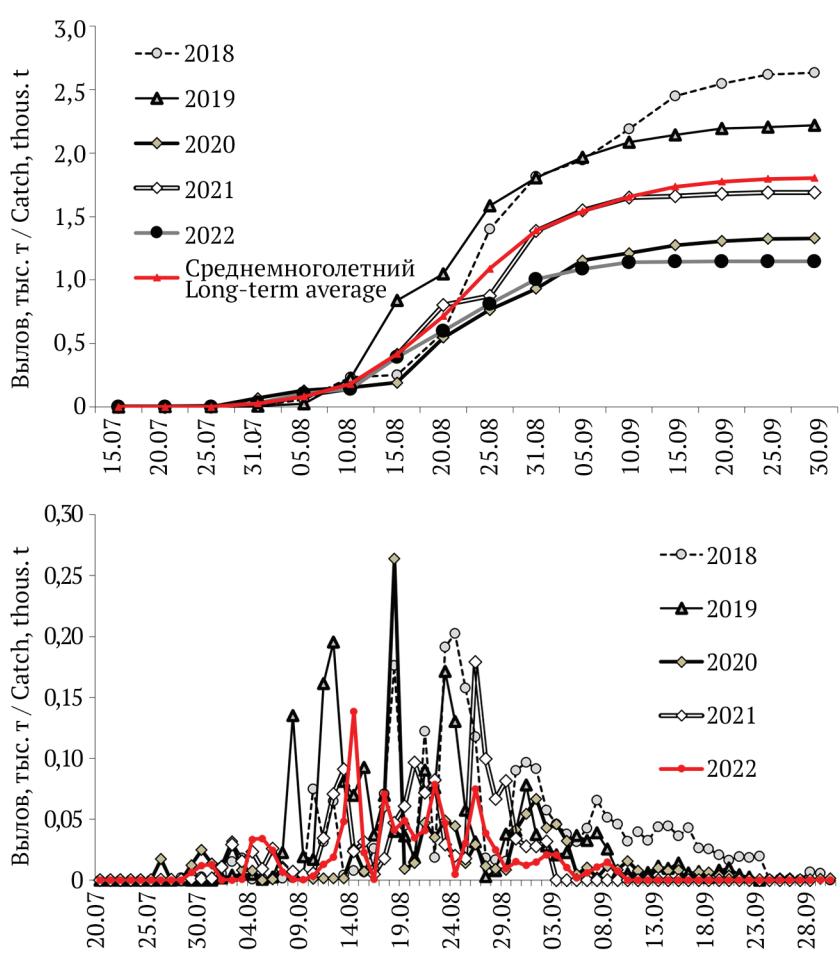


Рис. 9. Динамика нарастающих (верхний график) и суточных (нижний график) уловов кижуча Восточной Камчатки (Карагинская и Петропавловско-Командорская подзоны) по данным 2018–2022 гг.
Fig. 9. Dynamics of increasing (upper) and daily (lower) catches of coho salmon on East Kamchatka (in Karaginskaya and Petropavlovsk-Komandorskaya subzones) based on the data for 2018–2022

Анализ динамики фактических подходов и вылова кижуча Западной Камчатки в 2018–2022 гг. показал, что в среднем данные показатели составили около 2,38 млн экз. (2,06–2,68 млн экз.) и 6,38 тыс. т (5,21–7,11 тыс. т) соответственно (рис. 10). В большинстве случаев прогнозы подходов и вылова были выше, чем соответствующие фактические величины. Исключением был лишь 2021 г., когда ожидаемые возвраты кижучу Западной Камчатки не оправдались. В остальные годы фактические возвраты и вылов были выше прогнозируемых показателей. Особенно это заметно в отношении освоения ПВ, когда большая часть фактических уловов превысила уровень стандартной 25%-й ошибки метода прогнозирования.

Динамика нарастающих и суточных уловов кижучи Западной Камчатки подвержена неизменчивости (рис. 11). Как правило, отличаются только уровни уловов в зависимости от общей численности подходов производителей. Активный промысел кижучи в регионе начинается с середины августа. К середине сентября основные объемы ПВ уже изымаются промыслом. В этот период

среднепентадные нарастающие уловы вида по данным 2018–2022 гг. составляли порядка 800 т, а среднесуточные — приблизительно 160 т. Ниже среднемноголетнего уровня нарастающие и суточные уловы были зафиксированы в 2018 и 2021 гг., а максимальные — в 2019, 2020 и 2022 гг.

В целом соотношение прогнозируемого и фактического вылова кижучи Восточной и Западной Камчатки в течение 2018–2022 гг. в большинстве случаев выходило за границы $\pm 25\%$ -й стандартной методической ошибки прогноза (рис. 12). Причем на восточном побережье значительная часть фактических уловов была ниже прогнозных ожиданий, а на западном побережье, наоборот, выше. В принципе, это свидетельствует о необходимости совершенствования методов прогнозирования данного вида. Особенно это касается Восточной Камчатки, где внутривидовая структура запаса заметно отличается по численности и условиям воспроизводства/нагула.

Нерестовый запас. Данные о пространственном распределении численности подходов кижучи Камчатского края в 2018–2022 гг.

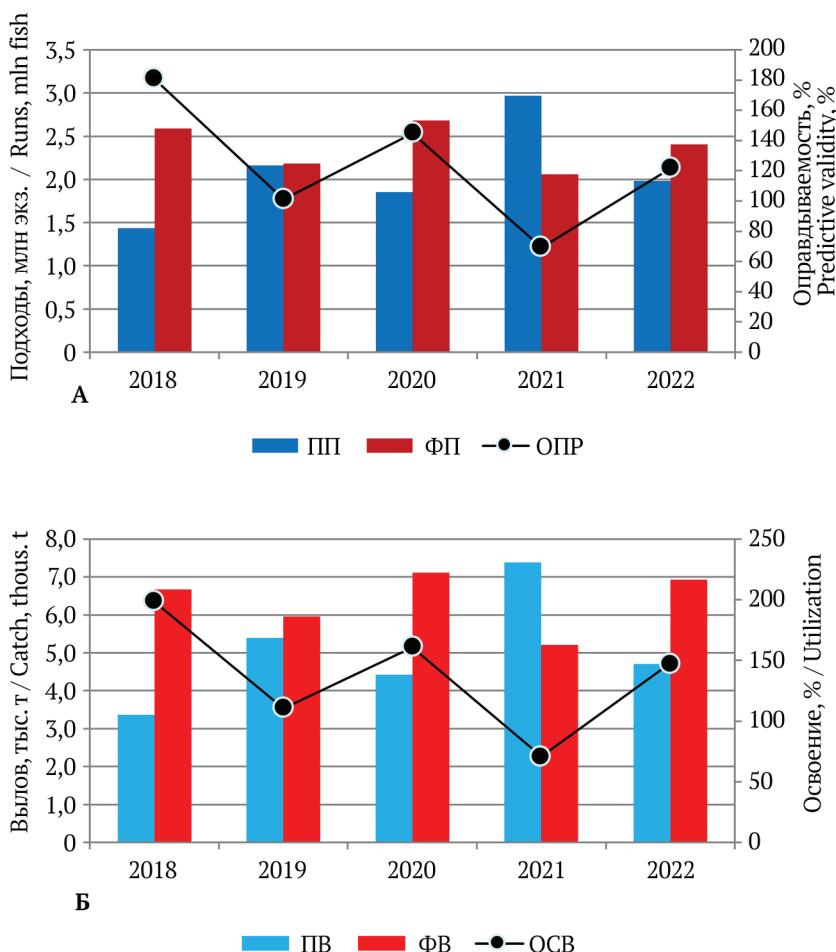


Рис. 10. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) кижучи Западной Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) по данным 2018–2022 гг.: ПП — прогнозируемый подход, ФП — фактический подход, ПВ — прогнозируемый вылов, ФВ — фактический вылов

Fig. 10. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of coho salmon on West Kamchatka (in Kamchatka-Kuril and West Kamchatka subzones) based on the data for 2018–2022: ПП — predicted run, ФП — actual run, ПВ — predicted catch, ФВ — actual catch

представлены на рисунке 13. Из имеющихся карт-схем видно, что формирование структуры уловов и нереста полностью согласуется с двумя наиболее многочисленными промысловыми единицами запасов вида. Максимальные уловы наблюдаются у западного побережья Камчатки в зоне от устья р. Большой до устья р. Воровской. На восточном побережье Камчатки уровень добычи (вылова) наиболее высок в Камчатском заливе, где добывают кижуча р. Камчатки. Плотность распределения нере-

стового запаса вида также обусловлена географией расположения указанных водных объектов. Подобная пространственная структура вылова/пропуска производителей кижуча в пределах Камчатского края сохраняется на многолетнем уровне.

По данным 2018–2022 гг. среднемноголетнее заполнение нерестилищ кижуча Камчатского края на региональном уровне выглядело следующим образом: Восточная Камчатка – 241 тыс. экз. (188–300 тыс. экз.), Западная Кам-

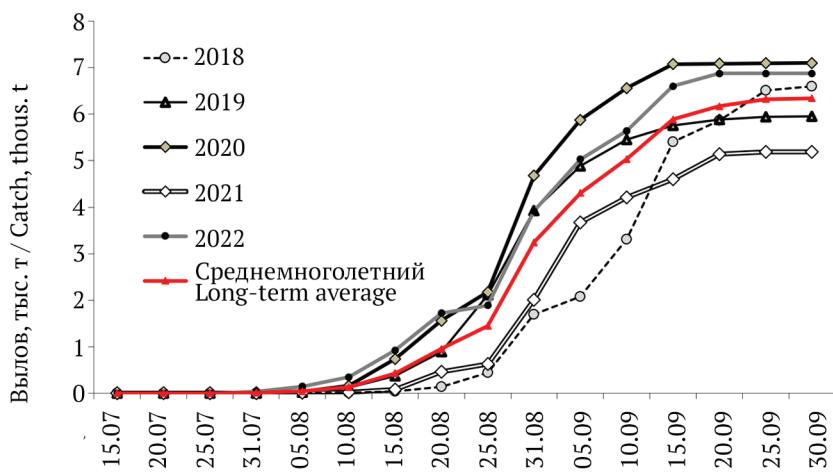


Рис. 11. Динамика нарастающих (верхний график) и суточных (нижний график) уловов кижуча Западной Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) по данным 2018–2022 гг.
Fig. 11. Dynamics of increasing (upper) and daily (lower) catches of coho salmon on West Kamchatka (in Kamchatka-Kuril and West Kamchatka subzones) based on the data for 2018–2022

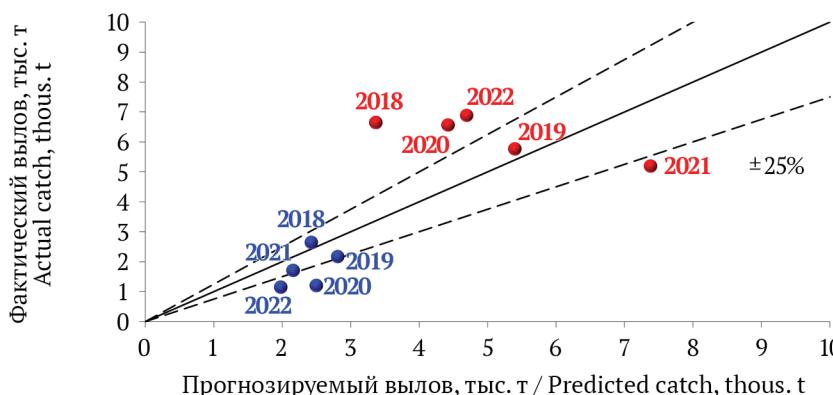
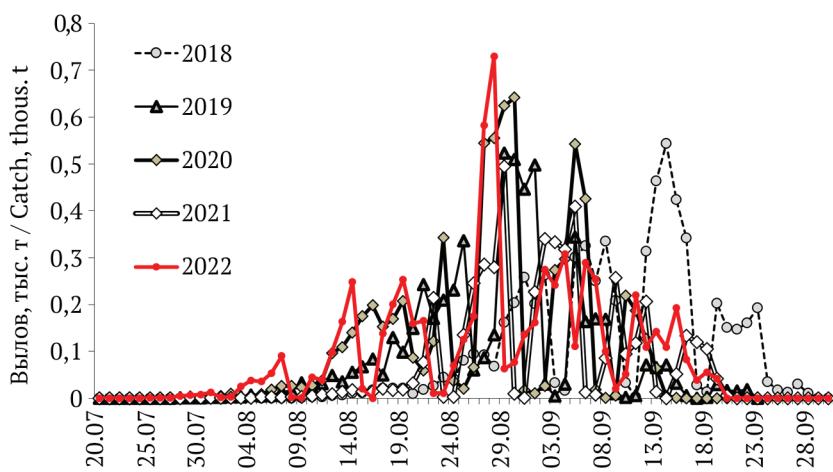


Рис. 12. Соотношение прогнозируемого и фактического вылова кижуча Восточной (синие маркеры) и Западной (красные маркеры) Камчатки в 2018–2022 гг.: сплошная линия соответствует 100%-му соотношению прогноз/факт; пунктирные линии показывают верхний и нижний уровни допустимой ошибки прогноза (± 25%).
Fig. 12. Ratio between predicted and actual coho salmon catches on East (blue markers) and West (red markers) Kamchatka in 2018–2022: solid line corresponds to 100% forecast/actual ratio; dashed lines show the upper and lower levels of acceptable forecast error (± 25%)

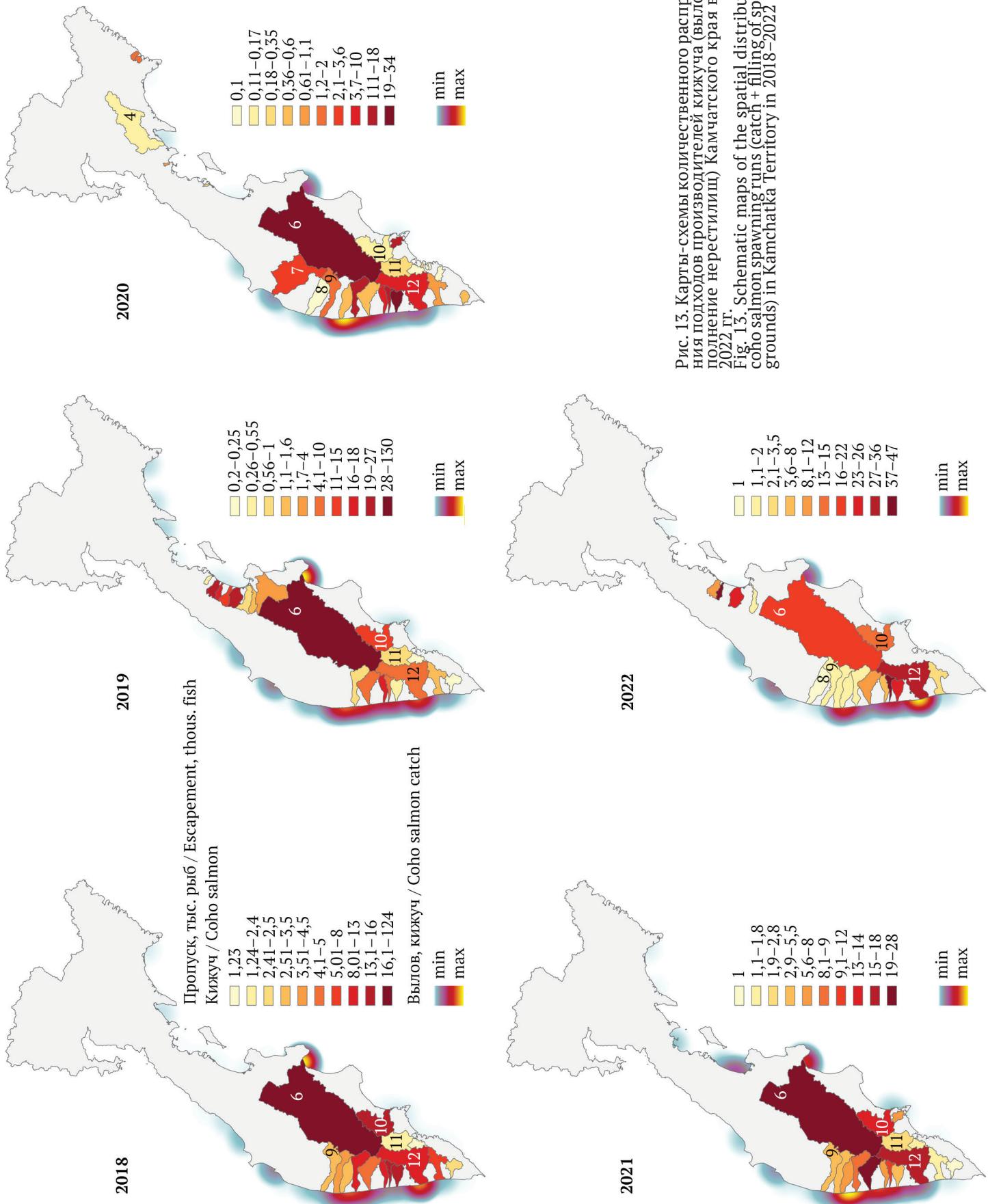


Рис. 13. Карты-схемы количественного распределения подходов производителей кижуч (вылов + заполнение нерестилищ) Камчатского края в 2018–2022 гг.
Fig. 13. Schematic maps of the spatial distribution of coho salmon spawning runs (catch + filling of spawning grounds) in Kamchatka Territory in 2018–2022

чатка — 140 тыс. экз. (108–151 тыс. экз.) (рис. 14). При этом в течение всего периода наблюдений пропуск восточнокамчатского кижучка превышал оптимальный ориентир S_{MSY} (139 тыс. экз.), а в 2020 г. даже достиг максимального уровня S_{MAX} (294 тыс. экз.). У западнокамчатского кижучка показатель пропуска на нерест достаточнно стабильно находился около промежуточного ориентира S_{BUF} (144 тыс. экз.). В значительной степени пониженный пропуск данной единицы запаса обусловлен недоучетом нерестовой численности производителей вида. Это связано с более продолжительными сроками анадромного хода кижучка на западном побережье Камчатки, что не позволяет учитывать весь его нерестовый запас. Тем не менее представленные выше показатели нерестовой численности кижучка Камчатского края вполне отвечают требованиям развития стабильного рыболовства и эффективного воспроизводства обоих региональных комплексов стад.

Чавыча

Из всех рассматриваемых видов тихоокеанских лососей чавыча является наиболее малочисленной. На Дальнем Востоке России воспроизводство вида практически на 100% сосредоточено в пределах Камчатского края (Зикунова,

2022). Основными региональными единицами запасов чавычи являются локальное стадо р. Камчатки (Восточная Камчатка), а также группировки стада Северо-Восточной и Западной Камчатки. В бассейне р. Камчатки воспроизводится крупнейшее стадо азиатской чавычи, которое обеспечивает порядка 70% от общей добычи вида в Камчатском крае. Промысел чавычи осуществляется совместно с добычей (выловом) ранней формы нерки. Оба вида первыми заходят в нерестовые реки уже в конце мая. Анадромный ход чавычи заканчивается в середине июля. Однако имеется информация о поздних формах вида, которые нерестятся в августе (Бугаев и др., 2007). В частности, подобные особи отмечаются в бассейне р. Камчатки. Однако из-за их крайне низкой численности достоверные данные об их биологии и экологии нереста практически отсутствуют. Добыча (вылов) чавычи практикуется как с использованием ставных морских неводов, так и с помощью жаберных сетей в бассейнах рек.

Восточная Камчатка. Основной промысел восточнокамчатской чавычи сосредоточен в Петропавловско-Командорской подзоне — на морских РЛУ в Камчатском заливе и на речных РЛУ в бассейне р. Камчатки. Здесь добывают

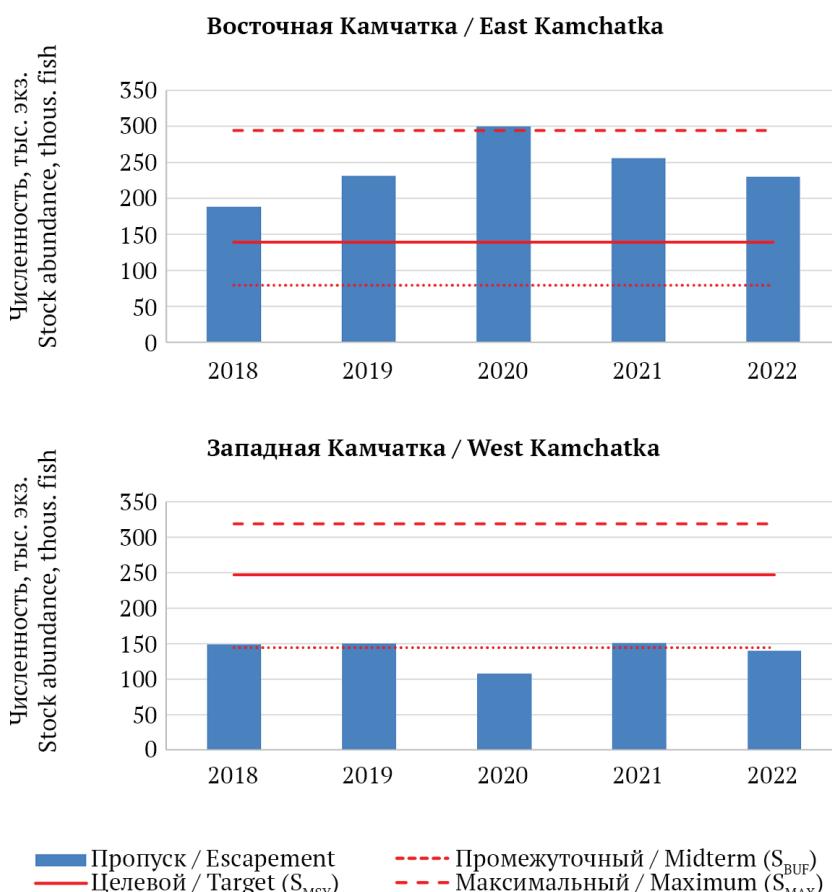


Рис. 14. Динамика численности основных нерестовых запасов кижучка Камчатского края относительно целевых ориентиров пропуска производителей на нерестилища по данным 2018–2022 гг.
Fig. 14. Dynamics of stock abundance of the major coho salmon spawning stocks in Kamchatka Territory in relation to the target escapements to spawning grounds according to 2018–2022 data

порядка 90% от изъятия вида на восточном побережье Камчатки (Бугаев и др., 2007; Зикунова, 2022). Следующие по региональной промысловой значимости локальные стада чавычи воспроизводятся в реках Северо-Восточной Камчатки (Карагинская подзона). В первую очередь, речь идет о стадах рек Вывенка (залив Корфа), а также Апуга и Пахача (Олюторский залив). Анадромный ход вида на Восточной Камчатке в основном проходит с середины мая до конца июля. Наиболее активные нерестовые миграции приходятся на период со второй декады июня по первую декаду июля. При этом порядка 70% чавычи в регионе добывают на морских РЛУ.

В течение 2018–2022 гг. наиболее значимый промысел вида в пределах Камчатского края был ориентирован на освоение только запаса чавычи р. Камчатки. В этот период вылов производителей данного стада ежегодно в среднем составлял около 80% от общего изъятия вида в крае. Поэтому логично приводить сравнительный анализ прогнозируемых и фактических величин подходов/вылова только в отношении указанной единицы запаса.

Таким образом, среднемноголетние фактические показатели подхода и вылова чавычи р. Камчатки в 2018–2022 гг. составили около 0,12 млн экз. (0,09–0,14 млн экз.) и 0,30 тыс. т (0,26–0,41 тыс. т) соответственно (рис. 15). Следует отметить, что в большинстве случаев прогнозы подходов и вылова вида были выше, чем соответствующие фактические величины. Исключением был лишь 2021 г., когда ожидаемые возвраты и вылов чавычи р. Камчатки превысили прогнозные ожидания.

Динамика ежегодных нарастающих и суточных уловов чавычи р. Камчатки в 2018–2022 гг. практически согласуется со среднемноголетними значениями (рис. 16). Несколько более высокими были уловы лишь в 2022 г., когда фактическая численность подходов была максимальной за рассматриваемый период. Активизацию нарастающих уловов стабильно отмечали с первой декады июня до второй декады июля. В этот период среднемноголетние пентадные уловы достигали около 20–25 т. Максимальные суточные уловы приходились на вторую–третью декады июня. В среднем за сутки вылавливали около 5–15 т чавычи с пиками вы-

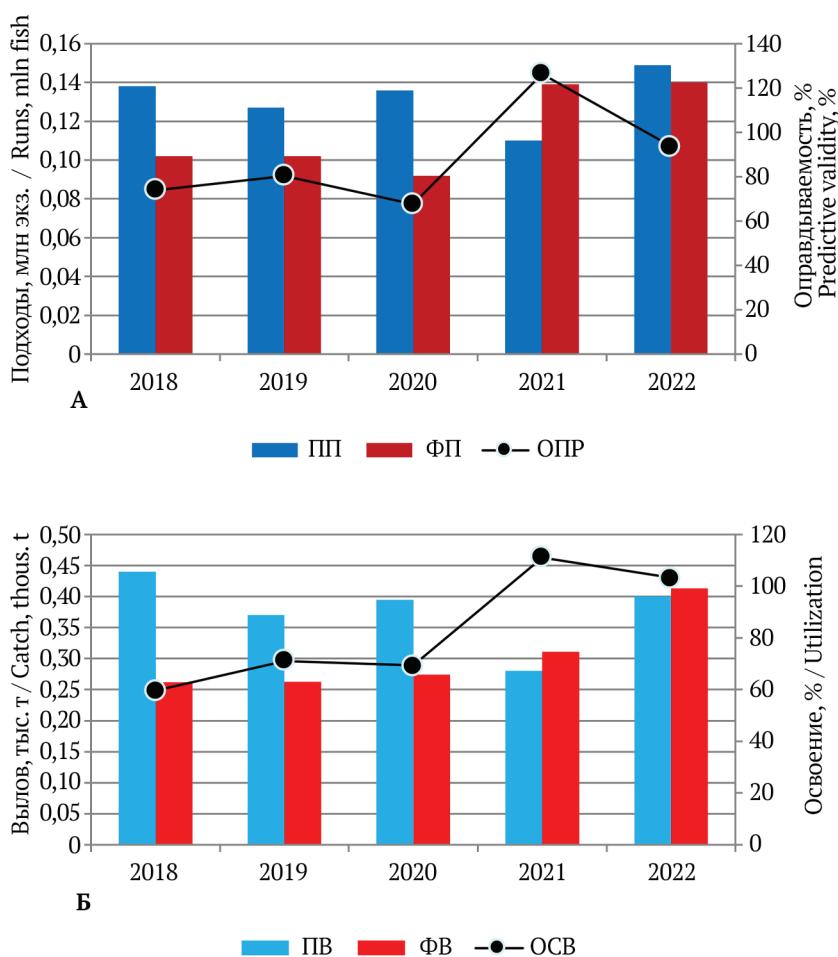


Рис. 15. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) чавычи р. Камчатки (Петровавловско-Командорская подзона) по данным 2018–2022 гг.: ПП – прогнозируемый подход, ФП – фактический подход, ПВ – прогнозируемый вылов, ФВ – фактический вылов

Fig. 15. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of chinook salmon in the Kamchatka R. (Petropavlovsk-Komandorskaya subzone) based on the data for 2018–2022: ПП – predicted run, ФП – actual run, ПВ – predicted catch, ФВ – actual catch

лова до 20–30 т. Во второй половине июля промысел чавычи р. Камчатки заканчивается.

Западная Камчатка. В данном регионе (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны), начиная с 2010 г., запрещено промышленное и традиционное рыболовство чавычи. Освоение вида разрешено только в режиме любительского рыболовства с использованием удебных орудий лова. Ежегодный объем ПВ чавычи в 2018–2022 гг. варьировал на уровне 40–60 т. Добыча (вылов) вида осуществляется на РЛУ в бассейнах рек, где сосредоточены основные региональные запасы вида (рр. Большая, Кихчик, Пымта, Колпакова, Во-

ровская и др.) (Зикунова, 2022). Наиболее значимым водным объектом на западном побережье Камчатки для любительского рыболовства чавычи является р. Большая. Здесь добывается порядка 60–70% от регионального вылова вида.

В целом соотношение прогнозируемого и фактического вылова чавычи Камчатского края в течение 2018–2022 гг. достаточно сильно отличается по регионам (рис. 17). На восточном побережье Камчатки, где осуществляется промышленное и традиционное рыболовство вида, в 2018–2020 гг. фактические показатели вылова были ниже границы $\pm 25\%$ -й стандартной методической ошибки прогноза. В 2021 и 2022 гг.

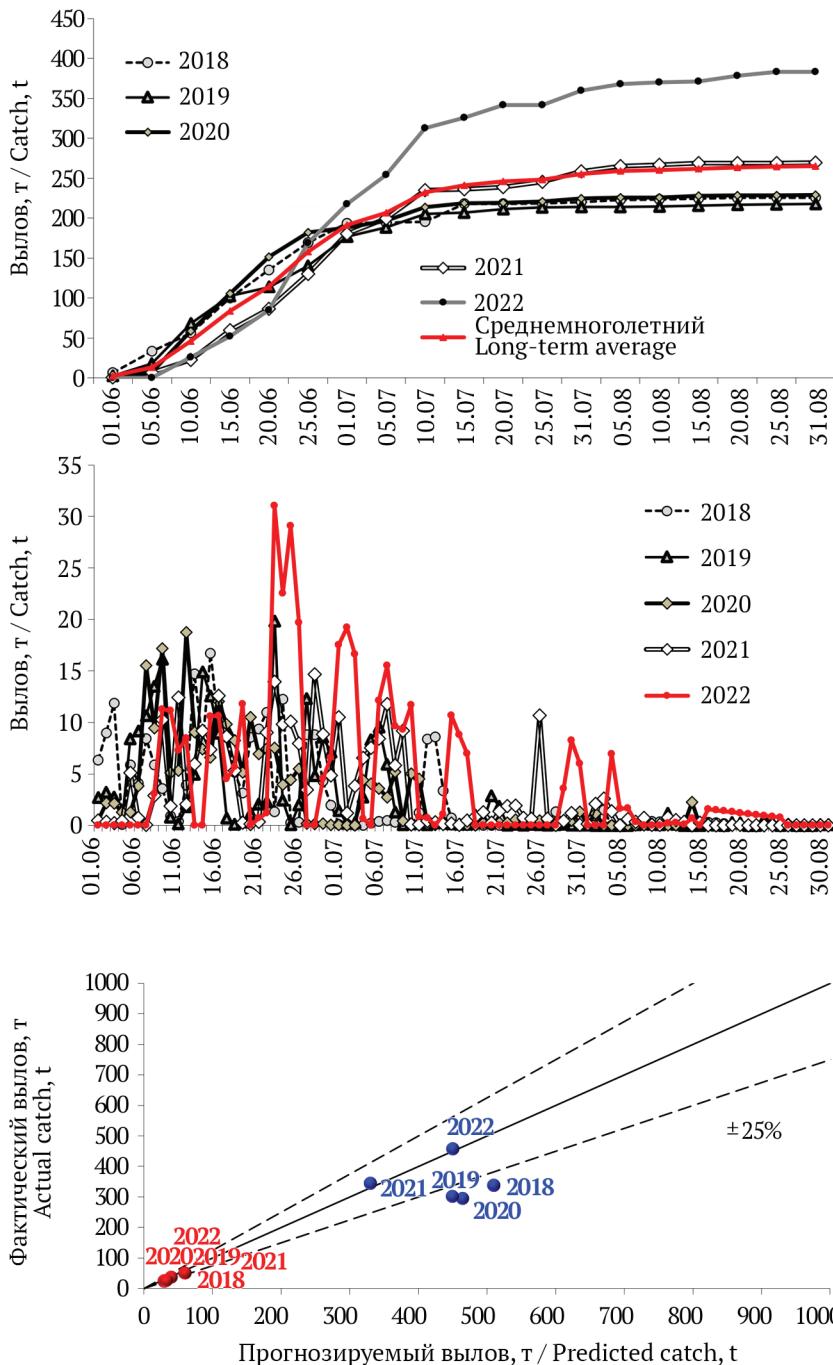


Рис. 16. Динамика нарастающих (верхний график) и суточных (нижний график) уловов чавычи р. Камчатки (Петропавловско-Командорская подзона) по данным 2018–2022 гг.

Fig. 16. Dynamics of increasing (upper) and daily (lower) catches of chinook salmon in the Kamchatka R. (Petropavlovsk-Komandorskaya subzone) based on the data for 2018–2022

Рис. 17. Соотношение прогнозируемого и фактического вылова чавычи Восточной (синие маркеры) и Западной (красные маркеры) Камчатки в 2018–2022 гг.: сплошная линия соответствует 100%-му соотношению прогноз/факт; пунктирные линии показывают верхний и нижний уровни допустимой ошибки прогноза ($\pm 25\%$)

Fig. 17. Ratio between predicted and actual chinook salmon catches on East (blue markers) and West (red markers) Kamchatka in 2018–2022: solid line corresponds to 100% forecast/actual ratio; dashed lines show the upper and lower levels of acceptable forecast error ($\pm 25\%$)

прогнозы здесь полностью оправдались. На западном побережье Камчатки прогнозы в рассматриваемый период также полностью оправдались. Последнее в первую очередь связано с ограничением объемов ПВ чавычи, которые выделяются только в целях осуществления любительского рыболовства.

Наиболее значимой причиной низкой оправдываемости прогнозов возвратов/вылова чавычи Восточной Камчатки в 2018–2022 гг. является недостаток информации о состоянии нерестовых запасов вида в бассейне р. Камчатки и группировки рек северо-восточного побережья. Данная ситуация напрямую связана с проблематичностью оценки заполнения нерестилищ чавычи в пределах Камчатского края. Во-первых, учет нерестовой численности камчатских стад вида возможен только путем проведения аэровизуального обследования нерестилищ. Это крайне дорогостоящее мероприятие, ориентированное только на массовые виды тихоокеанских лососей (горбуша, кета, нерка). Во-вторых, чавыча относится к видам тихоокеанских лососей с наиболее ранними сроками захода в реки и, соответственно, нереста (июль). Поэтому ее практически не удается зафиксировать на нерестилищах во время учетных работ по массовым видам (август). Зачастую оценка производится лишь по остаточному принципу, то есть по количеству нерестовых бугров. Данный способ неточный, так как далеко не все места нереста сохраняются в том же состоянии, как непосредственно во время нереста. Все это не позволяет получить достаточно адекватную оценку нерестовой численности чавычи.

В результате при прогнозировании подходов/вылова чавычи зачастую используются модельные или экспертные методы оценки ее нерестовой численности. Учитывая относи-

тельно незначительную численность вида, подобные оценки изначально содержат большую ошибку получаемых количественных показателей нерестовых запасов. Разумеется, все это не может не отражаться на качестве прогнозирования численности чавычи Камчатского края. Поэтому для повышения качества прогнозирования динамики запасов вида на первом этапе необходимо наладить учет производителей на нерестилищах. На втором этапе — произвести верификацию математических методов прогнозирования.

Нерестовый запас. Непосредственно в бассейне р. Камчатки по данным 2018–2022 гг. среднемноголетнее заполнение нерестилищ чавычи составило около 46 тыс. экз. (31–65 тыс. экз.) (рис. 18). При этом в течение всего периода наблюдений пропуск производителей данного стада варьировал на уровне промежуточного ориентира S_{BUF} (45 тыс. экз.). Необходимо подчеркнуть, что имеющиеся оценки нерестовых запасов вида в значительной мере являются недостаточно полными, так как базируются на данных модельных расчетов, рассчитанных на основе интенсивности лова на речных РЛУ (Зикунова, 2022). Тем не менее можно сказать, что воспроизводству и стабильному промыслу чавычи р. Камчатки в настоящее время ничего не угрожает. Однако по мере возможности необходимо осуществлять регулирование промысла с поэтапной корректировкой проходных дней/периодов для обеспечения пропуска производителей на нерест на уровне оптимального ориентира S_{MSY} .

Данные о пространственном распределении численности подходов чавычи Камчатского края в 2019–2022 гг. представлены на рисунке 19. Отметим, что более-менее показательные данные о заполнении нерестилищ вида в 2018 г. отсутствуют. Тем не менее из показанных карт-

Р. Камчатка / Kamchatka R.



Рис. 18. Динамика численности основных нерестовых запасов чавычи Камчатского края относительно целевых ориентиров пропуска производителей на нерестилища по данным 2018–2022 гг.

Fig. 18. Dynamics of stock abundance of the major chinook salmon spawning stocks in Kamchatka Territory in relation to the target escapements to spawning grounds according to 2018–2022 data

схем видно, что формирование структуры уловов и нереста полностью согласуется с географическим положением основных рек воспроизводства вида. Максимальные уловы и заполнение нерестилищ чавычи на восточном побережье Камчатки наблюдаются в районе р. Камчатки (Камчатский залив) и рек Апуга и Пахача (Олюторский залив). На западном побережье

Камчатки наиболее заметный нерестовый запас формируется в кластере рек Большая – Ича.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По отдельным видам тихоокеанских лососей (нерка, кижуч, чавыча) проведенный анализ итогов путин 2018–2022 гг. показал следующие результаты.

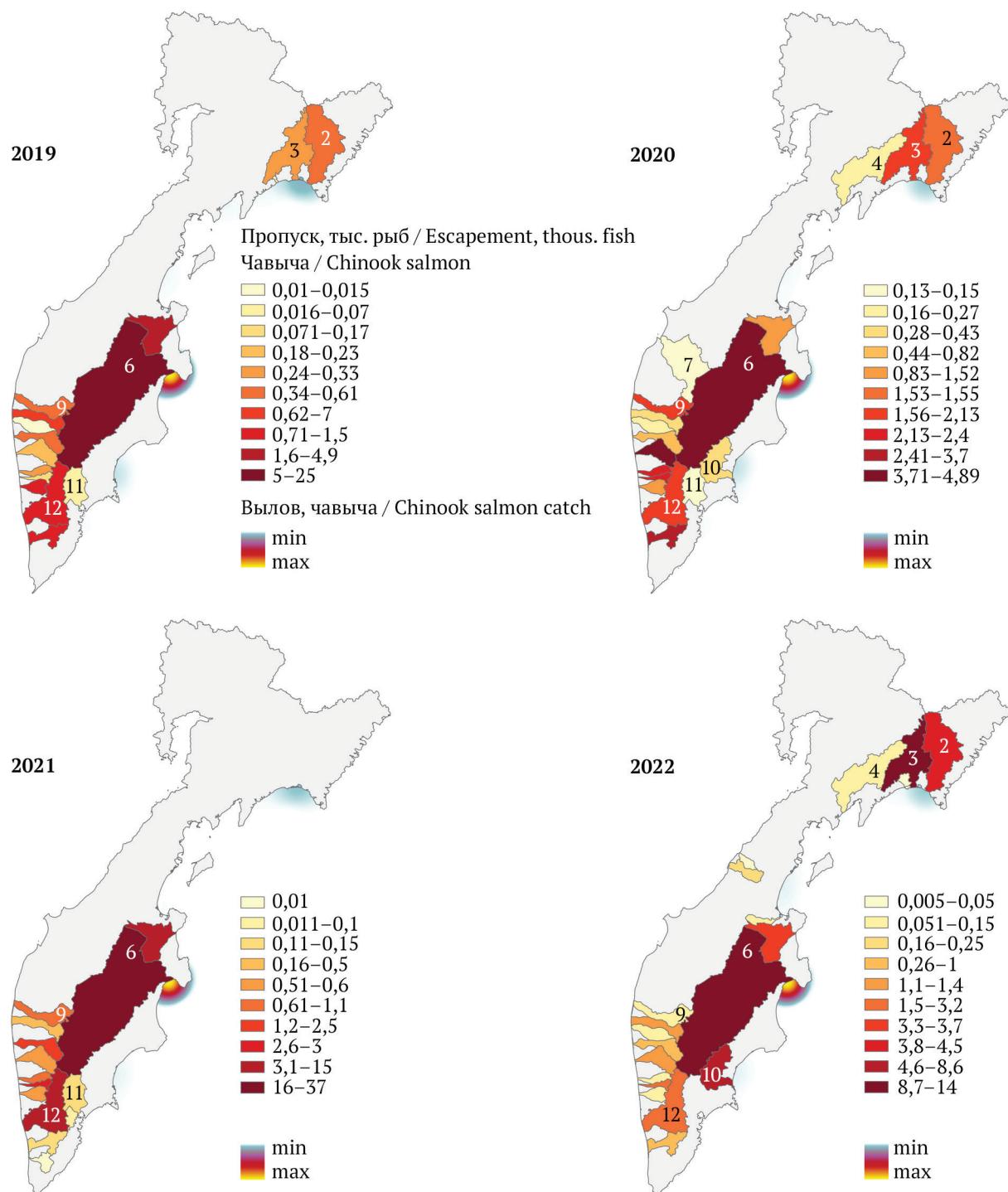


Рис. 19. Карты-схемы количественного распределения подходов производителей чавычи (вылов + заполнение нерестилищ) Камчатского края в 2019–2022 гг.
Fig. 19. Schematic maps of the spatial distribution of chinook salmon spawning runs (catch + filling of spawning grounds) in Kamchatka Territory in 2019–2022

У нерки Восточной и Юго-Восточной Камчатки (стадо р. Камчатки составляет около 90%) в рассматриваемый период максимальные подходы и уловы были зафиксированы в 2018 и 2022 гг. На Юго-Западной Камчатке (стадо р. Озерной составляет около 85%) данные показатели достигали максимума в 2018 и 2019 гг. В последующие 2020–2022 гг. наблюдалось постепенное снижение общих подходов и вылова. В основном это вызвано сокращением численности нерки р. Озерной, так как в другом промысловово-значимом региональном водном объекте — р. Большой, наоборот, наблюдалось восстановление запасов. При этом оценка заполнения нерестилищ производителями основного восточнокамчатского стада нерки — р. Камчатки — после депрессии 2018–2020 гг. показала резкое увеличение нерестовой численности запасов в 2021 и 2022 гг., когда фактический пропуск на нерест достиг оптимального и максимального целевых ориентиров соответственно. У другого крупнейшего стада нерки, р. Озерной, пропуск на нерест ежегодно осуществлялся в пределах оптимальных и максимальных ориентиров заполнения нерестилищ.

У кижучи Восточной Камчатки в рассматриваемый период максимальные подходы и вылов были отмечены в 2019 и 2020 гг. В 2021 и 2022 гг. наблюдалось некоторое снижение численности запаса. На Западной Камчатке ситуация с динамикой запаса относительно стабильная. Максимальные уловы были зафиксированы в 2018, 2020 и 2022 гг. Нерестовый запас восточнокамчатского кижучи находился на уровне заметно выше целевого оптимального показателя. У западнокамчатских стад вида нерестовая численность находилась на уровне промежуточного (буферного) ориентира пропуска. В данном случае предполагаем недоучет производителей на нерестилищах из-за продолжительности нерестового хода.

У чавычи Восточной Камчатки (стадо р. Камчатки составляет более 90%) в рассматриваемый период наблюдался достаточно стабильный характер колебаний численности подходов и вылова. На Западной Камчатке промысел вида не ведется, поэтому информации о динамике запасов недостаточно. Уровень нерестовой численности чавычи р. Камчатки находился на уровне промежуточного (буферного) ориентира пропуска на нерестилища. Необходимы дополнительные меры для повышения уровня пропуска вида до оптимальных показателей.

В целом сложившаяся система прогнозирования динамики запасов нерки в Камчатском крае в 2018–2022 гг. показала высокий уровень оправдываемости возвратов и вылова производителей. В рассматриваемый период реальная значительная ошибка прогноза по данному виду была зафиксирована лишь в отношении подходов/вылова стада нерки р. Камчатки в 2022 г. Однако данная ошибка не была критической (отрицательной), так как фактический возврат производителей превысил прогнозируемый практически в два раза. Это позволило значительно повысить уровень промыслового изъятия нерки данного стада.

У малочисленных видов (кижуч и чавыча) ошибки прогнозирования в рассматриваемый период зачастую не соответствовали $\pm 25\%$ -й стандартной методической ошибке прогнозирования. При этом нередко уровни прогнозируемых величин подходов/вылова кижучи и чавычи превышали соответствующие фактические показатели, то есть ошибка была отрицательной. Подобная ситуация объясняется более низким уровнем информационного обеспечения прогнозов малочисленных видов, в результате чего снижается их качество. Однако необходимо уточнить, что в отношении кижучи и чавычи не ведется специализированный промысел, поэтому в условиях многовидового рыболовства малочисленные виды не создают проблем для ведения лососевых путин, даже несмотря на имеющиеся несоответствия прогнозных ожиданий.

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 or involving humans. Bibliographic references to all data of other authors used in the review are formatted in accordance with the state standards (GOST). The authors declare that they have no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ AUTHOR CONTRIBUTIONS

Авторы в равной мере участвовали в сборе и обработке данных, обсуждении полученных результатов и написании статьи.

The authors jointly collected, processed and analyzed the data, discussed the results and wrote the text of article, with equal contribution.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Бугаев А.В., Бугаев В.Ф. 2003. Многолетние тенденции промысла и динамики численности азиатских стад нерки *Oncorhynchus nerka* // Изв. ТИНРО. Т. 134. С. 101–119.

Бугаев А.В., Зикунова О.В., Тепнин О.Б., Шубкин С.В., Коваль М.В., Сошин А.В., Фадеев Е.С., Артюхи-на Н.Б., Малых К.М. 2022. Оценка комплексного воздействия промысла и гидрологических условий Камчатского залива на формирование нерестовых запасов тихоокеанских лососей р. Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 66. С. 5–51.
Бугаев В.Ф. 1995. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). М.: Колос, 464 с.

Бугаев В.Ф. 2010. Нерка реки Камчатки (биология, численность, промысел). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 232 с.

Бугаев В.Ф. 2011. Азиатская нерка – 2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад в конце XX – начале XXI вв.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 380 с.

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., Маслов А.В., Дубынин В.А. 2009. Озерновская нерка (биология, численность, промысел). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 156 с.

Дубынин В.А. 2012. Об оптимуме производителей нерки на нерестилищах бассейна р. Озерная в современный период // Матер. Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летнему юбилею ФГУП «КамчатНИРО» (Петропавловск-Камчатский, 26–27 сентября 2012 г.): Водные биологические ресурсы северной части Тихого океана: состояние, мониторинг, управление. Петропавловск-Камчатский, С. 302–308.

Зикунова О.В. 2022. Основные аспекты биологии и принципы рационального использования запасов чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* Камчатки: Автoreф. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 23 с.

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

Карпенко В.И. 1998. Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей. М.: ВНИРО. 165 с.

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

Лепская Е.В., Бонк Т.В., Дубынин В.А. 2017. К вопросу об оптимуме нерестового пропуска в озеро Курильское в связи с направленностью экосистемных процессов в нем в последнее десятилетие // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 44. С. 16–30.

Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. 2016. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Восточной и Юго-Восточной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 41. С. 51–80.

Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. 2019. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Западной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 52. С. 50–78.

Шевляков Е.А., Шубкин С.В., Киреев И.Н., Янченко И.Н. 2015. Данные о нересте зимнего кижуча в бассейне р. Камчатки в январе 2015 г. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 36. С. 67–71.

REFERENCES

Bugaev A.V., Bugaev V.F. Long-term tendencies of fishery and abundance dynamics of asian stocks of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*. *Izvestiya TINRO*, 2003, vol. 134, pp. 101–119.

Bugaev A.V., Zikunova O.V., Tepnin O.B., Shubkin S.V., Koval M.V., Soshin A.V., Fadeev E.S., Artyukhina N.B., Malykh K.M. Assessment of the complex effects of fisheries and hydrological conditions in Kamchatsky Gulf on formation of Pacific salmon spawning stocks in Kamchatka River. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2022, vol. 66, pp. 5–51. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2022.65.5-51>

Bugaev V.F. *Aziatskaya nerka (presnovodnyi period zhizni, structura localnykh stad, dinamika chislennosti)* [Asian sockeye salmon (freshwater period of life, structure of local stocks, abundance dynamics)]. Moscow: Kolos, 1995. 464 p.

Bugaev V.F. *Nerka reki Kamchatki (biologiya, chislennost, promysel)* [Sockeye salmon of the Kamchatka

- River. Life history. Abundance. Utilization]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2010, 232 p.
- Bugaev V.F. *Aziatskaya nerka – 2 (biologicheskaya struktura i dinamika chislennosti lokal'nykh stad v kontse XX – nachale XXI vv.)* [Asian sockeye salmon – 2 (biological structure and abundance dynamics of local stocks in the late XX – early XXI century)]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2011, 380 p.
- Bugaev V.F., Vronsky B.B., Zavarina L.O., Zorbidi Z.K., Ostroumov A.G., Tiller I.V. *Ryby reki Kamchatka* [Fish of the Kamchatka River]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2007, 494 p.
- Bugaev V.F., Maslov A.V., Dubynin V.A. *Ozernovskaya nerka (biologiya, chislennost, promysel)* [The Sockeye Salmon: Biology, Population Size and Fishing], Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2009, 156 p.
- Dubynin V.A. On the optimum of sockeye salmon producers on the spawning grounds of the river basin Ozernaya in the modern period 2012. *Mater. All-Russian scientific conf., dedicated 80th anniversary of FSUE "KamchatNIRO" (Petropavlovsk-Kamchatsky, September 26–27, 2012): Aquatic biological resources of the North Pacific Ocean: status, monitoring, management*. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2012, pp. 302–308.
- Zikunova O.V. *Osnovnyye aspekty biologii i printsypratsionalnogo ispolzovaniya zapasov chavychi Oncorhynchus tschawytscha Kamchatki: Avtoreferat discertacii kandidata biologicheskikh nauk* [Basic aspects of biology and principles of rational use of Chinook salmon stocks *Oncorhynchus tschawytscha* of Kamchatka Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2022, 23 p.
- Zorbidi. J.H. *Kizhuch aziatskikh stad* [Coho salmon of Asian stocks]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2010, 306 p. (In Russian)
- Karpenko V.I. *Ranniy morskoy period zhizni tikhookeanskikh lososey* [Early marine life of Pacific salmon]. Moscow: VNIRO, 1998, 165 p.
- Karpenko V.I., Andrievskaya L.D., Koval M.V. *Pitanie i osobennosti rosta tikhookeanskikh lososey v morskikh vodakh* [Nutrition and growth characteristics of Pacific salmon in marine waters]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2013, 304 p.
- Lepskaya E.V., Bonk T.V., Dubynin V.A. On the issue of optimal spawning escapement in Kurilskoye Lake in view of internal directed ecosystem processes in recent decade. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2017, vol. 44, pp. 16–30. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2017.65.16-30>
- Feldman M.G., Shevlyakov E.A., Artukhina N.B. An assessment of the pacific salmon *Oncorhynchus* adult escapement parameters for the river basins on East and Southeast Kamchatka. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2016, vol. 41, pp. 51–80. (In Russian)
- Feldman M.G., Shevlyakov E.A., Artukhina N.B. Evaluation of the Pacific salmon spawning escapement parameters for the river basins of West Kamchatka. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2019, vol. 52, pp. 50–78. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2019.52.50-78>
- Shevlyakov E.A., Shubkin S.V., Kireev I.N., Yanchenko I.N. Data on spawning of a winter silver salmon in the basin of the Kamchatka River in January, 2015. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2015, no. 36, pp. 67–71. (In Russian)

Информация об авторах

А.В. Бугаев — док. биол. наук, зам. руководителя Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

О.В. Зикунова — канд. биол. наук, зав. лабораторией Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), zikunova.o.v@kamniro.ru

Н.Б. Артюхина — зав. сектором Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), artukhina.n.b@kamniro.ru

С.В. Шубкин — вед. специалист Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), shubkin.s.v@kamniro.ru

Information about the authors

Alexandr V. Bugaev – D. Sc. (Biology), Deputy Head, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Olga V. Zikunova – Ph. D. (Biology), Head of Lab., Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Nina B. Artyukhina – Head of division, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Sergey V. Shubkin – Leading Specialist, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 25.04.2023

Одобрена после рецензирования: 23.05.2023

Статья принята к публикации: 01.06.2023

Научная статья / Original article

УДК 597.552.511:639.3

doi:10.15853/2072-8212.2023.68.63-69



НАУЧНОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ ОТОЛИТНОГО МАРКИРОВАНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА ЛРЗ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ В РЫБОВОДНЫЙ ЦИКЛ 2021–2022 ГГ.

Калякина Мария Евгеньевна, Литанюк Евгения Ярославовна

Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства
и океанографии (МагаданНИРО), Магадан, Россия, *Fishbony@mail.ru*

Аннотация. В работе представлены данные по мониторингу условий и качеству отолитного маркирования инкубационно-личиночного материала и выпусков рыбоводной продукции тихоокеанских лососей, закладываемых в целях искусственного воспроизводства на трех действующих рыбоводных предприятиях Магаданской области. Произведена результативная оценка мечения у кеты, горбуши, кижучи поколения 2021 г. и рассчитана дальнейшая возможность идентификации заводских производителей во время анадромной миграции в базовые водоемы и водотоки рыбоводных заводов.

Ключевые слова: Янский лососевый рыбоводный завод (ЯЛРЗ), Арманский лососевый рыбоводный завод (АЛРЗ), Ольская экспериментальная производственно-акклиматизационная база (ОЭПАБ), искусственное воспроизводство, тихоокеанские лососи, отолит, качество маркирования, NPAFC

Для цитирования: Калякина М.Е., Литанюк Е.Я. Научное сопровождение отолитного маркирования тихоокеанских лососей на ЛРЗ Магаданской области в рыбоводный цикл 2021–2022 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. Вып. 68. С. 63–69.

SCIENTIFIC SUPPORT OF PACIFIC SALMON OTOLITH MARKING AT HATCHERIES OF MAGADAN REGION IN 2021–2022 FISH BREEDING CYCLE

Maria E. Kalyakina, Evgeniya Y. Litanyuk

Magadan Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (MagadanNIRO),
Magadan, Russia, *Fishbony@mail.ru*

Abstract. The paper presents data on monitoring the conditions and quality of otolith marking of incubation-larval material, and releases of Pacific salmon, reared at three fish hatcheries of the Magadan Region for the purpose of artificial reproduction. An effective assessment of marking chum, pink and coho salmon of the 2021 generation and the further possibility to identify adult hatchery-reared individuals during anadromous migration into the hatchery-home lakes or rivers.

Keywords: Yansky salmon hatchery, Armansky salmon hatchery, Ola experimental rearing and acclimation base, artificial production, Pacific salmon, otolith, marking quality, NPAFC

For citation: Kalyakina M.E., Litanyuk E.Y. Scientific support of Pacific salmon otolith marking at hatcheries of Magadan Region in 2021–2022 fish breeding cycle // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 68. P. 63–69. (In Russian)

Мечение на рыбоводных заводах и вторичная поимка маркированных производителей — один из наиболее надежных инструментов исследований в области ихтиологии и рыбоводства. В настоящее время используется множество разновидностей маркирования биологического материала. Наиболее показательным и точным в практике себя показало отолитное мечение, основанное на применении способов по созданию градиента температур (Munk et al., 1993) или периодического осушения икры (Safronenkov et al., 1999). Полученный маркер сохраняется на протяжении всего жизненного цикла рыбы и может быть идентифицирован

на любом этапе онтогенеза. В рамках международной программы, координируемой Комиссией по анадромным рыбам северной части Тихого Океана (NPAFC – North Pacific Anadromous Fish Commission), отолитное маркирование широко применяют на лососевых рыбоводных заводах (ЛРЗ) стран Тихоокеанского региона для маркирования инкубационно-личиночного материала и молоди тихоокеанских лососей. Совместная работа стран-участниц в формировании банка данных с кодированными метками (www.npafc.org) способствует однозначному определению маркированных рыб в морских и пресноводных уловах, а также полу-

чению информации об изменчивости сезонных путей миграций и районов нагула конкретных стад лососей.

Цель работы — получить результативную оценку отолитного маркирования поколения 2021 г., выращенного на ЛРЗ Магаданской области, и сформировать сравнительную базу для достоверной идентификации заводских производителей тихоокеанских лососей в смешанных природных скоплениях.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В 2021 г. на рыболоводных заводах, подведомственных Охотскому филиалу ФГБУ «Главрыбвод», проводилось мечение заложенной икры дальневосточных лососей методом сухого маркирования. Для трех действующих ЛРЗ Магаданской области было разработано и утверждено девять режимов мечения под все виды лосося, закладываемые в целях искусственного воспроизводства (Akinicheva et al., 2022). В эмбриональный период было totally промаркировано 21,14 млн икр., из них горбуши — 19,56 млн икр., кеты — 1,23 млн икр., кижуч — 0,35 млн икр. В целях мониторинга условий и качества мечения проводился отбор из каждой отдельно меченой партии (эмбрионы) и общих смешанных проб (молодь). Предприятиями предоставлялись журналы градусо-дней с показателями технологического процесса.

Подготовка отолитов к анализу микроструктуры выполнялась в соответствии с общепринятыми методиками отолитометрических исследований (Secor et al., 1991). В общей сложности были проанализированы шлифы отолитных препаратов в количестве 1315 экз. из эмбрионов и молоди горбуши, кеты, кижуч. В процессе камеральной обработки выявлялись структурные нарушения в схеме метки, на основании которых проводился расчет относительных долей различного качества мечения в партиях, которые объединялись в следующие группы:

- однозначная идентификация — метка соответствует плановому виду и позволяет без сомнения выявить заводских производителей в возвратах;

- идентификация со сравнением — метка имеет отклонения от планируемого рисунка, установка происхождения обнаруженной структуры осуществляется в процессе сопоставления с отолитами выпущенной маркированной молоди;

- идентификация меткой другого ЛРЗ — наличие четких структур, которые можно описать

в системе HATCH-CODE, отлично от анализируемой метки;

- неидентифицируемая метка — полное отсутствие метки или хаотичный набор полос, не группирующийся в утвержденный заводской рисунок.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На северном побережье Охотского моря в пределах Магаданской области рыболоводные предприятия сосредоточены на трех крупных реках Тауйской губы (Яна, Ола и Арманд), введены в эксплуатацию в период 1983–1995 гг. Инкубация на ЛРЗ обеспечивается из артезианских скважин, а также речными водами в весенне-летнее время (Хованская, 2008).

Янский лососевый рыболоводный завод (ЯЛРЗ)

В условиях Янского ЛРЗ было промаркировано 6,55 млн икринок происхождения реки Яна (базовый водоем), из них на долю горбуши приходилось 5,93 млн, кеты — 0,42 млн, кижуча — 0,20 млн. За технологический цикл 2021–2022 гг. ЯЛРЗ показал один из лучших результатов по отолитному мечению. Оценка качества, проведенная для рыболовного предприятия, показала, что во всех отобранных пробах возможно идентифицировать заводское вмешательство в более 93% случаев, а однозначной идентификации поддается около 61% меченого материала. ЛРЗ является единственным условно тепловодным из всех рыболоводных предприятий, имеющим характерную особенность — постоянство температурного режима с наименьшими колебаниями значений во время инкубации и маркирования икры. Этот фактор положительно влияет на качество структуры полос в самом рисунке и не способствует образованию «шумов» в эмбриональной зоне (табл. 1, рис. 1).

Ольская экспериментальная производственно-акклиматизационная база (ОЭПАБ)

На Ольской ЭПАБ было промаркировано 8,10 млн икринок, горбуши от общего объема составляла 7,24 млн, кета — 0,74 млн, кижуч — 0,12 млн. Сбор и закладка икры тихоокеанских лососей производились с бассейна базовой реки Олы и реки-донора Кулькуты. Оценка качества, проведенная для рыболовного предприятия, показала, что во всех отобранных пробах горбуши, кеты и кижуч возможно

идентифицировать заводские маркеры в более 97% случаев, а однозначной идентификации поддается около 53% меченого инкубацион-

ного материала. Основываясь на репрезентативных материалах технологического процесса, для ОЭПАБ свойственны колебания гидро-

Таблица 1. Результат оценки качества меток на отолитах эмбрионов лососей, заложенных на ЯЛРЗ, %
Table 1. Results of the quality assessment of salmon embryonic otolith marks at the Yansky salmon hatchery, %

Вид Species	Маркировано, тыс. икр. Marked pool, thous. eggs	Метка Mark	Идентифицируемо Identified	Идентификация со сравнением Identified when compared	Неидентифицируемо Not identified
Горбуша Pink salmon	5931,97	4,2nH	68,0	25,3	6,7
Кета Chum salmon	418,14	5,1H	70,0	23,4	6,6
Кижуч Coho salmon	202,52	3,3H	46,0	51,0	3,0

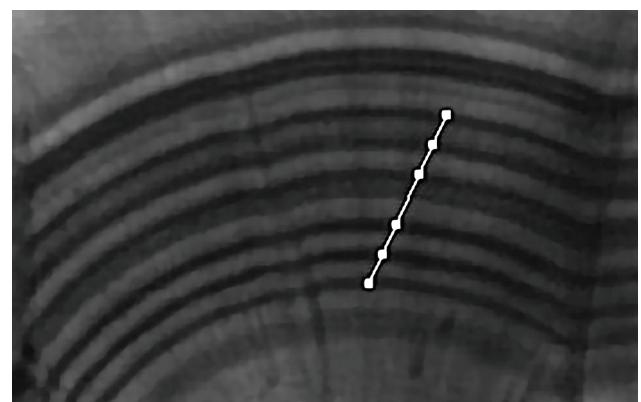
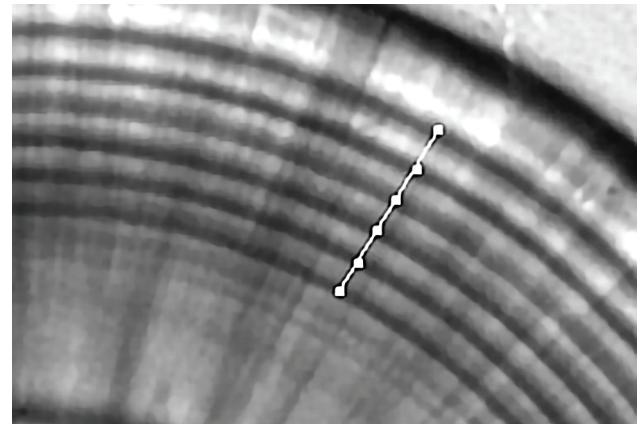
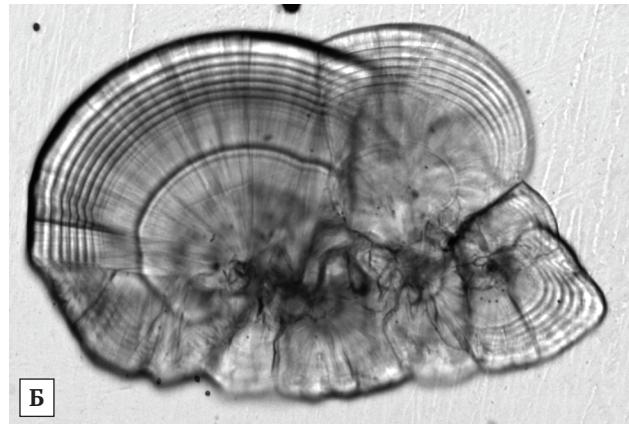
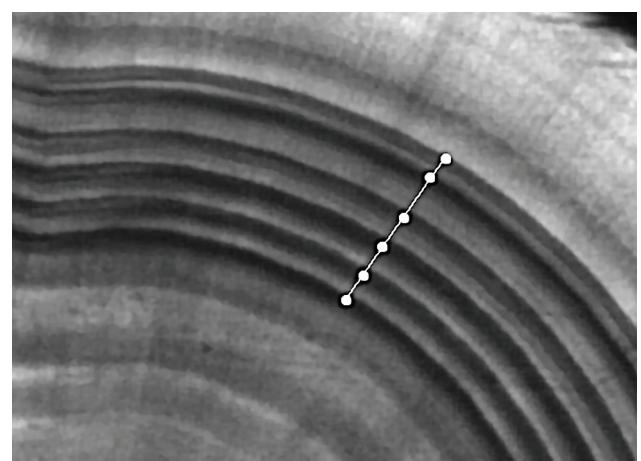
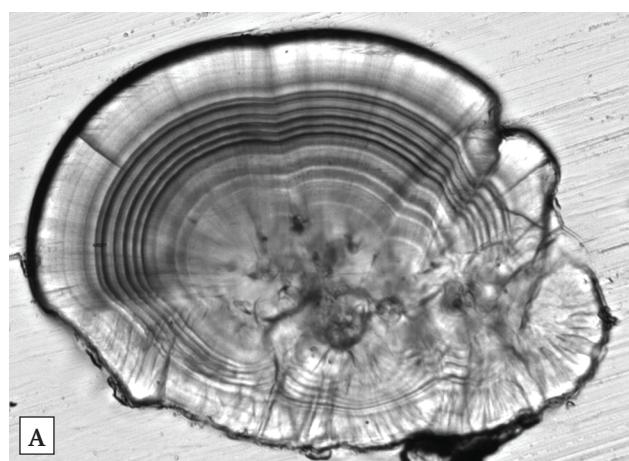


Рис. 1. Однозначно идентифицируемые метки на отолитах: А – горбушки, Б – кеты, В – кижуч. Янский ЛРЗ
Fig. 1. Clearly identified marks on the otoliths: A – pink salmon, B – chum salmon, В – coho salmon. Yansky salmon hatchery

метеорологических показателей, начиная от стадии пигментации глаз до выклева свободных эмбрионов. Амплитудные скачки в про-

цессе инкубации зачастую осложняют работу по отолитному маркированию и искажают рисунок метки (табл. 2, рис. 2).

Таблица 2. Результат оценки качества меток на отолитах эмбрионов лососей, заданных на ОЭПАБ, %
Table 2. Results of the quality assessment of salmon embryonic otolith marks at the Ola experimental base, %

Вид Species	Маркировано, тыс. икр. Marked pool, thous. eggs	Метка Mark	Идентифицируемо Identified	Идентификация со сравнением Identified when compared	Неидентифицируемо Not identified
Горбуша Pink salmon	7238,51	3,3nH	52,0	44,7	3,3
Кета Chum salmon	738,10	4,2nH	53,0	45,3	1,7
Кижуч Coho salmon	118,89	5,1H	54,0	44,0	2,0

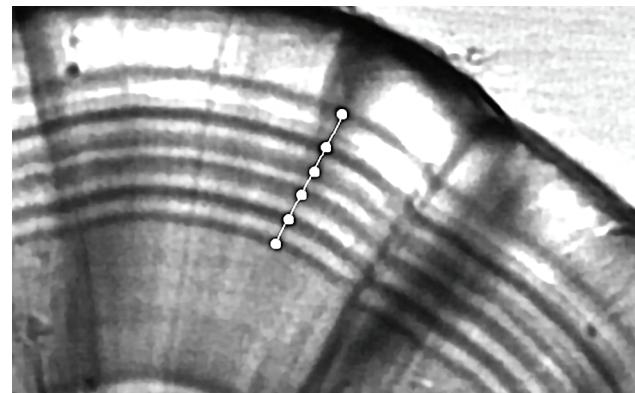
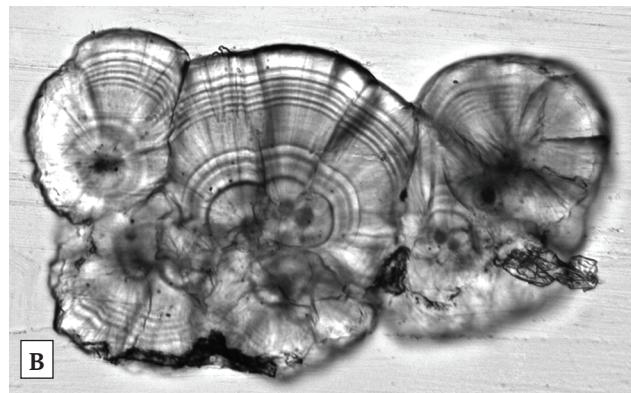
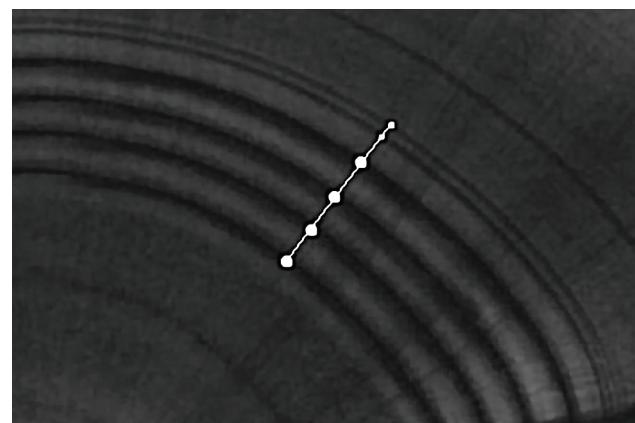
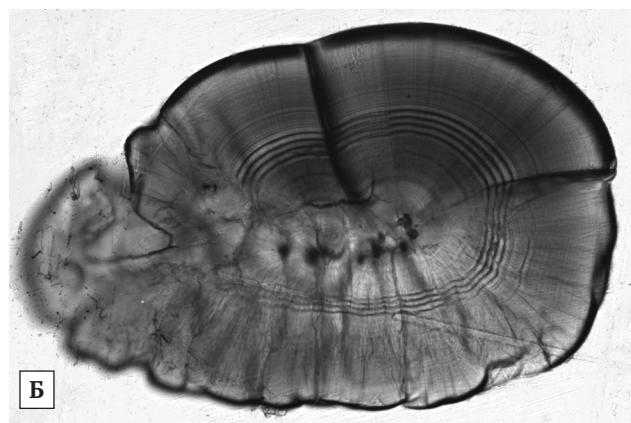
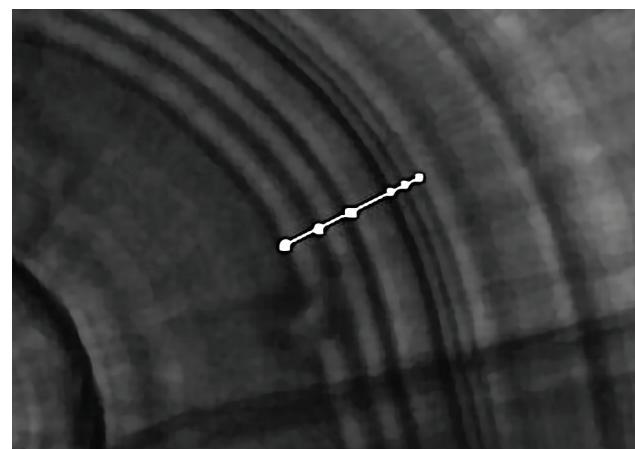
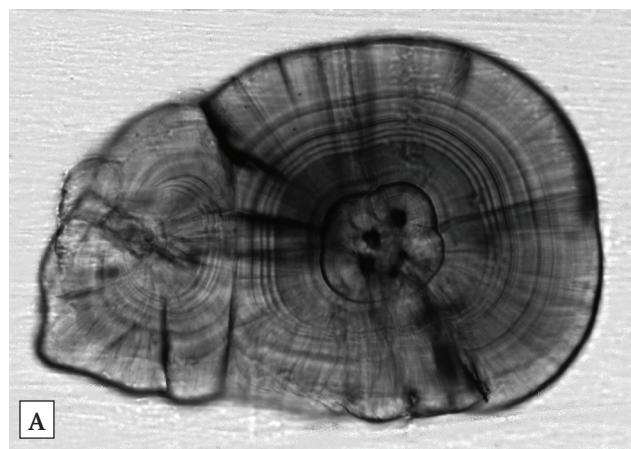


Рис. 2. Однозначно идентифицируемые метки на отолитах: А – горбушки, Б – кеты, В – кижуч. Ольская ЭПАБ
Fig. 2. Clearly identified marks on the otoliths: A – pink salmon, B – chum salmon, C – coho salmon. Ola experimental rearing and acclimation base

Арманский лососевый рыбоводный завод (АЛРЗ)

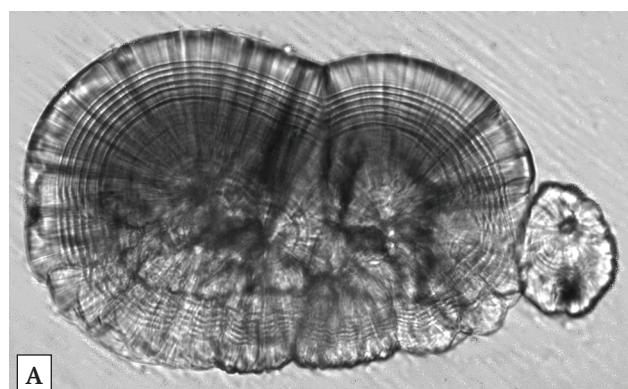
На Арманском ЛРЗ было промаркировано 6,49 млн икринок, из них на долю горбуши приходилось 6,39 млн, кеты — 0,07 млн, кижуча — 0,03 млн. Сбор и закладка инкубационного материала лососей производились с базовой реки Армань и рек-доноров Ойра и Яна. Оценка качества, проведенная для рыбоводного предприятия, показала, что на отолитах эмбрионов горбуши и кеты возможно идентифицировать заводские маркеры в более 90% случаев, а однозначной идентификации поддаются около 45% меченых эмбрионов. В обследованной пробе эмбрионов кижуча не было обнаружено меток, соответствующих утвержденному плану мар-

кирования. Весь отолитный материал содержал структурные нарушения в заводском рисунке либо визуально полностью отсутствовали искусственные полосы в зоне маркирования. Вероятно, сильному снижению качества метки послужила совокупность человеческого фактора и низких показателей температуры воды, характерной для инкубации кижуча на данном заводе (табл. 3, рис. 3).

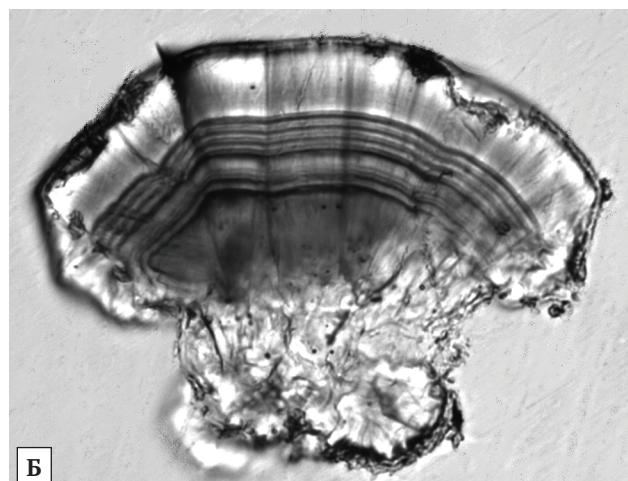
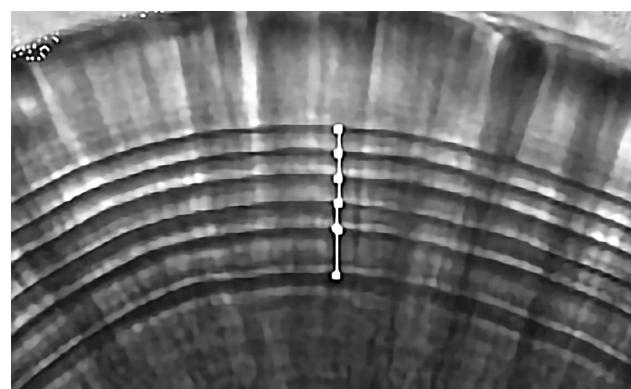
Научное сопровождение маркирования тихоокеанских лососей на ЛРЗ основывается не только на мониторинге меток на отолитах икры, также в рамках прикладных работ обследуются отолиты выпускной рыбоводной продукции. Получаемые материалы идут в ос-

Таблица 3. Результат оценки качества меток на отолитах эмбрионов лососей, заложенных на АЛРЗ, %
Table 3. Results of the quality assessment of salmon embryo otolith marks at the Armansky salmon hatchery, %

Вид Species	Маркировано, тыс. икр. Marked pool, thous. eggs	Метка Mark	Идентифицируемо Identified	Идентификация со сравнением Identified when compared	Неидентифицируемо Not identified
Горбуша Pink salmon	6389,96	1,5Н	57,9	32,1	10,0
Кета Chum salmon	69,80	3н,4Н	32,0	60,0	8,0
Кижуч Coho salmon	31,50	4,3Н	0,0	48,0	52,0



А



Б

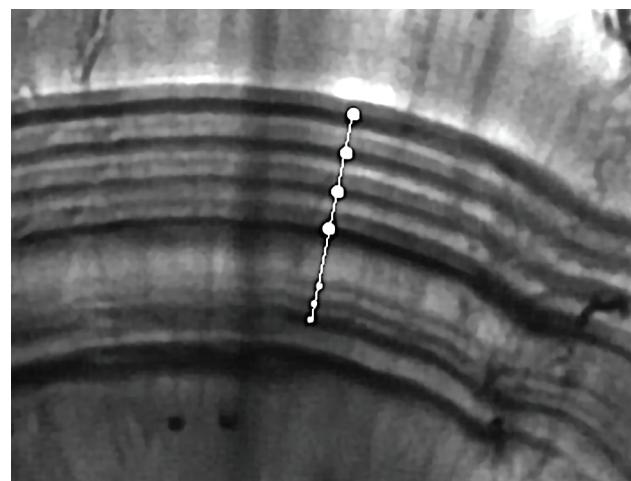


Рис. 3. Однозначно идентифицируемые метки на отолитах: А — горбуши, Б — кеты. Арманский ЛРЗ
Fig. 3. Clearly identified marks on the otoliths: A — pink salmon, B — chum salmon. Armansky salmon hatchery

нову расчетов дальнейшей возможности идентификации заводских производителей в возвратах смешанных нерестовых скоплений, а формируемые в базу электронные фотографии отолитов молоди служат образцами при необходимом сравнении найденных отклонений в рисунке метки у вернувшихся поколений.

По завершении технологического цикла 2021–2022 гг. с рыбоводных заводов Магаданской области был проведен выпуск меченых тихоокеанских лососей в возрасте 0+ в базовые нерестовые водоемы материкового побережья Охотского моря. В общем объеме ЛРЗ выпустили 19,42 млн готовых к смолтификации мальков трех видов (горбуши, кеты, кижуч). Исходя из данных, полученных при обследовании выпущенного поколения, можно резюмировать, что горбуша на всех заводах промаркирована удовлетворительно, она имеет самый низкий процент некондиционных меток, что в дальнейшем облегчит работу по сбору информации о возвращении меченой рыбы. Другие инкубируемые виды на выходе имеют не столь однозначные результаты. Наилучшие показатели заводского маркирования на отолитах молоди кеты и кижуч показал Янсийский ЛРЗ, у Ольской ЭПАБ и Арманского ЛРЗ произошел «провал» в отдельных видах, где доля неидентифицируемых меток стремится к показателю 50%.

В долгосрочной перспективе работа по выявлению искусственных маркеров у производителей кеты и кижуч поколения 2021 г. будет затруднена для ряда базовых рек, протекаю-

щих в границах Магаданской области, а также при выполнении научно-исследовательских работ в других регионах Дальнего Востока России (табл. 4).

Начиная с 1993 г. и по настоящее время работы по отолитному маркированию осуществляются в рамках международной программы регулярных исследований по сохранению запасов анадромных видов (тихоокеанского лосося и стальноголовой форели), координируемой NPAFC. Ежегодно сотрудниками Магаданского филиала ВНИРО (МагаданНИРО) ведется работа по подготовке научно обоснованных материалов и предложений к техническому заданию российской делегации, которые, в свою очередь, позволяют систематически пополнять статистическую базу данных, способствующую сфере отстаивания интересов отечественного рыболовства на заседаниях рабочих групп и сессий Комиссии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Организация маркирования на рыбоводном предприятии — достаточно трудоемкий процесс: необходимо изучение условий развития лососей и особенностей микроструктуры отолитов, формирующихся в данных обстоятельствах. Подбор меток с оптимальными режимами мечения напрямую зависит от технических возможностей и характеристик водоснабжения на ЛРЗ.

Результаты мониторинга условий и качества отолитного маркирования инкубацион-

Таблица 4. Результативная оценка отолитного маркирования выпущенной молоди с лососевых рыбоводных заводов Магаданской области в 2022 г.
Table 4. Results of the otolith marking assessment for salmon juveniles released from hatcheries of Magadan Region in 2022

Наименование ЛРЗ Hatchery	Вид ВБР Resource species	Выпущено молоди, тыс. экз. Juvenile release, thous. fish	Плановый вид Planned	Отклонения от плана Deviation from the plan				
				%	Тыс. экз. Thous. fish	%	Тыс. экз. Thous. fish	%
ОЭПАБ Ola experimental base	Горбуша Pink salmon	6550,0	43,3	2836,1	56,7	3713,9	0,0	0,0
	Кета Chum salmon	675,0	32,5	219,4	30,0	202,5	37,5	253,1
	Кижуч Coho salmon	102,0	16,7	17,0	80,0	81,6	3,3	3,4
ЯЛРЗ Yansky salmon hatchery	Горбуша Pink salmon	5490,0	46,7	2563,8	46,7	2563,8	6,6	362,4
	Кета Chum salmon	350,0	60,0	210,0	36,7	128,4	3,3	11,6
	Кижуч Coho salmon	174,0	16,7	29,1	83,3	144,9	0,0	0,0
АЛРЗ Armansky salmon hatchery	Горбуша Pink salmon	5998,1	56,7	3400,9	36,7	2201,3	6,6	395,9
	Кета Chum salmon	55,0	3,3	1,8	83,3	45,8	13,4	7,4
	Кижуч Coho salmon	24,0	3,3	0,8	53,4	12,8	43,3	10,4

ного материала тихоокеанских лососей технологического цикла 2021–2022 гг. на заводах Магаданской области показали, что для большинства рыбоводной продукции характерно удовлетворительное соотношение меток различного качества в пробах. В той или иной степени возможна идентификация 88% рыб от общего выпуска лососей.

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 or involving humans. Bibliographic references to all data of other authors used in the review are formatted in accordance with the state standards (GOST). The authors declare that they have no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ AUTHOR CONTRIBUTIONS

Авторы в равной мере участвовали в сборе и обработке данных, обсуждении полученных результатов и написании статьи.

The authors jointly collected, processed and analyzed the data, discussed the results and wrote the text of article, with equal contribution.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Хованская Л.Л. 2008. Научные основы лососеводства в Магаданской области. Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 167 с.

Akinicheva E., Batyuk J., Kalyakina M., Bugaev A., Vorozhtsova A. 2022. Proposed Otolith Marks for Brood Year 2022 Salmon in Russia. NPAFC Doc. 2019. 4 p. (Available at <https://npafc.org/wp-content/uploads/Public- Documents/2022/2019Russia.pdf>). Munk K.M., Smoker W.W., Beard D.R., Mattson R.W. 1993. A hatchery water-heating system and its application to 100% thermal marking of incubating salmon // Mattson Progress. Fish Culturist. Vol. 3 (4). P. 284–288.

Safronenkov B.P., Akinicheva E.G., Rogatnykh A.Y. 1999. The dry method of salmon otolith mass marking / International Symposium “Recent

changes in ocean production of pacific salmon” (Juneau, Alaska, USA, November 1–2, 1999) P. 81–82. Secor D.H., Dean J.M., Laban E.H. 1991. Manual for Otolith Removal and Preparation for Microstructural Examination. Columbia: Belle W. Baruch and Electric Power Research Institute, 85 p.

REFERENCES

- Khovanskaya L.L. *Nauchnyye osnovy lososevodstva v Magadanskoy oblasti* [Scientific foundations of salmon farming in the Magadan Region]. Magadan: SVNTS DVO RAN, 2008, 167 p.
- Akinicheva E., Batyuk J., Kalyakina M., Bugaev A., Vorozhtsova A. Proposed otolith marks for brood year 2022 salmon in Russia. NPAFC Doc. 2019, 2022, 4 p. (Available at <https://npafc.org/wp-content/uploads/Public- Documents/2022/2019Russia.pdf>.)
- Munk K.M., Smoker W.W., Beard D.R., Mattson R.W. A hatchery water-heating system and its application to 100% thermal marking of incubating salmon. *Mattson Progress. Fish Culturist*, 1993, vol. 3 (4), pp. 284–288.
- Safronenkov B.P., Akinicheva E.G., Rogatnykh A.Y. The dry method of salmon otolith mass marking. *International Symposium “Recent changes in ocean production of pacific salmon”* (Juneau, Alaska, USA, November 1–2, 1999), 1999, pp. 81–82.
- Secor D.H., Dean J.M., Laban E.H. Manual for otolith removal and preparation for microstructural examination. Columbia: Belle W. Baruch and Electric Power Research Institute, 1991, 85 p.

Информация об авторах

М.Е. Калякина — вед. специалист
Магаданского филиала ВНИРО
(МагаданНИРО)

Е.Я. Литанюк — специалист Магаданского филиала ВНИРО (МагаданНИРО)

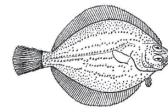
Information about the authors

Maria E. Kalyakina – Leading Specialist,
Magadan Branch of VNIRO (MagadanNIRO)
Evgeniya Y. Litanyuk – Specialist, Magadan
Branch of VNIRO (MagadanNIRO)

Статья поступила в редакцию: 14.04.2023

Одобрена после рецензирования: 19.05.2023

Статья принята к публикации: 22.05.2023



Научная статья / Original article

УДК 597.556.35:639.22(265.51)

doi:10.15853/2072-8212.2023.68.70-89

РАЗРАБОТКА ПОДХОДОВ К РЕГУЛИРОВАНИЮ ПРОМЫСЛА КАМБАЛ ЗАПАДНО-БЕРИНГОВОМОРСКОЙ ЗОНЫ

Золотов Александр Олегович¹, Глубоков Александр Иванович², Варкентин Александр Иванович³

¹Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ТИНРО-Центр), Владивосток, Россия, Alk-90@yandex.ru

² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, Россия, glubokov@vniro.ru

³Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, varkentin.a.i@kamniro.ru

Аннотация. На основании результатов донных траловых съемок показано, что основу запасов камбал Западно-Беринговоморской зоны формируют палтусовидные, четырехбугорчатая и северная двухлинейная камбалы, на долю которых в 2000–2021 гг. в среднем приходилось 40,3, 35,1 и 19,6% от общей биомассы соответственно. Почти три четверти ученных запасов камбал данного района приходилось на Анадырский залив. Состояние комплекса камбал в 2001–2021 гг. оставалось относительно стабильным, с небольшой тенденцией их запасов к росту. Оценки общей биомассы камбал увеличились со 153 тыс. т в 2001 г. до 230–305 тыс. т в 2020–2021 гг.

Анализ современного промысла камбал показал, что основной вклад в годовые уловы обеспечивается за счет их специализированного промысла донными тралами (39,4%) и снурреводами (25,4%), еще около 12,8% добывается в качестве прилова при промысле минтая пелагическими тралами. Около 77,1% от годовых уловов камбал, декларируемых в Западно-Беринговоморской зоне, осваиваются на акватории от 169° в. д. в. зал. Олюторском до 176° в. д. Значительные ресурсы камбал Анадырского залива промыслом почти не используются.

Исходя из анализа годовой добычи камбал по видам промысла, видового состава их уловов и сезонной динамики вылова, следует, что средняя доля северной двухлинейной камбалы в суммарных годовых уловах составляла около 53,1%. Показано, что запасы двухлинейной камбалы данного района несут основную промысловую нагрузку, а четырехбугорчатой и палтусовидных – не осваиваются в полной мере.

Разработана оптимальная схема оценки допустимого изъятия камбал Западно-Беринговоморской зоны, которая включает расчет промысловой биомассы двухлинейной камбалы когортными методами, разработку правила регулирования ее промысла, оценку ее допустимого изъятия на основе данного правила и расчет возможного прилова «второстепенных» видов камбал на основе их многолетнего вклада в промысловые уловы.

Ключевые слова: камбалы, биомасса, промысел, оценка запаса, регулирование промысла

Для цитирования: Золотов А.О., Глубоков А.И., Варкентин А.И. Разработка подходов к регулированию промысла камбал Западно-Беринговоморской зоны // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. Вып. 68. С. 70–89.

DEVELOPMENT OF APPROACHES TO REGULATION OF FLATFISH FISHERY IN THE WEST BERING SEA ZONE

Alexander O. Zolotov¹, Alexander I. Glubokov², Alexander I. Varkentin³

¹Pacific Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (TINRO-Centre), Vladivostok, Russia, Alk-90@yandex.ru

²Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia, glubokov@vniro.ru

³Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, varkentin.a.i@kamniro.ru

Abstract. It is demonstrated based on results of bottom trawl surveys, that basis of flatfish resource in the West Bering Sea zone is formed by flathead sole, Alaska plaice and northern rock sole, respectively 40.3, 35.1 and 19.6% in the total flatfish biomass averaged for the period 2000–2021. Almost three quarters of the estimated flatfish stock of the zone are within the Anadyr Gulf. In 2001–2021 the stock was relatively stable and demonstrated a slight trend to growth. Estimates of the total biomass increased from 153 thous. t in 2001 to 230–305 thous. t in 2020–2021.

The analysis of the current flatfish fishery showed that the major contribution to annual catches is made by the specialized fishery by bottom trawls – 39.4% and by Danish seines – 25.4%, and about 12.8% is taken as by-catch in the walleye pollock fishery by pelagic trawls. About 77.1% of the annual catches of flatfish reported in the West Bering Sea zone are taken from 169°E in Olyutorsky Gulf up to 176°E. Significant flatfish resources of the Anadyr Gulf are almost not used by the fishery.

Based on the analysis of the annual flatfish catch by different types of fishery, species composition of the catches and seasonal catch dynamics, the average proportion of northern rock sole in the total annual catches was about 53.1%. It is shown, that stocks of northern rock sole in this area bear the main fishing load, and Alaska plaice and flathead sole are not developed in full.

Optimal scheme of the flatfish TAC assessment for the West Bering Sea zone is developed. It includes calculation of commercial biomass of northern rock sole by cohort methods, development of its fishery regulation rule, the TAC assessment based on this rule and assessment of possible by-catch of “minor” flatfish species based on their long-term proportional contribution into the catches.

Keywords: flatfish, biomass, fishery, stock assessment, fishery regulation

For citation: Zolotov A.O., Glubokov A.I., Varkentin A.I. Development of approaches to regulation of flatfish fishery in the West Bering Sea zone // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 68. P. 70–89. (In Russian)

На современном этапе камбалы остаются одним из наиболее востребованных объектов промышленного и прибрежного рыболовства. В среднем в 2011–2021 гг. в пределах исключительной экономической зоны (ИЭЗ) РФ Берингова, Охотского и Японского морей и на тихоокеанском шельфе Камчатки и Курильских островов добывали около 72,3 тыс. т, или около 3,2% от суммарных годовых уловов всех морских рыб в Дальневосточном бассейне (без учета анадромных видов, сардины, сайры и скумбрии). При этом камбалы традиционно являются одним из основных объектов прибрежного промысла, несущих на себе определенную «социальную» функцию.

Наиболее продуктивным районом промысла камбал к настоящему моменту остается западнокамчатский шельф (рис. 1), на долю которого в 2011–2021 гг. приходилось более 55%, или около 39,9 тыс. т, от годовых уловов данной группы видов. Вклад Западно-Беринговоморской зоны менее значителен, но тоже довольно ощутим: в среднем этот район занимал 4-е ме-

сто, обеспечивая 6,2 тыс. т в годовом вылове, или около 8,5% в процентном выражении.

Промысел камбал во всех районах Дальневосточного бассейна является многовидовым. Основу промысловых ресурсов Западно-Беринговоморской зоны составляют северная двухлинейная, четырехбугорчатая и два вида палтусовидных камбал (Борец, 1997; Датский, Андронов, 2007; Датский, 2019). На их долю в отдельные периоды могло приходиться до 90% от суммарной промысловой биомассы. При этом необходимо заметить, что промысловая привлекательность этих видов для представителей рыбодобывающей промышленности далеко не одинакова. Основным целевым видом камбал в этом районе при специализированном промысле считается северная двухлинейная камбала (далее по тексту – просто двухлинейная). Остальные виды, в большей или меньшей степени, добываются в качестве прилова.

К настоящему моменту наиболее эффективная схема определения допустимого изъятия камбал в Дальневосточном бассейне базирует-

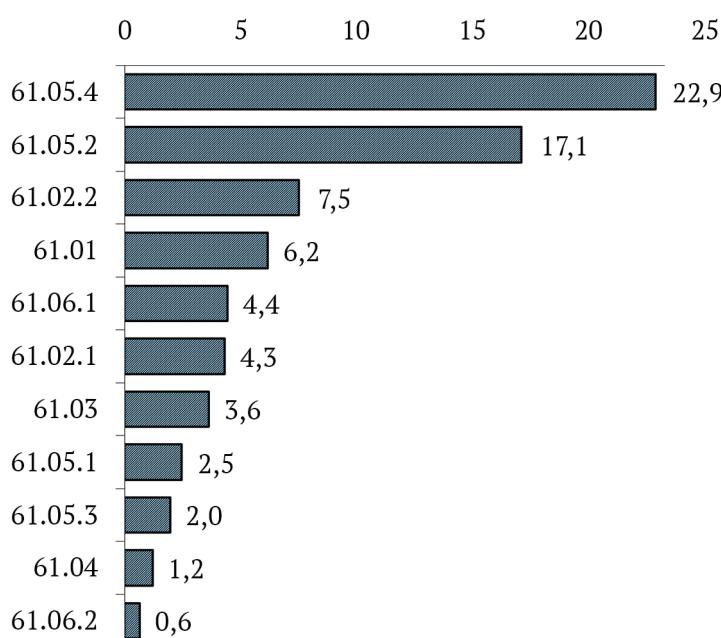


Рис. 1. Среднегодовой вылов камбал в 2011–2021 гг. в промысловых районах Дальневосточного бассейна. 61.05.4 – Камчатско-Курильская подзона, 61.05.2 – Западно-Камчатская подзона, 61.02.2 – Петропавловско-Командорская подзона, 61.01 – Западно-Беринговоморская зона, 61.06.1 – подзона Приморье, 61.02.1 – Карагинская подзона, 61.03 – Северо-Курильская зона, 61.05.1 – Северо-Охотоморская подзона, 61.05.3 – Восточно-Сахалинская подзона, 61.04 – Южно-Курильская зона, 61.06.2 – Западно-Сахалинская подзона
Fig. 1. Average annual catch of flatfish in 2011–2021 in the fishing areas of the Far Eastern basin. 61.05.4 – Kamchatka-Kuril subzone, 61.05.2 – West Kamchatka subzone, 61.02.2 – Petropavlovsk-Komandorskaya subzone, 61.01 – West Bering Sea zone, 61.06.1 – Primorye subzone, 61.02.1 – Karaginskaya subzone, 61.03 – North Kuril zone, 61.05.1 – North Okhotsk Sea subzone, 61.05.3 – East Sakhalin subzone, 61.04 – South Kuril zone, 61.06.2 – West Sakhalin subzone

ся на расчетах численности и биомассы запасов доминирующего в промысловых уловах вида на основе когортных моделей, с последующей оценкой ориентиров управления промыслом, формированием правила его регулирования (ПРП), оценкой общего допустимого улова (ОДУ) доминирующего вида и диагностикой полученных результатов в рамках «предосторожного подхода» (Бабаян, 2000; Бабаян и др., 2018). Оценка возможного прилова «второстепенных» видов камбал осуществляется на основе данных наблюдений за видовым составом промысловых уловов.

По такой схеме в дальневосточных морях на текущий момент реализовано прогнозирование состояния запасов и оценка ОДУ для камбал Карагинской (Золотов, 2008, 2010), Петропавловско-Командорской (Золотов, Захаров, 2008), Восточно- и Западно-Сахалинской подзон (Золотов и др., 2014), Северо- и Южно-Курильской зон (Золотов, Дубинина, 2013, 2017). Однако для камбал Западно-Берингоморской зоны подобный подход ранее не применялся и, в целом, базовые принципы регулирования их промысла в данном районе не были formalизованы.

Таким образом, основной целью настоящего исследования была разработка подходов к регулированию промысла камбал Западно-Берингоморской зоны на основе современных методических требований, для чего предполагалось обобщить накопленные к настоящему моменту материалы по многолетней динамике их запасов и вылова, а также проанализировать структуру их современного промысла.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Исходным материалом для исследований послужили биостатистические данные из уловов

донными тралами и снюрреводами в период научно-исследовательских рейсов на шельфе и материковом склоне Западно-Берингоморской зоны в 1974–2021 гг., собранные специалистами научно-исследовательских институтов, подведомственных Росрыболовству, из уловов промысловых и научно-исследовательских судов.

В работе также использованы материалы научно-промышленных рейсов 1996–2002 гг. по Программе совместных российско-японских научных исследований рыб в Наваринском районе Берингова моря с акваторией исследований от Олюторского залива до линии разграничения морских пространств России и США.

Для оценки запасов методами прямого учета и анализа распределения камбал в работе использованы материалы стандартных донных траловых съемок ТИНРО-Центра (с 2019 г. — Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО») в 2001, 2005, 2008, 2010, 2012, 2015, 2017–2021 гг. Пример сетки станций при организации таких исследований представлен на рисунке 2. При построении диаграмм, отражающих многолетнюю динамику общей биомассы по данным траловых съемок, использовали только те результаты исследований, в которых схемы станций были со-поставимы и близки к оптимальной (2001, 2005, 2008, 2010, 2012, 2017, 2020, 2021 гг.).

Сбор материалов в период донных траловых съемок осуществлялся по стандартным ихтиологическим методикам (Борец, 1997). Оценку биомассы по данным учетных работ выполняли с помощью ГИС «КартМастер» (Бизиков и др., 2007); учитывая сложный рельеф дна в Олюторско-Наваринском районе, использовали метод полигонов Вороного, при расчетах коэффициент уловистости для всех видов камбал принимали равным 0,5 (Атлас.., 2006).

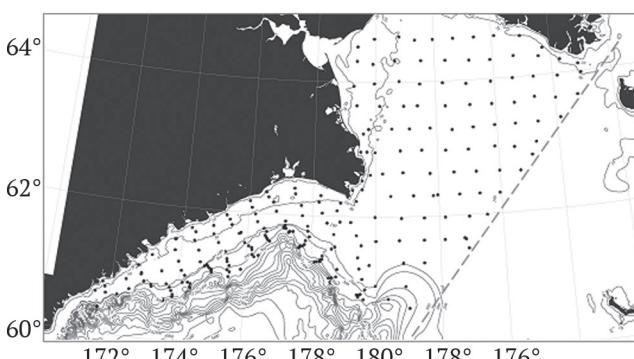
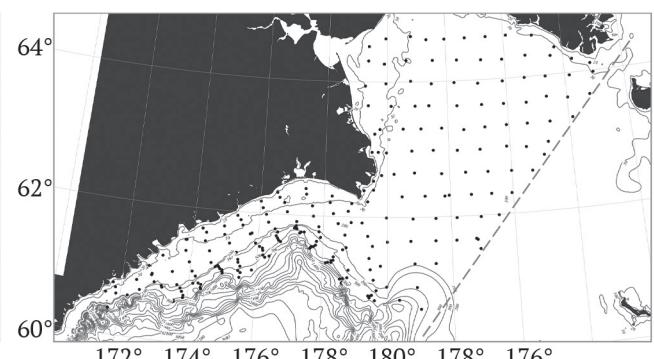


Рис. 2. Схема станций донной траловой съемки на судах ТИНРО в 2020 г. Точками на схеме обозначены станции съемки, прерывистой линией — линия разграничения ИЭЗ России и США
Fig. 2. Scheme of bottom trawl survey stations for TINRO vessels in 2020. The dots on the scheme indicate survey stations, the dashed line indicates the boundary line between the Russian and U.S. EEZs



Для расчетов численности и биомассы двухлинейной камбалы использовался виртуально-популяционный анализ (ВПА), реализованный в программном пакете VPA version 3.1 (Darby, Flatman, 1994).

Информация по годовому вылову камбал в 1994–2021 гг. в Западно-Беринговоморской зоне (61.01) получена по данным Отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ) Росрыболовства (ранее – информационная система «Рыболовство»). Динамика промысла за более ранние периоды реконструирована на основе опубликованных материалов (Балыкин, 2006; Золотов, Буслов, 2005).

Анализ современной структуры промысла камбал и построение осредненных карт распределения осуществляли на основе данных, содержащихся в судовых суточных донесениях (ССД) за период 2010–2021 гг. Оценку прилова камбал при специализированном вылове массовых видов ВБР Западно-Беринговоморской зоны осуществляли в соответствии с методикой, опубликованной ранее (Золотов, 2021).

Возраст рыб определен по отолитам. Возрастной состав северной двухлинейной камбалы за ранние годы исследований реконструирован на основе размерно-возрастного ключа, выполненного по материалам сборов 2000–2012 гг. (Золотов, 2007; Золотов, Дубинина, 2012). Поскольку объемы исходной выборки для определения возраста были невелики (253 экз.), для формирования размерно-возрастных ключей использовали данные обратных расчислений длины рыб в зависимости от возраста. Если бы формирование ключей выполнялось традиционным способом, эквивалентное число определений возраста составило бы $\approx 2,6$ тыс. экз. Аналогичную методику уже применяли ранее при оценке запасов желтоперой камбалы, обитающей на восточном и западном шельфе о. Сахалин (Золотов и др., 2014).

Данные по темпам полового созревания самцов и самок северной двухлинейной камбалы взяты из открытых источников (Дубинина, Золотов, 2012).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Видовой состав и структура запасов камбал по данным траловых съемок. В отличие от других районов Северной Пацифики, видовой состав камбал северо-западной части Берингова моря не отличается большим разнообразием (Дат-

ский, Андронов, 2007; Датский, 2019). В пределах Западно-Беринговоморской зоны к промысловым, или потенциально промысловым видам, помимо палтусов, относятся: узкозубая *Hippoglossoides elassodon* Jordan et Gilbert (1880) и северная *H. robustus* Gill et Townsend (1897) палтусовидные камбалы; северная двухлинейная *Lepidopsetta polyxystra* Orr et Matareze (2000), четырехбуторчатая *Pleuronectes quadrifasciatus* Pallas (1814), желтоперая *Limanda aspera* Pallas (1814), сахалинская *L. sakhalinensis* Hubbs (1915), хоботная *Myzopsetta proboscidea* Gilbert (1896); звездчатая *Platichthys stellatus* Pallas (1788) камбалы.

Кроме того, в уловах донных траловых съемок эпизодически встречается представитель орегонской ихтиофауны – длинноперый малорот *Glyptocephalus zachirus* Lockington (1879). Несмотря на довольно частые случаи его поимки, самостоятельного промыслового значения в западной части Берингова моря этот вид пока не имеет.

При анализе сообществ донных рыб Западно-Беринговоморской зоны принято выделять два больших района, имеющих свои особенности в видовом составе и структуре ихтиоценов: Олюторско-Наваринский район и Анадырский залив, граница которых проводится примерно по мысу Наварин (Борец, 1997). Как можно видеть (рис. 3), в Олюторско-Наваринском районе доминировала северная двухлинейная камбала, на долю которой в 2001–2021 гг. в среднем приходилось около 40,6% от суммарной биомассы камбал, учтенной в данном районе; приблизенно 30,8% приходилось суммарно на два вида палтусовидных камбал и около 18,5% – на четырехбуторчатую. Из видов прилова на данной акватории наиболее массовыми были желтоперая лиманда (5,5%) и длинноперый малорот (2,0%).

В Анадырском заливе основной вклад обеспечивали палтусовидные (суммарно) и четырехбуторчатая камбала, на долю первых приходилось 43,8%, второй – около 40,8%. Третьим по численности и биомассе видом являлась северная двухлинейная камбала – 12,4%. Суммарная доля остальных камбал не превышала 4%.

Следует заметить, что лишь в ограниченном количестве съемок производилось повидовое разделение уловов палтусовидных камбал, поэтому в данном отчете анализ динамики их биомассы и вклада в общий запас нами производится без разделения на виды.

Распределение общей биомассы по району исследований было неравномерным. В среднем в Олюторско-Наваринском районе в 2001–2021 гг. учитывалось 26,2 тыс. т камбал, в Анадырском заливе — 76,9 тыс. т. Иными словами, почти три четверти суммарного учтенного запаса приходилось на Анадырский залив.

Мониторинг состояния запасов камбал Западно-Беринговоморской зоны до 2022 г. осуществлялся на основании результатов донных траловых исследований, которые в некоторых случаях при выполнении имели межгодовые отклонения от стандартной схемы, что неизбежно сказывалось на оценках запаса.

Однако если ориентироваться только на результаты съемок, схемы которых были близки

к стандартной, то можно заключить, что состояние комплекса камбал Западно-Беринговоморской зоны в 2001–2021 гг. оставалось относительно стабильным, с небольшой тенденцией запасов к росту (рис. 4). В целом на указанном интервале оценки общей биомассы увеличились со 153 тыс. т в 2001 г. до 230–305 тыс. т в 2020–2021 гг. Среднемноголетняя оценка составила $219,3 \pm 45,3$ тыс. т.

Промысел. Начало освоения камбал Западно-Беринговоморской зоны промысловым флотом СССР относится к середине 1970-х годов (Балыкин, 2006). Однако несмотря на довольно внушительные запасы, их специализированная добыча долгое время не развивалась. По-видимому, основными причинами были зна-

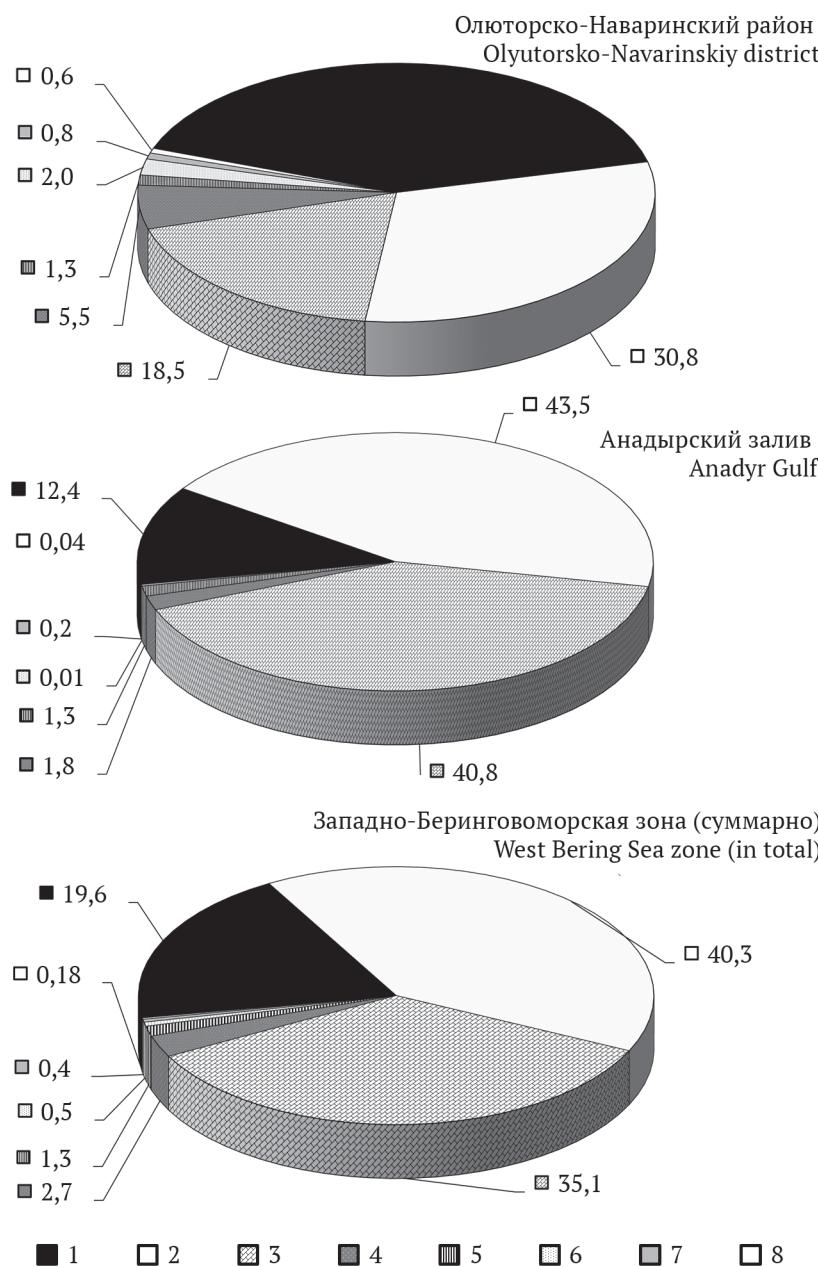


Рис. 3. Структура общего запаса камбал Западно-Беринговоморской зоны (в % от учтенной биомассы) по данным донных траловых съемок ТИНРО в 2001–2021 гг. 1 — двухлинейная камбала, 2 — палтусовидные, 3 — четырехбуторчатая, 4 — желтоперая, 5 — сахалинская, 6 — длинноперый малорот, 7 — хоботная, 8 — звездчатая

Fig. 3. Structure of the total stock of flatfish in the West Bering Sea zone (in % of the surveyed biomass) according to TINRO bottom trawl surveys in 2001–2021. 1 – northern rock sole, 2 – flathead sole, 3 – Alaska plaice, 4 – yellowfin sole, 5 – Sakhalin sole, 6 – rex sole, 7 – longhead dab, 8 – starry flounder

чительная удаленность данного района и отсутствие достаточного количества береговых перерабатывающих предприятий, что не способствовало развитию снурреводного лова, являющегося основным способом добычи камбал в Дальневосточном бассейне (Золотов, Буслов, 2005; Золотов, 2021).

В результате до начала 2000-х годов камбал в Западно-Беринговоморской зоне добывали в качестве прилова. Годовой вылов при этом варьировал от 0,03 до 4,7 тыс. т, в среднем составляя 1,7 тыс. т (рис. 5). Ситуация заметно изменилась в 2000-е годы. Отчасти повышению интереса к их освоению послужило исключение камбал Западно-Беринговоморской зоны из списка видов водных биологических ресурсов (ВБР), на которые устанавливается ОДУ, в результате чего стал возможен лов по заявительному принципу, что заметно упростило доступ к данному ресурсу. В итоге среднегодовые уло-

вы в 2001–2010 гг. достигли 5,4 тыс. т, с локальным максимумом в 2007 г. на уровне 10,7 тыс. т.

В 2010–2017 гг. лов осуществлялся «по потребности», в пределах 3–6 тыс. т в год, что не превышало 15–30% от рекомендованного уровня 22 тыс. т. Лишь в последние годы интерес рыбодобывающих предприятий к освоению данного объекта несколько увеличился, и в 2018 г. вылов достиг 8,5 тыс. т, в 2019 г. – 10,3 тыс. т, а в 2020 г. был отмечен исторический максимум вылова камбал в Западно-Беринговоморской зоне – 16,1 тыс. т. В 2021 г. ситуация вернулась к среднемноголетней.

Структура современного промысла камбал. Анализ современного промысла камбал в Западно-Беринговоморской зоне показал, что основной вклад в годовые уловы обеспечивается за счет их специализированного промысла донными тралами (39,4%) и снурреводами (25,4%) (рис. 6). Еще около 12,8% добывается в

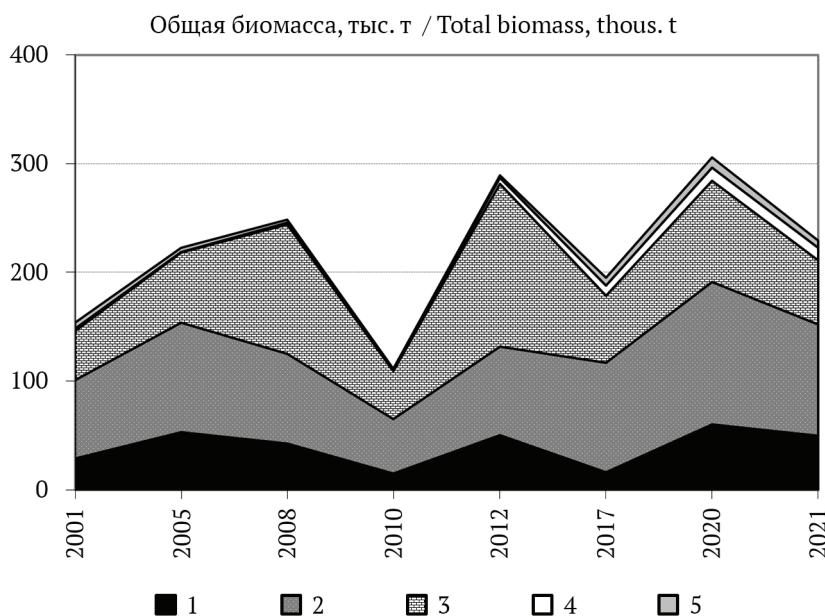


Рис. 4. Многолетняя динамика общего запаса камбал Западно-Беринговоморской зоны по данным донных траловых съемок (использованы только те исследования, в которых схема станций была близка к оптимальной, см. пояснения в тексте): 1 – двухлинейная камбала, 2 – палтусовидные, 3 – четырехбугорчатая, 4 – желтоперая, 5 – прочие виды суммарно

Fig. 4. Long-term dynamics of the total flatfish stock in the West Bering Sea zone according to the bottom trawl survey data (only those surveys were used where the station chart was close to optimal, see explanations in the text): 1 – northern rock sole, 2 – flathead sole, 3 – Alaska plaice, 4 – yellowfin sole, 5 – all the other species

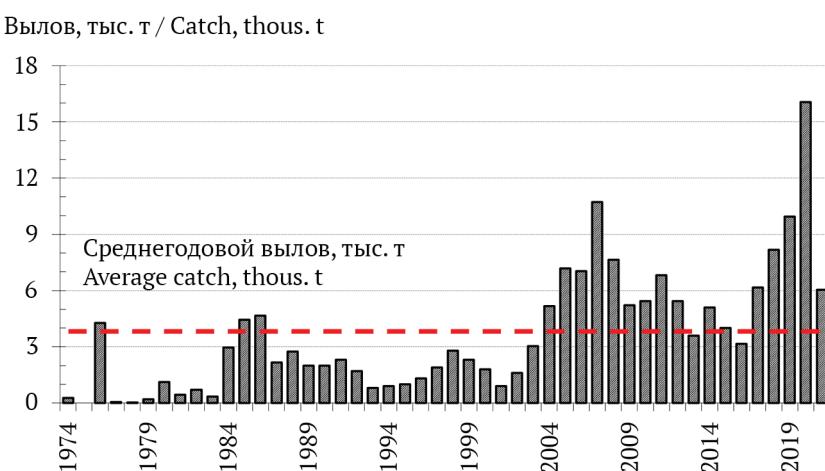


Рис. 5. Многолетняя динамика годовых уловов камбал Западно-Беринговоморской зоны в 1974–2021 гг.

Fig. 5. Long-term dynamics of the annual flatfish catches in the West Bering Sea zone in 1974–2021

качестве прилова при промысле минтая пелагическими тралями, в основном при работе флота в районе, прилегающем к линии разграничения ИЭЗ России и США.

Согласно данным официальной статистики, около 4,4% годовых уловов камбал в 2010–2021 гг. вылавливалось при их специализированном промысле пелагическими тралями. Наконец, примерно 7,1% от годовых уловов камбал Западно-Беринговоморской зоны добывалось в качестве прилова при специализированном лове трески снурреводами и около 10,9% суммарно как прилов, при тралово-снурреводном промысле всех остальных видов ВБР.

Если обратиться к пространственному распределению вылова камбал, то можно сделать заключение, что при их специализированном траловом и снурреводном лове (рис. 7А, Б, Г), а также в качестве прилова при специализированном донном траловом вылове трески (рис. 7Д), основным районом их добычи является участок от м. Олюторского примерно до 176° в. д. При этом часть траляний и заметов являются переходящими и захватывают небольшой участок Карагинской подзоны к западу от м. Олюторского. На долю этих четырех видов

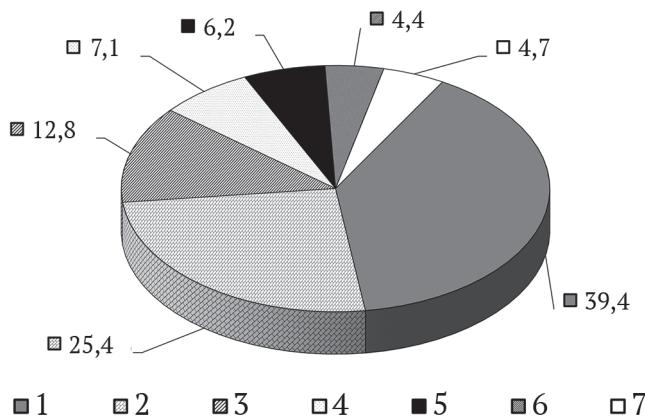


Рис. 6. Структура промысла камбал в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2021 гг. (в % от годового вылова). 1 – специализированный промысел камбал донными тралями; 2 – специализированный промысел снурреводами; 3 – прилов при промысле минтая пелагическими тралями; 4 – специализированный лов камбал пелагическими тралями; 5 – прилов при специализированном промысле трески донными тралями; 6 – прилов при промысле остальных видов снурреводами; 7 – прилов при траловом промысле остальных видов (суммарно донном и пелагическом)

Fig. 6. Structure of the flatfish fishery in the West Bering Sea zone in 2010–2021 (% in annual catch). 1 – specialized flatfish fishery with bottom trawls; 2 – specialized fishery with Danish seines; 3 – by-catch at the fishery for walleye pollock with pelagic trawls; 4 – specialized flatfish fishery with pelagic trawls; 5 – by-catch at the specialized fishery for Pacific cod with bottom trawls; 6 – by-catch at the fishery of the other species by Danish seines; 7 – by-catch at the trawl fishery for the other species (bottom plus pelagic)

промысла приходится около 80,1% от совокупного годового вылова камбал в Западно-Беринговоморской зоне. Исключение составляет лишь прилов камбал при специализированном промысле минтая пелагическими тралями (рис. 7В), который в основном сосредоточен в районе юго-восточнее мыса Наварин, прилегающем к линии разграничения ИЭЗ России и США.

Таким образом, около 77,1% от годовых уловов камбал в Западно-Беринговоморской зоне осваиваются всеми типами промысла на акватории от 169° в. д. в зал. Олюторском до 176° в. д. в Олюторско-Наваринском районе. Это свидетельствует о том, что значительные ресурсы камбал Анадырского залива, на долю которых, по данным донных траловых съемок, приходилось около 75% от промыслового запаса по Западно-Беринговоморской зоне, современным промыслом почти не используются.

Сезонная динамика современного промысла и видовой состав промысловых уловов. Результаты анализа помесячного распределения уловов камбал при специализированном траловом и снурреводном промысле (рис. 8А, Б, Г), а также в качестве прилова при снурреводном лове трески (рис. 8Д), показывают, что максимальные величины вылова и наибольшие глубины осуществления заметов и траляний наблюдались с января по апрель. И это позволяет предполагать, что целевым видом промысла во всех этих случаях являлась северная двухлинейная камбала, поскольку именно в этот период происходит формирование ее преднерестовых и нерестовых скоплений, которые концентрируются от 375 м в январе до 175 м – к концу нереста в апреле (Золотов и др., 2012).

Впоследствии, в мае–июне, по мере смещения особей на мелководье для нагула, промысловые показатели существенно снижаются и остаются на невысоком уровне вплоть до декабря. Заметим, что ранее аналогичная динамика отмечалась при анализе промысловой эксплуатации группировки двухлинейной камбалы, обитающей у юго-востока Камчатки и Северных Курильских островов (Золотов, Дубинина, 2013), доля которой в годовом вылове составляла около 78%.

К сходному выводу можно прийти, если проанализировать обобщенные материалы по видовому составу уловов камбал тралями и снурреводами по данным научных наблюдателей в 2001–2014 гг. (табл. 1). Так, доля двухлинейной камбалы в промысловых уловах донным тралом в первой половине года, на кото-

ую приходится период формирования преднерестовых скоплений и размножение, в районе от мыса Олюторского до 176° в. д. достигала 77,5%, а основными видами прилова являлись четырехбуторчатая и желтоперая камбала, на долю которых приходилось 10,9 и 10,0% от массы уловов соответственно. Напомним при этом, что в период с января по апрель в среднем осваивается около 92,8% от годовых уловов камбал данным орудием в Западно-Беринговоморской зоне.

Соотношение видов в промысловых уловах донных тралений в указанном районе во второй половине года заметно изменилось. Двухлинейная камбала по-прежнему оставалась доминирующим видом. Однако ее доля

сокращалась до 46,7%, а суммарный вклад прилова увеличивался и у преобладавших видов составлял: четырехбуторчатая камбала – 29,9%, желтоперая – 11,9%, палтусовидные – 8,2%.

В сноррреводных уловах в летний период в Олюторско-Наваринском районе основу составляла четырехбуторчатая камбала – 52,2%, а на долю двухлинейной приходилось 39,7%. Что же касается тралового лова на акватории восточнее 176° в. д. и восточнее, включая Анадырский залив, то и при донном специализированном промысле камбал, и в качестве прилова при добыче минтая доля северной двухлинейной камбалы в уловах в течение года варьировала в пределах 30–40%.

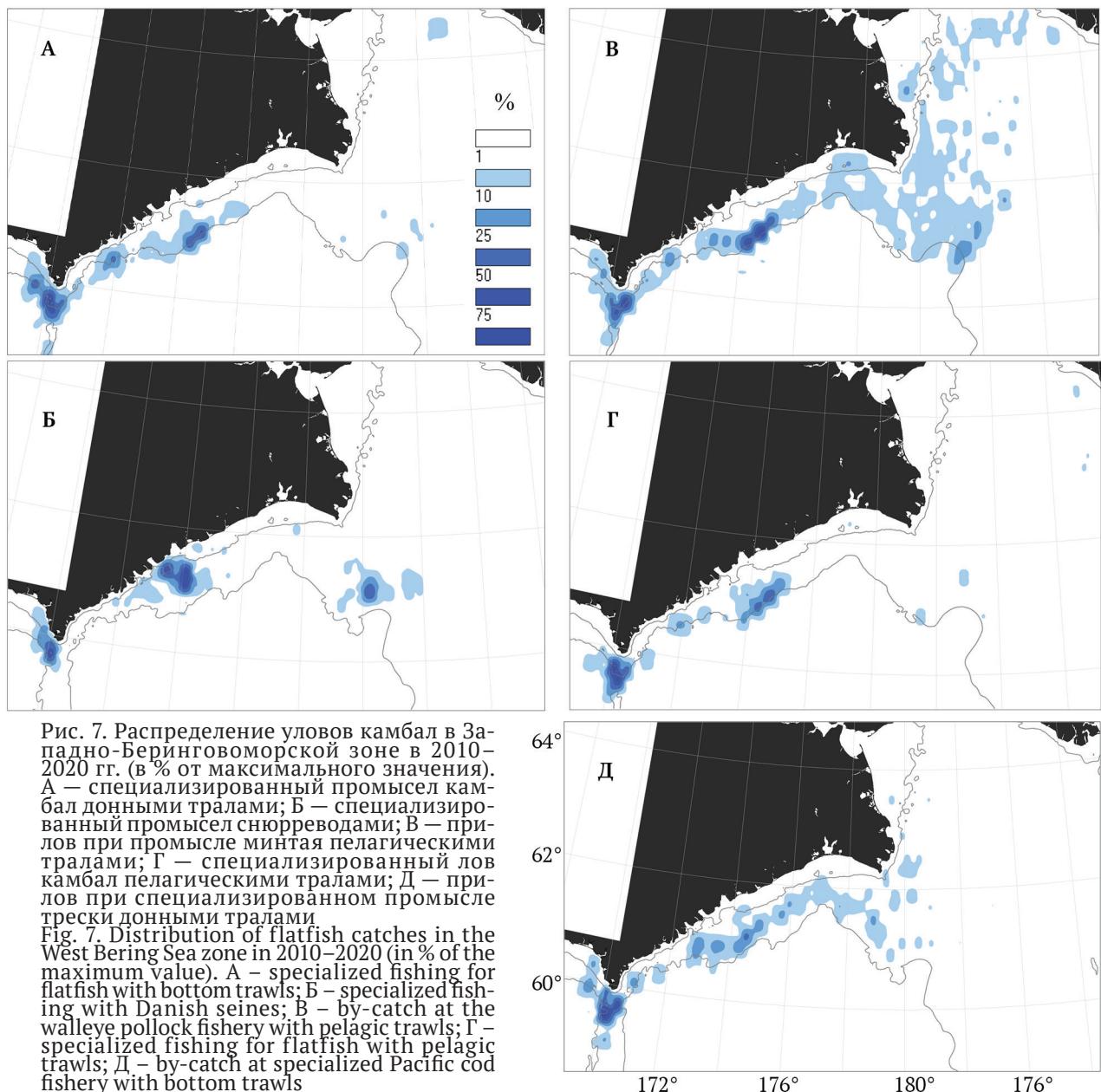


Рис. 7. Распределение уловов камбал в Западно-Беринговоморской зоне в 2010–2020 гг. (в % от максимального значения). А – специализированный промысел камбал донными тралами; Б – специализированный промысел сноррреводами; В – прилов при промысле минтая пелагическими тралами; Г – специализированный лов камбал пелагическими тралами; Д – прилов при специализированном промысле трески донными тралами.

Fig. 7. Distribution of flatfish catches in the West Bering Sea zone in 2010–2020 (in % of the maximum value). A – specialized fishing for flatfish with bottom trawls; Б – specialized fishing with Danish seines; В – by-catch at the walleye pollock fishery with pelagic trawls; Г – specialized fishing for flatfish with pelagic trawls; Д – by-catch at specialized Pacific cod fishery with bottom trawls

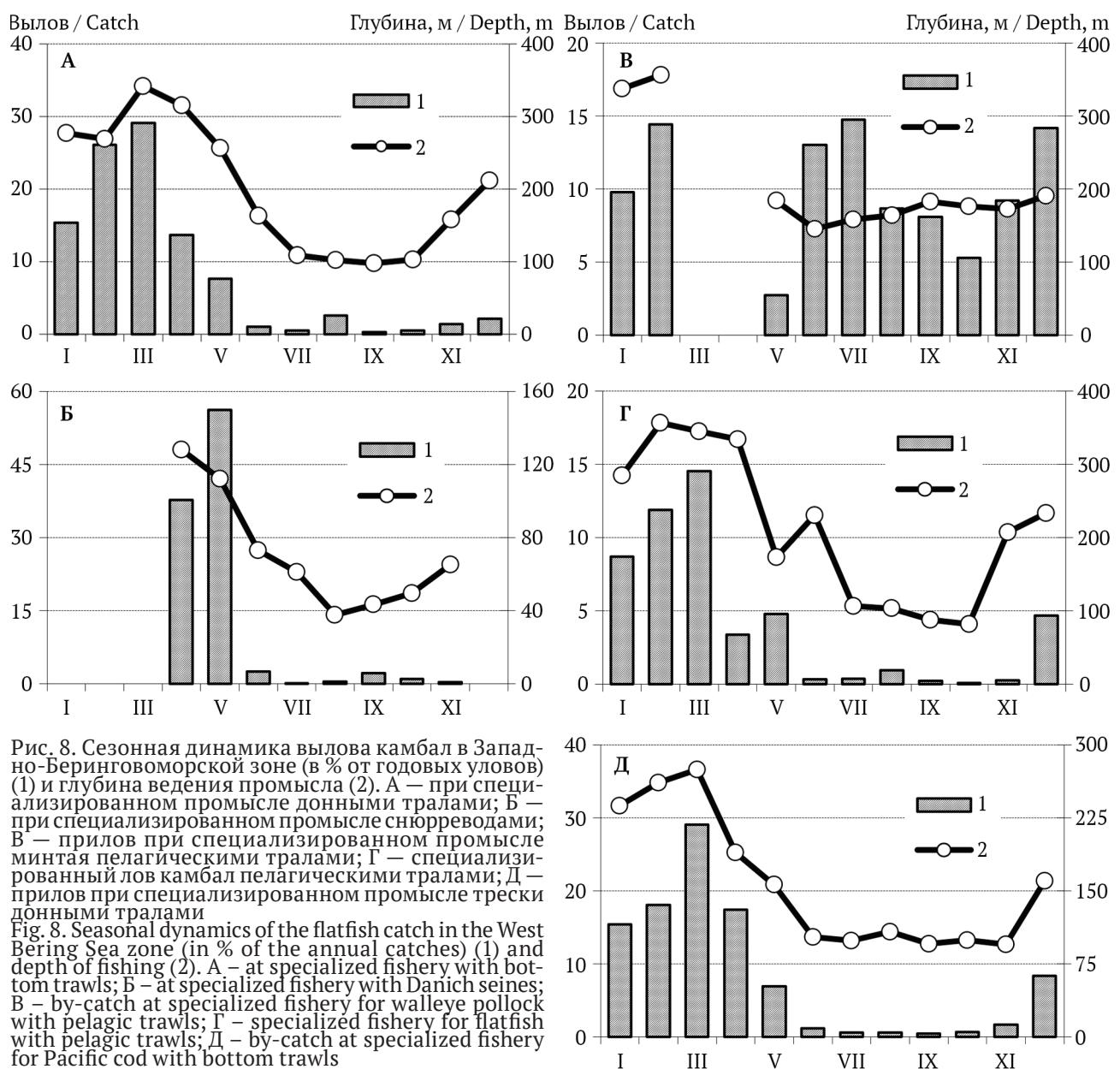


Рис. 8. Сезонная динамика вылова камбал в Западно-Беринговоморской зоне (в % от годовых уловов) (1) и глубина ведения промысла (2). А – при специализированном промысле донными тралями; Б – при специализированном промысле снюорреводами; В – прилов при специализированном промысле минтая пелагическими тралями; Г – специализированный лов камбал пелагическими тралями; Д – прилов при специализированном промысле трески донными тралями

Fig. 8. Seasonal dynamics of the flatfish catch in the West Bering Sea zone (in % of the annual catches) (1) and depth of fishing (2). A – at specialized fishery with bottom trawls; B – at specialized fishery with Danich seines; C – by-catch at specialized fishery for walleye pollock with pelagic trawls; D – specialized fishery for flatfish with pelagic trawls; E – by-catch at specialized fishery for Pacific cod with bottom trawls

Таблица 1. Видовой состав промысловых уловов камбал Западно-Беринговоморской зоны по данным научных наблюдателей в 1996–2021 гг. (в % от массы)
Table 1. Species composition of flatfish commercial catches in the West Bering Sea zone on the data of scientific observers for 1996–2021 (% in weight)

Вид Species	Донные трали Bottom trawls			Снюорреводы Danish seines	Разноглубинные трали Midwater trawls
	1 Весна Spring	1 Осень Autumn	2 Осень Autumn		
	Лето Summer	В среднем за год Average annual			
Двухлинейная / Northern rock sole	77,49	46,67	32,93	39,73	39,11
Четырехбугорчатая / Alaska plaice	10,87	29,93	19,43	52,16	30,58
Желтоперая / Yellowfin sole	10,03	11,89	1,31	5,66	–
Сахалинская / Sakhalin sole	0,85	0,32	0,01	–	–
Звездчатая / Starry flounder	0,60	2,03	–	–	–
Палтусовидные / Flathead sole	0,10	8,22	45,30	1,78	30,31
Длинноперый малорот / Rex sole	0,05	0,09	–	–	–
Хоботная / Longhead dab	0,01	0,85	1,02	0,67	–

Примечание: 1 – район от мыса Олюторского до 176° с. ш., 2 – район восточнее 176° в. д.; Весна – период с февраля по май, Лето – с июня по август, Осень – с сентября по ноябрь
Note: 1 – from the Cape Olyutor to 176°N, 2 – eastward from 176°E; Spring – from February to May, Summer – from June to August, Autumn – from September to November

В целом, если осреднить приведенные выше данные по вылову с учетом вклада каждого из видов промысла (см. рис. 6), видового состава уловов (табл. 1) и сезонной динамики вылова (рис. 8), то окажется, что в 2010–2021 гг. средняя доля северной двухлинейной камбалы в годовом вылове составляла 53,1%. Следовательно, этот вид обеспечивал более половины промысловых уловов камбал.

Для наглядности мы объединили оценки общего и промыслового запасов камбал Западно-Беринговоморской зоны для основных промысловых видов, полученные по результатам донных траловых исследований 2020 г., с результатами промысла за тот же период и представили их в табличной форме (табл. 2). Как можно видеть, наблюдается значительный дисбаланс между потенциально доступными для эксплуатации ресурсами четырехбугорчатой и палтусовидных камбал и их промысловым изъятием.

Так, при том, что вклад первой в 2020 г. в суммарную промысловую биомассу составлял 34,5%, а палтусовидных камбал суммарно – 39,1%, их фактический вылов за этот год оценен величиной 2,8 и 0,33 тыс. т соответственно. Или в терминах коэффициента, определенного как отношение вылова к промысловой биомассе эксплуатации (Рикер, 1979), 3,02 и 0,32% соответственно.

С другой стороны, доля северной двухлинейной камбалы в суммарном промысловом запасе по оценкам 2020 г. не превышала 20%, ее вылов составил 9,25 тыс. т, или 57,6% от годового вылова. Иными словами, вид, вклад которого в суммарный объем промысловых ресурсов не превышал одной пятой части, обеспечивал почти две трети вылова. Коэффициент эксплуатации ее запасов был, соответственно, максимальным – 17,45%.

Таким образом, определение величины допустимого изъятия на основе суммарной (потенциальной) биомассы всех видов камбал За-

падно-Беринговоморской зоны по данным донных траловых съемок, как это делалось ранее, исходя из особенностей современного промысла, приводит к ситуации, когда целевой вид, северная двухлинейная камбала, эксплуатируется с максимальной интенсивностью, а «второстепенные» – недоосваиваются. И если численность двухлинейной камбалы пойдет на спад, ситуация будет лишь усугубляться.

Исходя из изложенного, оптимальная схема оценки допустимого изъятия камбал Западно-Беринговоморской зоны представляется следующей:

– оценка текущей промысловой биомассы основного целевого вида, северной двухлинейной камбалы, когортными методами и прогноз состояния ее запасов с необходимой заголовленностью;

– оценка ориентиров управления промыслом двухлинейной камбалы, разработка правил его регулирования и определение допустимого изъятия на основе данного ПРП;

– расчет прилова «второстепенных» видов камбал на основе многолетнего вклада в промысловые уловы и определение суммарного допустимого объема вылова.

Оценка запасов северной двухлинейной камбалы когортными методами. Для оценки промыслового и нерестового запаса когортными методами были использованы данные по размерно-возрастному составу донных траловых уловов. Заметим, что в целом этот состав довольно существенно зависит от того, собран он из уловов научных или промысловых тралений (рис. 9).

Как можно видеть, при осуществлении тралений в период научных съемок донными тралами с мелкоячеистой вставкой в уловах существует значительное число молоди, тогда как промысловые траловые и снурреводные уловы в большей степени представлены взрослыми рыбами. Из этого становится очевидным, что для корректного составления матрицы уло-

Таблица 2. Структура общего и промыслового запаса, годового вылова и оценка коэффициентов эксплуатации основных видов камбал Западно-Беринговоморской зоны в 2020 г.
Table 2. Structure of the total and commercial stocks, annual catch and the exploitation rate for major flatfish species of the West Bering Sea zone in 2020

Объект промысла Object of fishing	Общая биомасса, тыс. т Total bio-mass, thous. t	Промысловая биомасса, тыс. т Commercial bio-mass, thous. t	Доля в промысловом запасе, % Proportion in the commercial stock, %	Вылов, тыс. т Catch, thous. t	Коэффициент эксплуатации, % Exploitation rate, %
Двухлинейная камбала Northern rock sole	59,9	53,0	19,9	9,25	17,45
Палтусовидные камбалы Flathead soles	130,7	103,8	39,1	0,33	0,32
Четырехбугорчатая камбала Alaska plaice	92,8	91,8	34,5	2,78	3,03

вов по возрастам, являющейся основой для когортных расчетов, приоритетным является использование данных именно из промысловых уловов.

Если проанализировать размерно-возрастной состав промысловых тралевых уловов в последнее десятилетие, то можно отметить, что в 2021 г. основу составляли 4–7-годовики длиной 24–30 см, на долю которых приходилось свыше 60% по численности. Обычно же в весенний период основу тралевых уловов составляют 6–10-годовики длиной 28–36 см (рис. 10, 11).

Как можно видеть, в Западно-Берингоморской зоне молодь двухлинейной камбалы длиной менее промысловой меры (21 см по AD) в уловах практически не представлена. Ее доля в последнее десятилетие изменялась от 1,9 до 12,5% и в среднем составляла около 3,2%. Исключение составил лишь 2021 г., когда доля таких рыб достигала 27,1%. В целом же можно отметить стабильность размерно-возрастного состава группировки северной двухлинейной камбалы, обитающей на западноберингоморском шельфе. Средняя доля взрослых рыб в уловах возрастом от семи полных лет и старше составляла около 78%, средняя длина особей варьировала в пределах от 27,6 до 37,4 см, средний возраст – от 6,4 до 10,3 года, что косвенно свидетельствует об отсутствии негативных тенденций в запасе.

Для ретроспективного анализа динамики численности двухлинейной камбалы Западно-Берингоморской зоны был выбран метод ВПА (Darby, Flatman, 1994). В качестве входной информации для модели использовали (рис. 12):

– матрицу уловов (тыс. экз.) по возрастам (от 3 до 19 полных лет) и годам промысла (от 1974 г. до 2021 г.);

– среднемноголетние значения массы, доли половозрелых рыб и доли рыб промыслового размера по возрастам, рассчитанные по данным полных биологических анализов (ПБА);

– мгновенные коэффициенты естественной смертности по возрастным группам, по результатам определений возраста по отолитам.

Многолетняя ретроспективная динамика промысловой (fishery stock biomass – FSB) биомассы северной двухлинейной камбалы Западно-Берингоморской зоны по данным когортного моделирования представлена на рисунке 13. Как можно видеть, после периода низкого уровня запасов в середине 1970-х годов к 1990-м годам биомасса популяции существенно выросла и в 2000 г. достигла своего максимума, после чего наступил период постепенного снижения и к 2021 г. запасы вышли на среднемноголетний уровень. Для сравнения на рисунке 14 показана ретроспективная динамика промысловой биомассы северной двухлинейной камбалы для ее группировок в смежных районах: в юго-восточной части Берингова моря и залива Аляска (Bryan, Palsson, 2022; McGilliard, 2022).

Оценки нерестовой и промысловой биомассы северной двухлинейной камбалы Западно-Берингоморской зоны на 2021 г., полученные методом ВПА и используемые нами ниже для дальнейших расчетов допустимого изъятия, составили $40,4 \pm 4,9$ и $52,6 \pm 6,9$ тыс. т соответственно.

Определение биологических и промысловых ориентиров управления промыслом двухлинейной камбалы и правило его регулирования. Выбор ори-

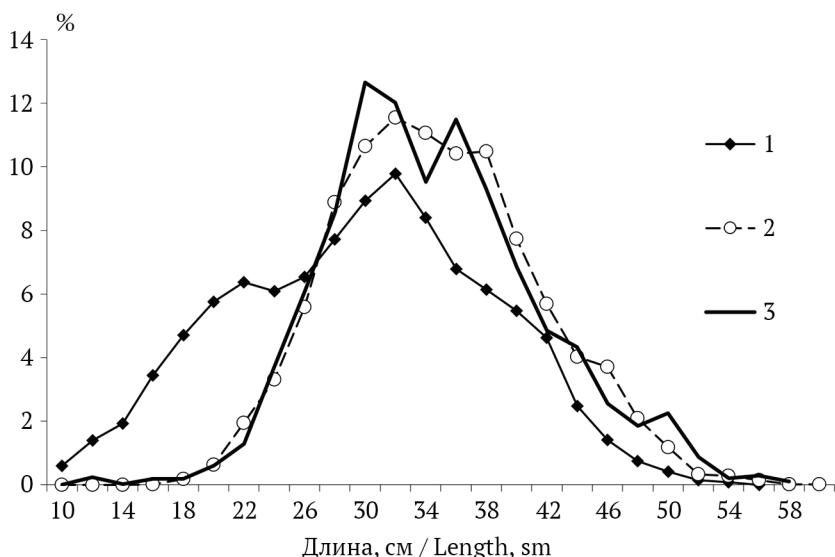


Рис. 9. Среднемноголетний размерный состав уловов северной двухлинейной камбалы Западно-Берингоморской зоны по данным исследований в 1974–2021 гг. 1 – донные тралы с мелкоячеистой вставкой в период научных съемок; 2 – донные тралы (промышленные); 3 – снуррреводы (промышленные)

Fig. 9. Long-term average composition of the catches of northern rock sole in the West Bering Sea zone on the survey data for 1974–2021. 1 – at the surveys with bottom trawl with section of small-sized mesh; 2 – at the fishery with bottom trawls; 3 – at the fishery with Danish seines

ентиров управления промыслом камбалы Западно-Беринговоморской зоны был выполнен в рамках «предосторожного подхода» к управлению промысловыми запасами рыб (Бабаян, 2000), который предполагает дифференцированный выбор уровня эксплуатации в зависимости от текущего состояния популяции.

Целью (стратегией) управления промыслом камбалы Западно-Беринговоморской зоны можно обозначить обеспечение такого уровня про-

мысловой эксплуатации, который, с одной стороны, не ограничивает возможность расширенного воспроизводства запаса и способствует поддержанию его нерестовой биомассы в рамках оптимального диапазона, а с другой — максимально удовлетворяет запросам рыбной промышленности.

Важным моментом при реализации выбранной стратегии управления является выбор оптимального типа ПРП, как можно более со-

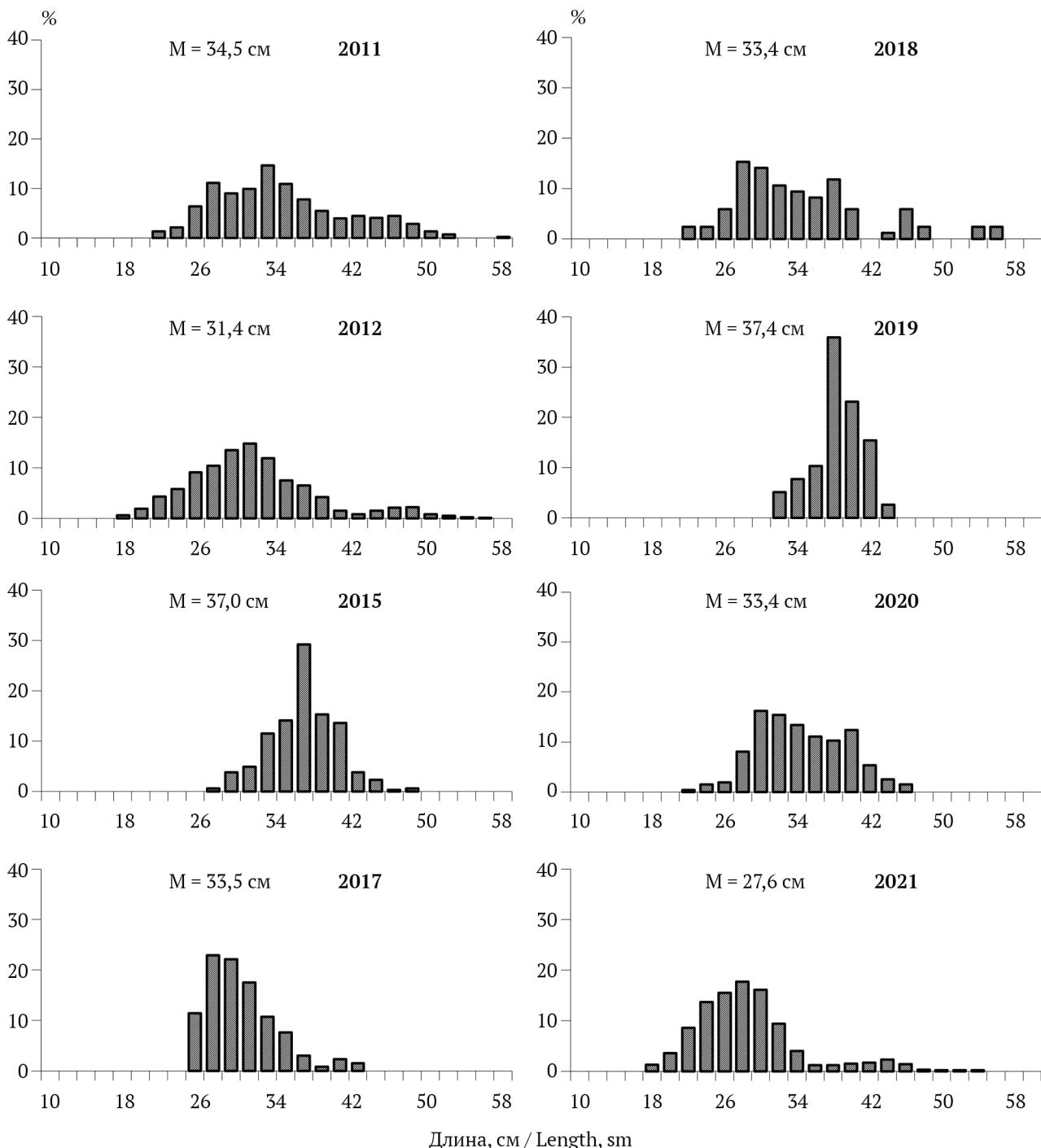


Рис. 10. Размерный состав промысловых траловых уловов северной двухлинейной камбалы Западно-Беринговоморской зоны в 2011–2021 гг. Указана средняя длина рыб в уловах
Fig. 10. Size composition of commercial trawl catches of northern rock sole in the West Bering Sea zone in 2011–2021. Average body length of fish in the catches is given

ответствующего сложившейся фактической структуре запаса и промысла. К настоящему моменту разработано довольно много типов ПРП, использующихся для определения допустимого изъятия ВБР. Примеры некоторых из них приведены на рисунке 15.

В настоящий момент для регулирования промысла большинства запасов камбал в Дальневосточном бассейне успешно используется каноническое кусочно-линейное ПРП (рис. 15А),

в котором отдельно выделяется граничный ориентир по нерестовой биомассе целевого вида (B_{lim}). При снижении запаса ниже этого показателя промысел, как правило, прекращается, а изъятие организуется на минимальном уровне, только для обеспечения научного мониторинга.

По такому принципу в настоящий момент осуществляется управление промыслом камбал Карагинской, Петропавловско-Командорской, Восточно- и Западно-Сахалинской под-

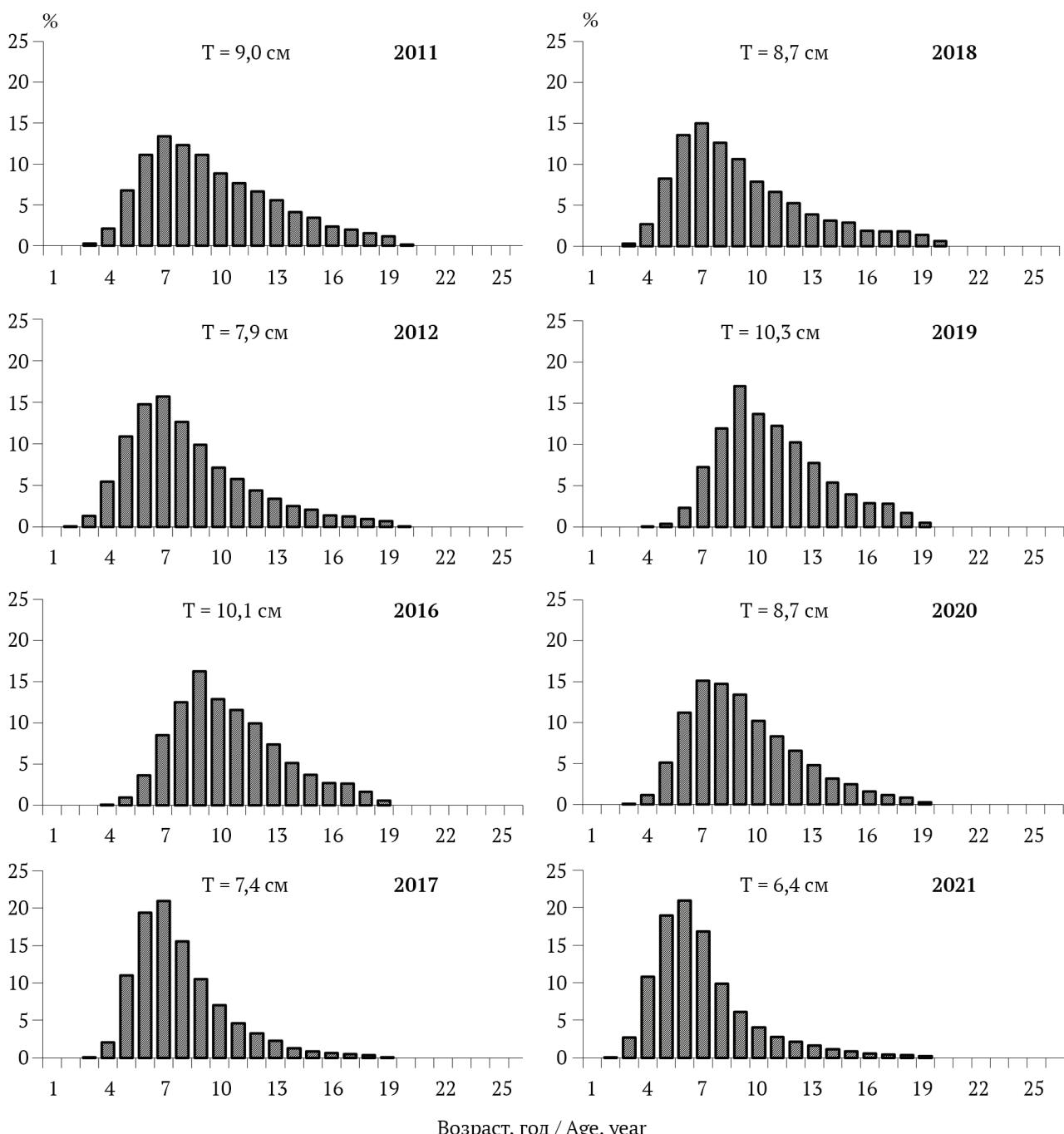


Рис. 11. Возрастной состав донных траловых уловов северной двухлинейной камбалы Западно-Берингово-воморской зоны в 2011–2021 гг. Указан средний возраст рыб в уловах
Fig. 11. Age composition of northern rock sole in the bottom trawl catches in the West Bering Sea zone in 2011–2021. Average age of fish in the catches is given

зон и Северо- и Южно-Курильской зон (Золотов, 2008, 2010; Золотов, Захаров, 2008; Золотов, Дубинина, 2013, 2017; Золотов и др., 2014). Однако такой подход, по нашему мнению, целе-

сообразен тогда, когда преобладающий (целевой) вид камбал в уловах доминирует и в запасе. Ситуация в Западно-Беринговоморской зоне несколько отличается. Как было показано

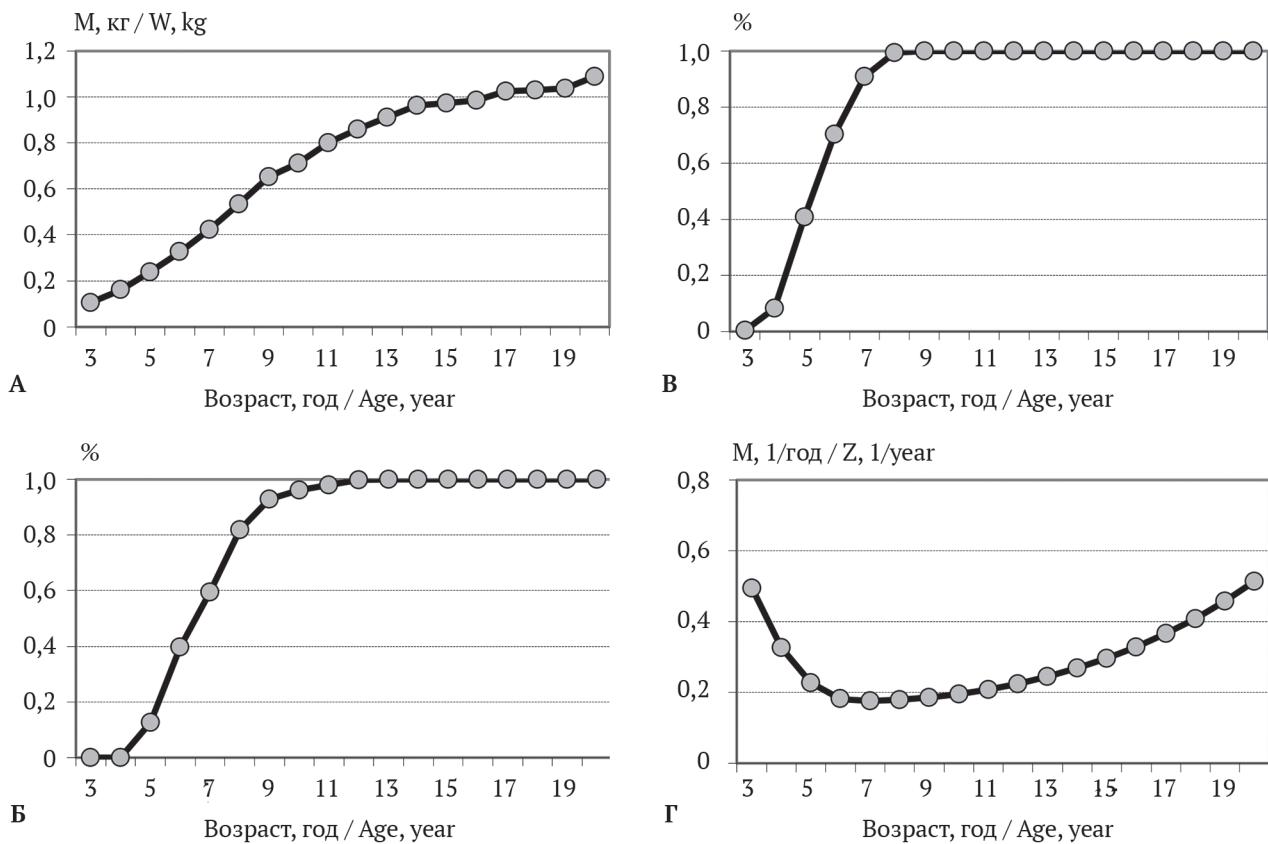


Рис. 12. Параметры, используемые при оценке численности и биомассы северной двухлинейной камбалы Западно-Беринговоморской зоны. А — масса рыб по возрастным группам, Б — доля рыб, достигших промыслового размера, Г — мгновенные коэффициенты естественной смертности

Fig. 12. Parameters used in assessment of stock abundance and biomass of northern rock sole in the West Bering Sea zone. A – body weight by age groups, B – proportion of mature fish, C – instant natural mortality rates

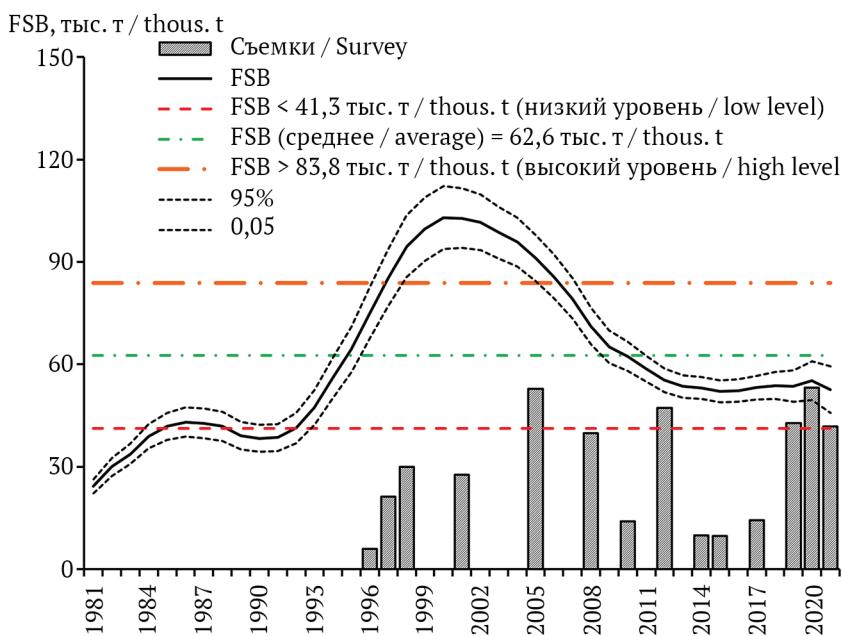


Рис. 13. Многолетняя динамика промысловой биомассы северной двухлинейной камбалы Западно-Беринговоморской зоны по результатам ВПА в сопоставлении с данными съемок

Fig. 13. Long-term dynamics of commercial biomass of northern rock sole in the West Bering Sea zone based on VPA results compared with survey data

выше, доля целевого вида — северной двухлинейной камбалы — в годовых уловах в этом районе составляет более половины, тогда как в общей биомассе — около 20%.

Таким образом, снижение промысловой биомассы целевого вида ниже граничных значений с введением ограниченного режима эксплуатации в рамках только лишь научных исследований и дальнейшее определение возможного прилова «второстепенных» видов по долевым соотношениям в промысловых уловах автоматически приведет к масштабным ограничениям всего промысла камбал. Тогда как состояние запасов других «второстепенных» видов может и не быть критическим.

В этой связи представляется, что для регулирования вылова северной двухлинейной камбалы Западно-Беринговоморской зоны бо-

лее приемлемым является использование кусочно-линейного ПРП без граничного ориентира по биомассе (рис. 15Б). При снижении же ее нерестовой биомассы до критических значений представляется целесообразным использование других «административных» ограничений на промысел целевого вида, например, включающий запреты на добычу в период размножения или закрытие для специализированного лова районов воспроизводства двухлинейной камбалы у м. Олюторского. В этом случае потенциальная возможность рыбодобывающего флота для освоения запасов других камбал Западно-Беринговоморской зоны сохранится.

Очевидно, для определенности, необходимо оценить это критическое значение в явном виде. Полагаем, что целесообразнее всего это сделать по аналогии с расчетом граничного

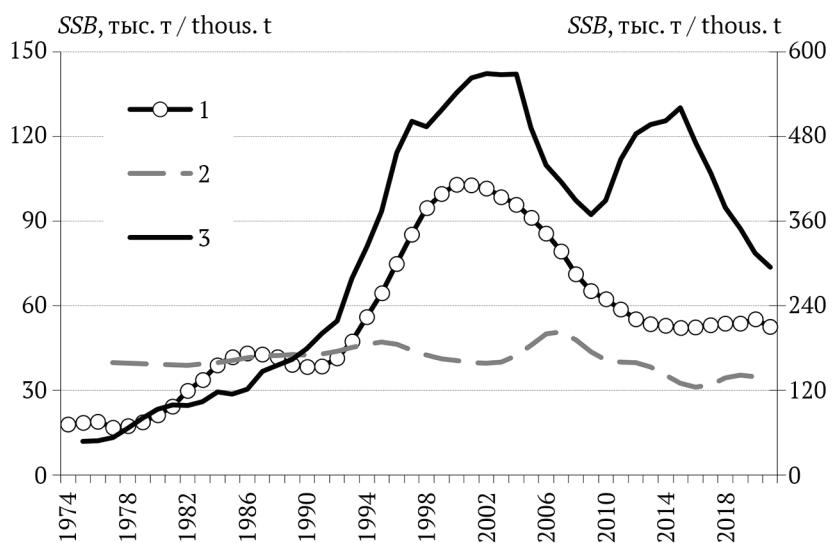


Рис. 14. Многолетняя динамика запасов северной двухлинейной камбалы в Западно-Беринговоморской зоне (наши данные), в юго-восточной части Берингова моря и в заливе Аляска (Bryan, Palsson, 2022; McGilliard, 2022). 1 — Западно-Беринговоморская зона (шкала слева), 2 — юго-восточная часть Берингова моря (шкала справа), 3 — зал. Аляска (шкала слева)
Fig. 14. Long-term dynamics of the northern rock sole stock in the West Bering Sea zone (our data), in the Southeast Bering Sea and in the Gulf of Alaska (Bryan, Palsson, 2022; McGilliard, 2022). 1 — West Bering Sea zone (scale from left), 2 — Southeast Bering Sea (scale from right), 3 — Gulf of Alaska (scale from left)

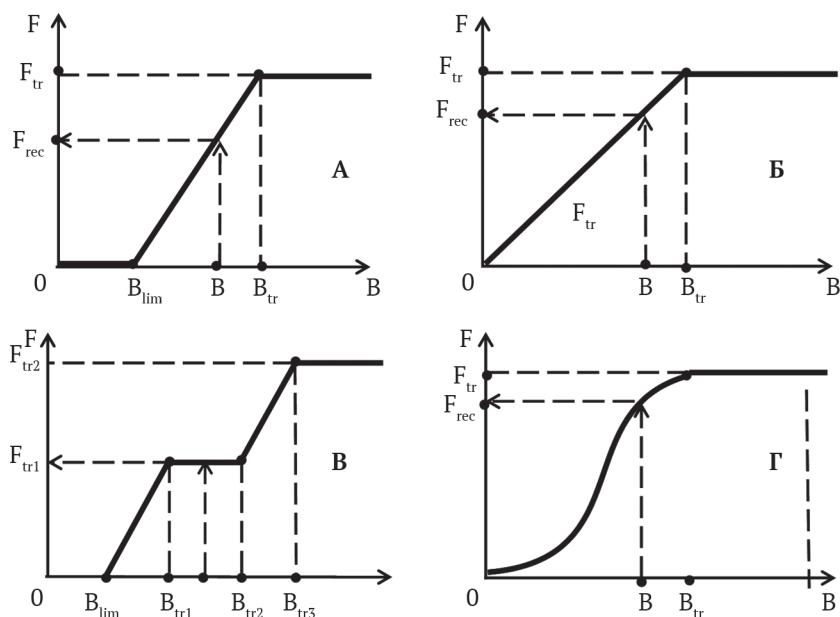


Рис. 15. Некоторые виды ПРП (Бабаев, 2000, 2004). А — каноническое кусочно-линейное ПРП, Б — каноническое кусочно-линейное ПРП, В — кусочно-линейное ПРП для сильно флюктуирующих запасов, Г — комбинированное ПРП без граничного ориентира по биомассе
Fig. 15. Some types of HCRs (Babaev, 2000, 2004). A — canonic piecewise-linear modeling, B — canonic piecewise-linear modeling, В — piecewise-linear modeling for widely fluctuating stocks, Г — combined modeling without B_{lim}

ориентира SSB_{lim} (Бабаян, 2000), на уровне верхней границы 95%-го доверительного интервала для минимального значения нерестовой биомассы, определенного по результатам ретроспективных расчетов ВПА. Эта величина оценина на уровне 16,6 тыс. т, при снижении нерестовой биомассы двухлинейной камбалы ниже этого значения необходимо вводить меры ограничительного характера.

Исходя из изложенного, для реализации кусочно-линейного ПРП без граничного ориентира по биомассе (рис. 15Б) для двухлинейной камбалы Западно-Беринговоморской зоны необходимо было определить три ориентира управления: граничный и целевой по промысловой смертности — F_{lim} и F_{tr} , а также целевой по нерестовой биомассе — SSB_{tr} .

Методология оценки данных ориентиров управления достаточно подробно изложена в современной научной литературе (Бабаян, 2000; Бабаян и др., 2018), поэтому в рамках настоящей работы детализацию расчетов их величин для двухлинейной камбалы Западно-Беринговоморской зоны мы не приводим. Однако заметим, что в качестве граничного ориентира по промысловой смертности F_{lim} , определяющего рубеж, за которым возрастает риск перелова по росту, взят параметр $F_{01-max} = 0,37$, определенный аналитическим методом по максимуму кривой улова на рекрута. В терминах коэффициента эксплуатации эта величина эквивалентна $U = 30,9\% \approx 31\%$.

Целевой ориентир по нерестовой биомассе SSB_{tr} , при превышении которого возможно максимальное изъятие, определили как произведение значения SSB/R , соответствующего параметру F_{med} (мгновенному коэффициенту промысловой смертности, при котором относительный прирост биомассы нересто-

вого запаса за счет пополнения в половине наблюденных случаев компенсирует его убыль от естественных причин и промысла), на среднемноголетнюю величину пополнения. Согласно нашим расчетам, оценка целевого ориентира по нерестовой биомассе составила $SSB_{tr} \approx 37$ тыс. т.

Учитывая, что промысел камбал в Западно-Беринговоморской зоне является многовидовым, для того чтобы снизить вероятность возникновения ситуации с искусственным ограничением промысла, целевой ориентир по промысловой смертности установили на уровне $F_{40\%} = 0,211$, при котором нерестовый потенциал по нормированной зависимости SSB/R^* составляет 40% от максимального. Такой ориентир довольно часто используется в регулировании запасов донных рыб (Бабаян, 2000). В терминах коэффициента эксплуатации исходный целевой ориентир составит $U_{tr} = 19,0\%$.

С учетом приведенной выше информации, в аналитической форме правило регулирования промысла северной двухлинейной камбалы Западно-Беринговоморской зоны может быть сформулировано следующим образом:

$$\left. \begin{array}{l} U = 0,513 \times SSB, \text{ при } SSB \leq 37,0 \text{ тыс. т} \\ U = 19\%, \text{ при } SSB > 37,0 \text{ тыс. т} \end{array} \right\},$$

где SSB — нерестовая биомасса, U — коэффициент эксплуатации.

Мы попытались в графической форме отразить в ретроспективе особенности эксплуатации запаса двухлинейной камбалы, а также смоделировать его состояние в границах выбранного ПРП на ближайшее десятилетие (рис. 16). При этом придерживались следующих допущений: пополнение будет соответствовать среднемноголетнему уровню, вылов будет определяться по сформулированным выше принципам.

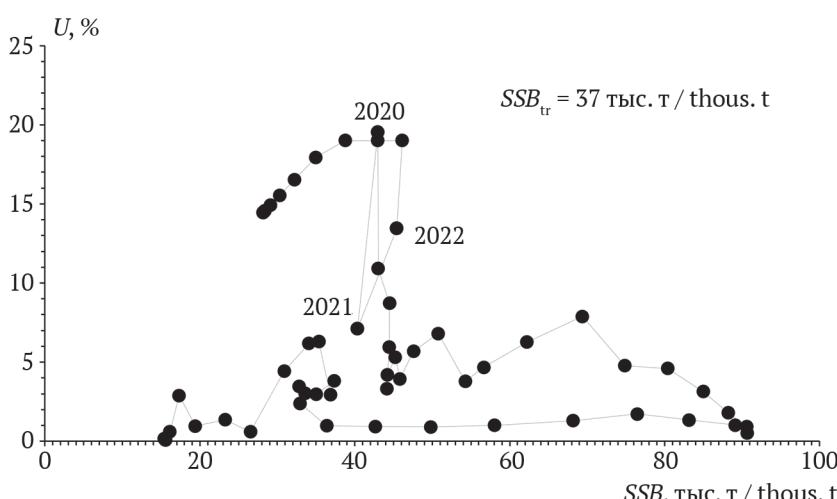


Рис. 16. Результаты моделирования состояния запаса северной двухлинейной камбалы Западно-Беринговоморской зоны в границах разработанного ПРП
Fig. 16. Results of modeling the stock condition for northern rock sole of the West Bering Sea zone within the framework of the developed HCR

Как можно видеть, в ретроспективе коэффициент эксплуатации, за исключением 2020 г., был ниже целевого ориентира управления и ни разу не превышал граничного значения на уровне 31%. Кроме того, даже при отсутствии в запасе северной двухлинейной камбалы генераций повышенной численности, его текущий уровень позволит до 2025 г. эксплуатировать его с максимальной интенсивностью. После 2025 г. использование предлагаемого ПРП должно способствовать стабилизации нерестового запаса в пределах 28–33 тыс. т.

В заключение мы оценили уровень допустимого изъятия, который мог бы быть рекомендован при промысле всех видов камбал Западно-Беринговоморской зоны на 2023 г., с учетом всех элементов и в рамках схемы расчетов, предложенной в настоящей работе. Прогнозируемая величина нерестовой биомассы северной двухлинейной камбалы на 2023 г., оцененная с помощью процедуры ВПА, составила 40,4 тыс. т. Эта оценка выше целевого ориентира по биомассе и соответствует области эксплуатации без ограничений. Рекомендуемый уровень промыслового изъятия составляет $U = 19\%$.

При оценке промысловой биомассы двухлинейной камбалы, равной 52,6 тыс. т, объем ее допустимого изъятия составляет $52,6 \times 0,19 = 9,994 \approx 10,0$ тыс. т. Поскольку, с учетом сложившейся структуры промысла в 2010–2021 гг., видового состава уловов и сезонной динамики вылова, средняя доля северной двухлинейной камбалы в годовом вылове составляла 53,1%, то общий объем допустимого вылова камбал Западно-Беринговоморской зоны, с учетом возможного прилова других «второстепенных» видов прилова, может составить $10/0,53 = 18,868 \approx 19$ тыс. т.

Эта величина несколько ниже среднего значения рекомендованного вылова в 2010–2021 гг. (22,3 тыс. т), но она примерно в пять раз выше среднемноголетнего вылова и превышает исторический максимум годовых уловов камбал данного района, достигнутый в 2020 г. В целом полученный результат адекватен современным запросам рыбной промышленности к сырьевой базе камбал Западно-Беринговоморской зоны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании полученных результатов можно заключить, что основу запасов камбал Западно-Беринговоморской зоны формируют палтусовидные, четырехбугорчатая и северная двухлинейная камбалы, на долю которых в 2001–

2021 гг. в среднем приходилось 40,3, 35,1 и 19,6% общей биомассы соответственно. Оставшиеся 5% составляли виды прилова: желтоперая, сахалинская, хоботная и звездчатая камбалы и длинноперый малорот. Почти три четверти учтенных запасов камбал Западно-Беринговоморской зоны приходилось на Анадырский залив. В данном районе учитывалось от 70 до 90% общей биомассы четырехбугорчатой, палтусовидных и сахалинской камбал и около половины — двухлинейной и хоботной.

В целом по данным съемок состояние комплекса камбал Западно-Беринговоморской зоны в 2001–2021 гг. оставалось относительно стабильным, с небольшой тенденцией запасов к росту. Оценки общей биомассы увеличились со 153 тыс. т в 2001 г. до 230–305 тыс. т в 2020–2021 гг. Среднемноголетняя величина составила $219,3 \pm 45,3$ тыс. т.

Анализ современного промысла камбал в Западно-Беринговоморской зоне показал, что основной вклад в годовые уловы обеспечивается за счет их специализированного промысла донными тралями (39,4%) и снурреводами (25,4%), еще около 12,8% добывается в качестве прилова при промысле минтая пелагическими тралями, остальное — при тралево-снурреводном лове других объектов. Около 77,1% от годовых уловов камбал, декларируемых в Западно-Беринговоморской зоне, осваиваются всеми типами промысла на акватории от 169° в. д. в зал. Олюторском до 176° в. д. в Олюторско-Наваринском районе. Значительные ресурсы камбал Анадырского залива промыслом не используются.

Исходя из анализа годовой добычи камбал по видам промысла, видового состава их уловов и сезонной динамики вылова, следует, что средняя доля северной двухлинейной камбалы в суммарных годовых уловах составляла около 53,1%.

Оптимальная схема оценки допустимого изъятия камбал Западно-Беринговоморской зоны включает расчет промысловой биомассы двухлинейной камбалы когортными методами, разработку правила регулирования ее промысла, оценку ее допустимого изъятия на основе данного ПРП и расчет возможного прилова «второстепенных» видов камбал на основе многолетнего вклада в промысловые уловы.

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 or involving humans. Bibliographic references to all data of other authors used in the review are formatted in accordance with the state standards (GOST). The authors declare that they have no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ AUTHOR CONTRIBUTIONS

Авторы в равной мере участвовали в сборе и обработке данных, обсуждении полученных результатов и написании статьи.

The authors jointly collected, processed and analyzed the data, discussed the results and wrote the text of article, with equal contribution.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Атлас количественного распределения нектона в западной части Берингова моря. 2006. Под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. М.: Нац. рыбные ресурсы. 1072 с.

Бабаян В.К. 2000. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). Анализ и рекомендации по применению. М.: ВНИРО. 192 с.

Бабаян В.К. 2004. Альтернативные методы оценки рекомендуемой интенсивности промысла при расчете ОДУ // Рыбное хозяйство. № 4. С. 18–20.

Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Ильин О.И., Ковалев Ю.А., Михайлов А.И., Михеев А.А., Петухова Н.Г., Сафаралиев И.А., Четыркин А.А., Шереметьев А.Д. 2018. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. М.: ВНИРО. 312 с.

Балыкин П.А. 2006. Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря. М.: ВНИРО. 143 с.

Бизиков В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2007. Географическая информационная система «Картомастер» // Рыбное хозяйство. № 1. С. 96–99.

Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: ТИНРО-Центр. 217 с.

Датский А.В. 2019. Сырьевая база рыболовства и ее использование в российских водах Берингова моря. Сообщение 2. Межгодовая динамика прогнозируемого и фактического вылова водных биологических ресурсов на современном этапе и в исторической перспективе // Тр. ВНИРО. Т. 177. С. 70–122.

Датский А.В., Андронов П.Ю. 2007. Ихтиоцен верхнего шельфа северо-западной части Берингова моря. Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 261 с.

Дубинина А.Ю., Золотов А.О. 2012. Плодовитость и созревание северной двухлинейной камбалы *Lepidopsetta polyxystra* Orr et Matarese (2000) тихоокеанских вод Камчатки // Изв. ТИНРО. Т. 172. С. 119–132.

Золотов А.О. 2007. О предельном возрасте камбал (Pleuronectidae) Охотского и Берингова морей и тихоокеанского побережья Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Матер. VIII науч. конф. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 251–253.

Золотов А.О. 2008. Моделирование оптимального режима промысла желтоперой камбалы западной части Берингова моря // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. Вып. 11. С. 100–105.

Золотов А.О. 2010. Камбалы западной части Берингова моря: динамика численности и особенности биологии: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток. 20 с.

Золотов А.О. 2021. Современный специализированный промысел морских рыб в западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. Т. 201. Вып. 1. С. 76–101.

Золотов А.О., Захаров Д.В. 2008. Камбалы тихоокеанского побережья Камчатки: запасы и промысел // Рыбное хозяйство. № 3. С. 44–47.

Золотов А.О., Буслов А.В. 2005. Обзор современного промысла камбал (Pleuronectidae) прикамчатских вод и некоторые аспекты их лова снурреводами // Вопр. рыболовства. Т. 6. № 3 (23). С. 499–517.

Золотов А.О., Дубинина А.Ю. 2012. Линейный рост северной двухлинейной камбалы *Lepidopsetta polyxystra* Orr et Matarese (2000) в прикамчатских водах // Изв. ТИНРО. Т. 171. С. 97–120.

Золотов А.О., Дубинина А.Ю. 2013. Современное состояние запасов камбал тихоокеанского шельфа Камчатки и Северных Курил и проблемы регулирования их промысла // Тр. СахНИРО. Т. 14. С. 17–35.

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 (3–6 октября 2017 г., Петропавловск-Камчатский). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 62–73.

Золотов А.О., Дубинина А.Ю., Мельник Д.Я. 2012. Распределение и сезонные миграции северной двухлинейной камбалы *Lepidotsetta polyxystra* Orr et Matarese (2000) на тихоокеанском шельфе Камчатки и Северных Курил // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. Вып. 26. С. 53–68.

Золотов А.О., Смирнов А.В., Баранчук-Червонный Л.Н., Дубинина А.Ю. 2014. Многолетняя динамика и современное состояние запасов желтопеперой камбалы *Limanda aspera* в водах о. Сахалин // Изв. ТИНРО. Т. 178. С. 25–57.

Рикер У.Е. 1979. Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб. М.: Пищ. пром-сть. 408 с.

Bryan M.D., Palsson W. 2022. Assessment of Northern and Southern rock sole (*Lepidotsetta polyxystra* and *bilineata*) stocks in the Gulf of Alaska /<https://apps.afsc.fisheries.noaa.gov/refm/docs/2021/GO-Ansrocksole.pdf>/ Дата обращения 01.03.2022.

Darby C.D., Flatman S. 1994. Virtual Population Analysis. Version 3.1 (WINDOWS/DOS): User Guide. 85 p.

McGilliard C.R. 2022. Assessment of the Northern rock sole stock in the Bering Sea and Aleutian Islands /<https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2021-assessment-northern-rock-sole-stock-bering-sea-and-aleutian-islands/>/ Дата обращения 01.03.2022.

REFERENCES

Shuntov V.P., Bocharov L.N (Ed.) *Atlas kolichestvennogo raspredeleniya nektona v zapadnoy chasti Beringova moray* [Atlas of nekton species quantitative distribution in the western part of the Bering Sea]. Moscow: Publishing “Natsionalnye rybnye resursy”, 2006, 1072 p.

Babayan V.K. *Predostorozhnyi podkhod k otsenke obshchego dopustimogo ulova (ODU)* [The Precautionary Approach to the Assessment of Total Allowable Catch (TAC)]. Moscow: VNIRO, 2000, 192 p.

Babayan V.K. Alternative methods for estimating recommended fishing intensity when calculating TAC. *Rybnoe khozyaistvo*, 2004, no. 4, pp. 18–20. (In Russian)

Babayan V.K., Bobyrev A.E., Bulgakova T.I., Vasiliev D.A., Ilyin O.I., Kovalev Yu.A., Mikhailov A.I.,

Mikheev A.A., Petukhova N.G., Safaraliev I.A., Chetyrkin A.A., Sheremetev A.D. *Metodicheskiye rekomendatsii po otsenke zapasov prioritetnykh vidov vodnykh biologicheskikh resursov* [Guidelines for assessing stocks of priority types of aquatic biological resources]. Moscow: VNIRO, 2018, 312 p.

Balykin P.A. *Sostoyanie i resursi rybolovstva v zapadnoi chasti Beringova morya* [Fishery state and resources in the west part of the Bering Sea]. Moscow: VNIRO, 2006, 143 p.

Bizikov V.A., Goncharov S.M., Polyakov A.V. The geographical informational system CardMaster. *Rybnoe khozyaistvo*, 2007, no. 1, pp. 96–99. (In Russian)

Borets L.A. *Donnyye ikhliotseny rossiyskogo shelfa dalnevostochnykh morey: sostav, struktura, elementy funktsionirovaniya i promyslovoye znachenije* [Bottom ichthyocenes of the Russian shelf of the Far Eastern seas: composition, structure, functional elements and commercial significance]. Vladivostok: TINRO-Centre, 1997, 217 p.

Datsky A.V. The raw material base of fisheries and its use in the Russian waters of the Bering Sea. Report 2. Interannual dynamics of predicted and actual catch of aquatic biological resources at the present stage and in historical perspective. *Trudy VNIRO*, 2019, vol. 177, pp. 70–122. (In Russian)

Datsky A.V., Andronov P.Y. *Ikhiotsen verkhnego shelfa severo-zapadnoy chasti Beringova moray* [Ichthyocene of the upper shelf of the Northwestern Bering Sea]. Magadan: NESC FEB RAS, 2007, 261 p.

Dubinina A.Y., Zolotov A.O. Fecundity and maturation of northern rock sole *Lepidotsetta polyxystra* Orr et Matarese (2000) on the Pacific shelf of Kamchatka. *Izvestia TINRO*, 2013, vol. 172, pp. 119–132. (In Russian)

Zolotov A.O. Maximum ages of flounders (Pleuronectidae) in the Okhotsk and Bering Sea and on the Pacific coast of Kamchatka. *Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters. Materials of VIII International scientific conference*. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2007, pp. 253–255 (In Russian)

Zolotov A.O. Simulation of the optimal regime of fishing yellow-fin sole in the west part of the Bering Sea. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2008, vol. 11, pp. 100–104. (In Russian)

Zolotov A.O. *Kambaly zapadnoj chasti Beringova morja: dinamika chislennosti i osobennosti biologii*. Avtoreferat disertacii kandidata biologicheskikh nauk [Flounders of the western part of the Bering Sea: the dynamics of the abundance and features of biology. Abstract of dis.... Ph.D. biol. sciences]. Vladivostok, TINRO, 2010, 20 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 Russian)
- Zolotov A.O., Zakharov D.V. Flounders of the Pacific coast of Kamchatka: stocks and fishing. *Rybnoe Khozyaistvo*, 2008, no. 3, pp. 44–47. (In Russian)
- Zolotov A.O., Buslov A.V. A review of modern fishery of flounders (Pleuronectidae) in the waters adjacent Kamchatka and some aspects of flounder fishing with Danish seines. *Problems of Fisheries*, 2005, vol. 6, no. 3 (23), pp. 499–517. (In Russian)
- Zolotov A.O., Dubinina A.Yu. Linear growth of the rock sole *Lepidopsetta polyxystra* Orr et Matarese (2000) in the Kamchatka waters. *Izvestiya TINRO*, 2012, vol. 171, pp. 97–120. (In Russian)
- Zolotov A.O., Dubinina A.Y. The current state of the stocks of flounders of the Pacific shelf of Kamchatka and the Northern Kurils and the problems of regulating their fishing. *Trudy SakhNIRO*, 2013, vol. 14, pp. 17–35. (In Russian)
- Zolotov A.O., Dubinina A.Y. Long-term dynamics of stock abundance and current fishing of flounders of the Southern Kuril Islands. *Aquatic biological resources of Russia: condition, monitoring, management*. Collection of materials of All-Russian scientific conf. with international participation, dedicated to 85th anniversary of KamchatNIRO (October, 3–6, 2017). Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2017, pp. 62–73. (In Russian)
- Zolotov A.O., Dubinina A.Y., Melnik D.Y. Distribution and seasonal migrations of the rock sole *Lepidopsetta polyxystra* Orr et Matarese (2000) on the Pacific shelf of Kamchatka and Northern Kuril. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2012, vol. 26, pp. 53–68. (In Russian)
- Zolotov A.O., Smirnov A.V., Baranchuk-Chervony L.N., Dubinina A.Y. Long-term dynamics and current state of yellowfin sole *Limanda aspera* stocks in the waters of Sakhalin Island. *Izvestiya TINRO*, 2014, vol. 178, pp. 25–57. (In Russian)
- Ricker W.E. Computation and interpretation of biological statistics of fish populations. Ottawa, 1975, 408 p.
- Bryan M.D., Palsson W. 2022. Assessment of Northern and Southern rock sole (*Lepidopsetta polyxystra* and *bilineata*) stocks in the Gulf of Alaska <https://apps.afsc.fisheries.noaa.gov/refm/docs/2021/GOAn-socksole.pdf>. Дата обращения 01.03.2022.
- Darby C.D., Flatman S. Virtual Population Analysis. Version 3.1 (WINDOWS/DOS): User Guide. 1994, 85 p.
- McGilliard C.R. 2022. Assessment of the Northern rock sole stock in the Bering Sea and Aleutian Islands. <https://www.fisheries.noaa.gov/resource/data/2021-assessment-northern-rock-sole-stock-bering-sea-and-aleutian-islands>. Дата обращения 01.03.2022.

Информация об авторах

А.О. Золотов — канд. биол. наук, вед. н. с.

Тихоокеанского филиала ВНИРО
(ТИНРО-Центр)

А.И. Глубоков — док. биол. наук,
нач. управления ВНИРО

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

Information about the authors

Alexander O. Zolotov – Ph. D. in Biology,
Leading Researcher, Pacific Branch of VNIRO
(TINRO-Centre)

Alexander I. Glubokov – D. Sc. (Biology),
Head of Department (VNIRO)

Alexander I. Varkentin – Ph. D. (Biology),
Deputy Director, Kamchatka Branch of VNIRO
(KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 28.02.2023

Одобрена после рецензирования: 15.03.2023

Статья принята к публикации: 13.04.2023

Научная статья / Original article

УДК 597.556.35(265.53)

doi:10.15853/2072-8212.2023.68.90-111



ПОЛОВОЕ СОЗРЕВАНИЕ КАМБАЛОВЫХ РЫБ СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ В 1997–2019 ГГ.

Юсупов Равиль Равильевич¹, Семенов Юрий Константинович²

¹Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения РАН, Магадан, Россия,
ryusipov_mag@mail.ru

²Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (МагаданНИРО), Магадан, Россия, yks2000@mail.ru

Аннотация. По материалам 1997–2019 гг. приводятся сведения о темпах созревания в процессе линейного роста камбаловых рыб северной части Охотского моря. Исследования опровергают сложившееся в литературе представление о камбалах северной части Охотского моря как о мелких, рано созревающих видах. Половая зрелость камбал района происходит при достижении примерно тех же размеров и возраста, что и у аналогичных видов северных популяций. В сравнении с популяциями соответствующих видов на юге ареала, все они характеризуются сравнительно поздним и длительным по времени созреванием и полностью становятся зрелыми незадолго до завершения жизненного цикла.

Ключевые слова: северная часть Охотского моря, камбаловые, созревание, сроки нереста

Для цитирования: Юсупов Р.Р., Семенов Ю.К. Половое созревание камбаловых рыб северной части Охотского моря в 1997–2019 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. Вып. 68. С. 90–111.

MATURATION OF FLOUNDER SPECIES IN THE NORTHERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK IN 1997–2019

Ravil R. Yusupov¹, Yury K. Semenov²

¹Institute of biological problems of the North, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia, ryusipov_mag@mail.ru

²Magadan Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (MagadanNIRO), Magadan, Russia, yks2000@mail.ru

Abstract. Data on the rate of maturation during the linear growth of flounder species in the northern part of the Sea of Okhotsk based on samples collected in 1997–2019 are given. These data contradict the idea developed in the literature about the flounders of the northern part of the Sea of Okhotsk as small-sized, early maturing species. The flounders reach sexual maturity when they reach approximately the same size and age as in northern populations of the same species. In comparison with the populations of the corresponding species in the south of the range, all of them are characterized by relatively late and long maturation, and become fully mature shortly before the end of their life cycle.

Keywords: northern part of the Sea of Okhotsk, flounders, maturation, spawning timing

For citation: Yusupov R.R., Semenov Yu.K. Maturation of flounder species in the northern part of the Sea of Okhotsk in 1997–2019 // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 68. P. 90–111. (In Russian)

Репродуктивная биология и развитие рыб являются одними из важнейших процессов в онтогенезе рыб и характеризуют стратегию выживания популяции в тех или иных условиях обитания. В процессе полового созревания наряду с соматическим ростом включается процесс генеративного роста. Именно в этот период особи поколения, остающиеся к этому возрасту в системе, характеризуются наибольшей выживаемостью и готовы к первому участию в воспроизводстве будущего поколения. Этот период важен и в прикладном аспекте в каче-

стве ориентира при оценке прогнозируемой промысловой смертности, оптимального контингента вылова и определении допустимого объема промыслового изъятия из запаса облавливаемой популяции.

Изучению полового созревания камбал дальневосточных морей посвящены многие десятки публикаций отечественных и зарубежных исследователей. В них обсуждаются различные особенности достижения половозрелости рыбами по мере их роста и изменения возраста, проводятся межвидовые и географи-

ческие сравнения, анализируется темп полового созревания разных полов, его изменения во времени, связь с численностью рыб. Для этих публикаций характерна различная степень изученности вопроса, особенно применительно к некоторым видам и районам исследований (Дьяков, 2015).

В этом отношении наименее изучены камбаловые рыбы северной части Охотского моря. Небольшое число опубликованных работ касаются лишь отдельных сторон репродуктивной биологии черного палтуса. Имеющиеся у авторов работы материалы делают обоснованным дополнения и корректировку сведений по камбалам северной части Охотского моря, содержащихся в обзорной работе Ю.П. Дьякова (2015).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Тихоокеанский белокорый палтус *Hippoglossus stenolepis* Schmidt, 1904 достигает половой зрелости примерно в том же возрасте, что и другие камбалы, но при большей длине (Фадеев, 2005). В Беринговом море самцы этого вида палтуса созревают в возрасте 4–10, а самки — в 6–14 лет при длине 50 и 60–140 см соответственно. Самцы в массе созревают в 8–9 лет, а самки — в 9–11-летнем возрасте при длине 75 и 95 см. По другим данным, самцы берингоморского палтуса в массе становятся зрелыми в возрасте 7–13 лет при длине тела 70–110 см, а самки в 9–15 лет и 90–140 см (Новиков, 1964). В восточной части Берингова моря средний возраст массового созревания самцов составляет 8 лет, а самок — 12 лет (ИРНС, 1987). У побережья США и Канады некоторые самки белокорого палтуса могут созревать в возрасте около 8 лет, другие могут оставаться незрелыми до 16 лет. Средний возраст созревания самок считается 12 лет. Самцы взрослеют гораздо быстрее, их средний возраст массового созревания составляет 7–8 лет (Bell, St'Pierre, 1970). Наиболее быстрым созреванием характеризуется белокорый палтус, обитающий в водах Алеутских островов, самки которого, начиная созревать при относительно крупных размерах 75 см, достигают 100%-й зрелости при 130 см (Seitz et al., 2011). Проведенный Ю.П. Дьяковым (2015) анализ литературных данных отечественных и зарубежных исследователей показал, что в целом по Берингову морю диапазоны размеров и возраста, по достижении которых начинается созревание самцов, составляют 40–70 см и 4–7 лет. Для самок эти значения равны 40–90 см и 6–10 лет. Массовая половая зрелость (50% зрелых

особей) наступает у самцов при длине 70–80 см, в возрасте 7–12 лет, а у самок — соответственно 90–100 см и 9–14 лет. Полностью все самцы палтуса становятся половозрелыми, достигая 110–135 см и возраста 10–14 лет, а самки — 135–140 см в возрасте 13–16 лет.

В прикамчатских водах самцы белокорого палтуса созревают в возрасте 4–10 лет при длине 50–100 см, самки — в возрасте 6–14 лет при длине 60–140 см. У Курильских островов белокорый палтус достигает половой зрелости в возрасте 6–14 лет, при этом самцы созревают несколько раньше самок. Проведенные И.Н. Мухаметовым расчеты показали, что в прикурильских водах длина 50% половового созревания самок составляет 130,7 см, самцов — существенно меньше, 78,1 см (Мухаметов, 2014).

В южной части ареала (западная часть Японского моря) самки этого вида палтуса достигают половозрелости на 8–10-м году жизни, а самцы несколько раньше (Петрова-Тычкова, 1954).

Анализируя архивные материалы КамчатНИРО и информацию из литературных источников, Ю.П. Дьяков (2015) приводит общую информацию о диапазоне размеров и возрасте полового созревания белокорого палтуса в целом по ареалу. Так, интервал длины, по достижении которой могут появляться первые созревшие самцы, колеблется от 30 до 70 см, а возраст — от 4 до 10 лет. Самки начинают созревать в пределах длины тела 35–90 см в возрасте 6–10 лет. По мнению автора, данные о минимальных значениях размеров зрелых рыб 30–35 см весьма сомнительны и нуждаются в проверке. Массовое созревание самцов палтуса происходит при длине 60–80 см в 7–12 лет. Аналогичные значения для самок составляют соответственно 90–105 см и 8–14 лет. Полное созревание всех самцов происходит после достижения ими длины 80–135 см и возраста 9–14 лет. Все самки становятся зрелыми в диапазоне размеров их тела 75–165 см в возрасте 13–22 лет. Таким образом, половое созревание белокорого палтуса можно охарактеризовать как позднее и очень растянутое.

Рассматривая динамику созревания белокорого палтуса в северной части Охотского моря, необходимо отметить, что основной материал по биологической структуре этого вида был собран в прибрежье в летний период. В то же время известно, что для палтусов, в том числе и белокорого, свойственна такая особенность биологии, как раздельное обитание молоди и взрослых рыб. Половозрелые особи оби-

тают преимущественно у нижней кромки шельфа и на материковом склоне, в то время как молодь мигрирует в летнее время на мелководье прибрежной зоны (Новиков, 2009).

По этой причине почти все отловленные особи белокорого палтуса, даже самые крупные, размером до 160,5 см, имели слабо развитые половые железы. Лишь у отдельных самок яичники были в начале III стадии трофоплазматического роста. То же самое имело место у самцов. Особи со зрелыми половыми продуктами или в постнерестовом состоянии были отмечены в небольшом количестве в осенне-зимнее время только на шельфе и материковом склоне. Такая особенность раздельного обитания может выступать как одна из жизненных стратегий, позволяющая снизить пищевую конкуренцию между особями разного репродуктивного статуса.

По соотношению в уловах молоди и взрослых рыб для всех видов камбал были рассчитаны с помощью модели Ферхюльста логистические зависимости доли созревших рыб. Аналитические формулы расчета имеют вид

$$y = \frac{100}{1 + 10^{a-bt}}$$

и

$$y = \frac{100}{1 + 10^{a-bt}}$$

для размерных и возрастных классов соответственно, где: АС — длина, см; t — возраст, лет;

a, b — коэффициенты. Параметры уравнений представлены в таблицах 1 и 2.

Как и в других районах ареала, в северной части Охотского моря половое созревание белокорого палтуса происходит при достижении сходных размерно-возрастных показателей. По данным прямых наблюдений, в исследуемом районе самые мелкие половозрелые особи белокорого палтуса были отмечены в уловах среди 5-летних самцов и 9-летних самок длиной тела у первых 47,5 см, у вторых — 75,5 см.

Теоретические расчеты показали, что 50% самцов созревают при достижении длины 78,7 см и возраста 9–10 лет, а все особи достигают репродуктивного состояния при длине 125 см в возрасте старше 20 лет. У самок динамика этого процесса носит более затяжной характер. При длине полного созревания самцов, доля половозрелых самок составляет лишь 47,4%, а половина их созревает при достижении 126,5 см.

На представленных диаграммах (рис. 1) также видно, что кривая динамики полового созревания белокорого палтуса в северной части Охотского моря в целом сходна с таковой у особей вида в прикурильских водах, но имеет более пологий тренд.

До начала 60-х годов XX века сведения о сроках размножения белокорого палтуса в российских водах северной части Тихого океана были весьма ограничены и разноречивы (Перцева-Остроумова, 1961). М.Ф. Вернидуб и

Таблица 1. Параметры уравнения для расчета логистических кривых созревания камбаловых рыб в размерных классах
Table 1. Parameters of the equation for calculating the logistic curves of maturation of flounder species in size classes

Параметр Parameter	Вид / Species								
	БП	ЧП	ЖПК	СПК	ЗВК	ЖБК	ПК	СХК	ХБК
Самцы / Males									
a	3,54	7,65	5,30	2,53	2,96	3,41	3,20	3,11	—
b	-0,045	-0,15	-0,32	-0,126	-0,65	-0,11	-0,24	-0,18	—
Самки / Females									
a	5,42	8,84	3,69	3,473	2,52	6,20	4,10	4,35	3,07
b	-0,043	-0,14	-0,021	-0,158	-0,40	-0,17	-0,24	-0,199	-0,17

Примечание. Пропуск — недостаточно данных. БП — белокорый палтус, ЧП — черный палтус, ЖПК — желтобрюхая камбала, СПК — северная палтусовидная, ЗВК — звездчатая, ЖБК — желтобрюхая, ПК — полярная, СХК — сахалинская, ХБК — хоботная.

Note. Missing — not enough data. БП — Pacific halibut, ЧП — Greenland Turbot, ЖПК — yellowfin sole, СПК — Bering flathead sole, ЗВК — starry flounder, ЖБК — Alaska place, ПК — Arctic flounder, СХК — Sakhalin flounder, ХБК — longhead dab.

Таблица 2. Параметры уравнения для расчета логистических кривых созревания камбаловых рыб в возрастных классах
Table 2. Parameters of the equation for calculating the logistic curves of maturation of flounder species in age classes

Параметр Parameter	Вид / Species								
	БП	ЧП	ЖПК	СПК	ЗВК	ЖБК	ПК	СХК	ХБК
Самцы / Males									
a	—	3,94	2,198	1,206	2,96	2,72	2,42	1,32	—
b	—	-0,75	-0,471	-0,284	-0,65	-0,37	-0,68	-0,24	—
Самки / Females									
a	—	3,88	2,496	1,202	2,32	3,38	2,42	1,37	1,47
b	—	-0,52	-0,316	-0,191	-0,40	-0,35	-0,63	-0,16	-0,39

Примечание. Обозначения в таблице 1 / Note. Symbols as in Table 1

К.И. Панин (1937 цит. по Перцева-Остроумова, 1961) полагали, что нерест этого палтуса в Олюторском заливе происходит весной, П.А. Моисеев (1953а) для Западной Камчатки и Южных Курил указывает июль–август. В зал. Петра Великого отмечен случай поимки близкой к нересту и недавно отнерестовавшей самок в середине октября (Моисеев, 1953б; Петрова-Тычкова, 1954).

Нерест белокорого палтуса в прикамчатских водах и у тихоокеанского побережья Северных Курильских островов происходит в декабре–феврале (Новиков, 1974; Токранов и др., 2005).

Проведенные в 1992–2011 гг. И.Н. Мухаметовым (2014) исследования подтвердили ранее озвученные выводы. По данным автора, самки с гонадами на IV стадии зрелости впервые в течение года начинали встречаться в траловых уловах в сентябре, но особи с гидратированными ооцитами и текущие рыбы отмечались лишь в декабре. Более длительный период икрометания (с ноября–декабря по март) наблюдается у белокорого палтуса в восточной части Тихого океана — в Ванкуверо-Орегонском районе и в заливе Аляска (Новиков, 1974; Bell, St'Pierre, 1970; St'Pierre, 1984; Trumble et al., 1993; Loher, Seitz, 2006, 2008). Наиболее продолжительный нерестовый сезон — с октября по март — отмечен для палтуса Берингова моря (Новиков, 1964).

Нерест белокорого палтуса происходит на материковом склоне. В заливе Аляска икру палтуса обнаруживали на глубине 182–457 м (ИРНС, 1987). По данным Томпсона и Ван Клеве (Thompson, Van Cleve, 1936, цит. по Skud, 1977), в Британской Колумбии и на Аляске икру палтуса обычно находили на глубине 100–200 м в январе–феврале.

В северной части Охотского моря небольшое число самок с гидратированными икринками в яичниках и единично с постнерестовым состоянием половых продуктов начинают встречаться в ноябре (табл. 3). Ярко выраженного массового нереста не наблюдается. Наиболее часто отнерестившиеся самки встречаются в уловах со второй половины декабря до конца января.

Тихоокеанский черный палтус *Reichardtius hippoglossoides matsuurae* Jordan et Snyder, 1901, по имеющимся в литературе сведениям, созревает в разном возрасте. В Северо-Западной Атлантике расчетный возраст созревания 50% самцов составляет 8,2–11,6 лет, самок — 9,5–15 лет (Morgan, Bowering, 1997), а в Северо-Восточной Арктике первые созревают в 5 лет, вторые — в 9–10 лет (Anon, 1995, цит. по Report., 1996). У северо-западного побережья Ньюфаундленда размеры созревания самок составляют 67–73 см (Junquera, Zamarro, 1992).

В западной части Берингова моря зрелые самцы начинают встречаться в возрасте 5, а самки — 6 лет. До 6–7 лет у обоих полов наблюдается высокая скорость созревания, затем она замедляется. Снижение темпа созревания приходится на возраст массового созревания, когда доля зрелых рыб превышает 50% (Дьяков, 1987). О.А. Мазникова (2018) сообщает, что в этой части моря отдельные половозрелые самцы и самки начинают встречаться при длине 45–48 см. Расчетная длина 50% полового созревания самцов составляет 58 см, а самок — 68 см. Все самцы становятся репродуктивно способными по достижении размеров 79–82 см, а самки — при 84 см.

На основе анализа собственных данных и литературных сведений Ю.П. Дьяков (2015) сообщает, что в целом по Берингову морю диа-

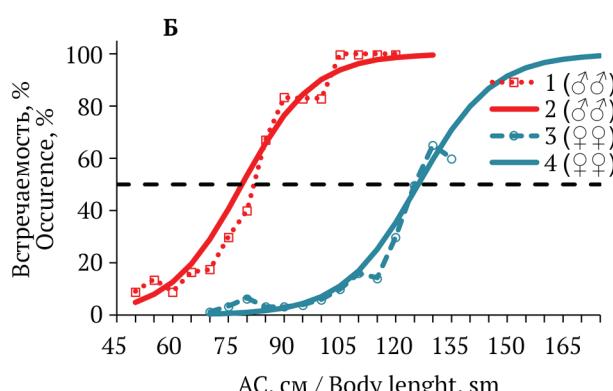
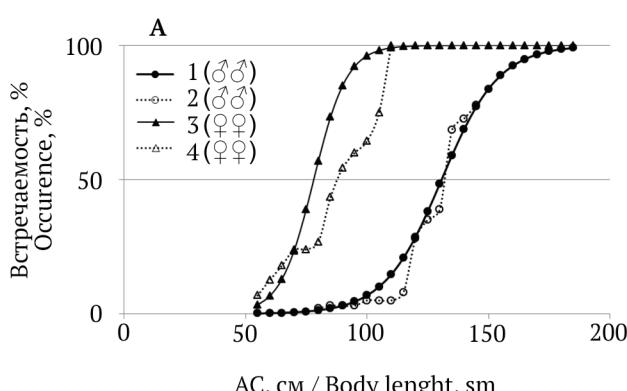


Рис. 1. Огивы созревания белокорого палтуса прикурильских вод (А) (Мухаметов, 2014) и северной части Охотского моря (Б) (наши данные): 1, 3 — по наблюдённым данным; 2, 4 — теоретически рассчитанные

Fig. 1. Ogives of the maturation of Pacific halibut in the Kuril waters (A) (Mukhametov, 2014) and the northern part of the Sea of Okhotsk (B) (our data): 1, 3 — according to the observed data; 2, 4 — theoretically calculated

пазон размеров начала созревания самцов составляет 30–60 см, возраста — 3–6 лет. Длина тела начинающих созревать самок изменяется от 30 до 61 см, в возрасте 5–7 лет. Половина особей мужского пола достигают зрелости при длине 51 см и возрасте 4–6 лет, а женского — 61 см и 6–7 лет соответственно. По достижении размеров 55–70 см и возраста 10–11 лет все самцы становятся половозрелыми. Для самок эти величины составляют 60–90 см и 10–15 лет соответственно. Сходные значения приводит Н.С. Фадеев (2005), согласно которым самки созревают при длине 42–61 см, самцы — 52–72 см, а их массовое созревание (50%) отмечается по достижении размеров 51 и 61 см в 4–5 и 6–7-летнем возрасте соответственно.

В восточной части Охотского моря, по данным разных источников, самцы черного палтуса начинают созревать в диапазоне длины тела 35–49 см, в возрасте 5 лет, а самки — при

длине 30–61 см в 6-летнем возрасте. Массовое созревание происходит у самцов длиной 60 см в возрасте 7 лет, у самок — по достижении длины 65 см и возраста 9 лет. Полностью все самцы становятся зрелыми, достигнув длины более 65 см и возраста 11 лет, а самки — более 80 см в возрасте 12 лет (Дьяков, 1987; Тупоногов, 2003; Антонов, 2011).

В прикамчатских водах самцы этого палтуса созревают сравнительно рано, в возрасте 4–5 лет при длине 31–58 см, самки — в возрасте 5–6 лет при длине 33–61 см (Токранов и др., 2005).

В Охотском море отдельные самцы становятся половозрелыми уже при длине тела 45–50 см (рис. 2). Единичные половозрелые самки начинают встречаться при размерах 50–55 см, что соответствует 4–5 и 5–6 годам. В массовом количестве (более 50%) самцы созревают при длине тела 55–60 см, в возрасте 7–9 лет, самки значительно позже — по достижении размеров

Таблица 3. Сроки нереста камбаловых рыб в северной части Охотского моря
Table 3. Timing of spawning of flounder species in the northern part of the Sea of Okhotsk

Месяц / Month	Декада Decade	Вид / Species							
		ПБ	ЧП	ЖПК	СПК	ЗВК	ЖБК	ПК	ХК
Январь January	I								
	II								
	III								
Февраль February	I								
	II								
	III								
Март March	I								
	II								
	III								
Апрель April	I								
	II								
	III								
Май May	I								
	II								
	III								
Июнь June	I								
	II								
	III								
Июль July	I								
	II								
	III								
Август August	I								
	II								
	III								
Сентябрь September	I								
	II								
	III								
Октябрь October	I								
	II								
	III								
Ноябрь November	I								
	II								
	III								
Декабрь December	I								
	II								
	III								

Примечание. ПБ — палтус белокорый, ЧП — палтус черный, ЖПК — желтоперая камбала, СПК — северная палтусо-видная, ЗВК — звездчатая, ЖБК — желтобрюхая, ПК — полярная, ХК — хоботная, СХК — сахалинская.
Note. БП — Pacific halibut, ЧП — Greenland Turbot, ЖПК — yellowfin sole, СПК — Bering flathead sole, ЗВК — starry flounder, ЖБК — Alaska place, ПК — Arctic flounder, ХК — longhead dab, СХК — Sakhalin flounder.

65–70 см и возраста 10–11 лет. Полное половое созревание завершается у самцов в 10–11 лет при длине тела от 70 до 75 см. Отдельные самки могут оставаться неполовозрелыми, имея длину до 85 см и возраст до 14 лет (Николенко, 1998). По мнению автора, темп созревания черного палтуса даже в пределах Охотского моря имеет региональные особенности. Было установлено, что среди ровесников черного палтуса, при равной длине тела, процент половозрелых особей в западной части моря ниже, чем на восточных участках, что обусловлено двумя причинами: черный палтус, обитающий у Сахалина, характеризуется относительно медленным ростом, чем у Западной Камчатки. Не исключено также, что более быстро растущие и созревающие особи раньше откочевывают в восточную часть моря из западного района обитания.

В северной части Охотского моря такие исследования были проведены С.Ю. Шершенковым (2006). Результаты 9-летних наблюдений (1993–2001 гг.) позволили автору установить наличие межгодовой изменчивости темпов роста и параметров созревания. В рассматриваемые годы первые созревающие самцы и самки черного палтуса начинали встречаться в уловах в возрасте 6 лет при размерах АС 51 см и 52 см соответственно. Однако массовое созревание (более 50–60% в сантиметровом классе) самцов палтуса происходило в различные годы при длине 55–57 см в возрасте 7–8 лет, а самок – 58–59 см и на год позже. Созревание самцов уровня 90% наблюдалось при длине 60–61 см (возраст 8–10 лет), самок же – 65–68 см (10–11 лет), в зависимости от года. В качестве факторов межгодовой изменчивости автор приводит численность (урожайность) поколения и пищевую обеспеченность в первые годы жизни.

Наши многолетние материалы свидетельствуют, что созревание североохотоморского черного палтуса происходит раньше, чем указывал С.Ю. Шершенков (2006). Первые особи обоего пола становятся репродуктивно способными в возрасте 4 лет, при достижении длины самцами 45 см, самками – 50 см (рис. 2). При мерно через полтора года (возраст 6,3 лет, 51,2 см) становятся зрелыми половина самцов, а через 3,5 года (возраст 7,5 лет, 63,5 см) – половина самок.

В большинстве морей Тихого и Атлантического океанов нерест исследуемого вида весьма растянут и приурочен к холодному периоду года. Смит (Smidt, 1969) отмечает, что вокруг побережья Гренландии черный палтус нерестует с декабря по апрель на глубине 800–1000 м. Исходя из характера процессов накопления секрета гипофиза и динамики выведения базофильного коллоида, К.Е. Федоров (1971) приходит к выводу, что атлантический черный палтус относится к рыбам с тотальным осенне-зимним нерестом.

Сравнение сроков нереста черного палтуса в пределах его видового ареала позволяет говорить, что этот вывод, видимо, справедлив для черного палтуса независимо от района его обитания. В большинстве морей Тихого и Атлантического океанов нерест исследуемого вида весьма растянут и приурочен к холодному периоду года. Так, в восточной части Берингова моря и у Алеутских островов нерест происходит с сентября–октября по март–апрель, с пиком в ноябре–феврале (Шунтов, 1970; Новиков, 1974; Булатов, 1983). В Кроноцком заливе это происходит в декабре–феврале (Расе, 1959). У Северных Курильских островов – с августа по декабрь (Новиков, 1974). В Баренцевом море палтус нерестится в ноябре–феврале (Федоров,

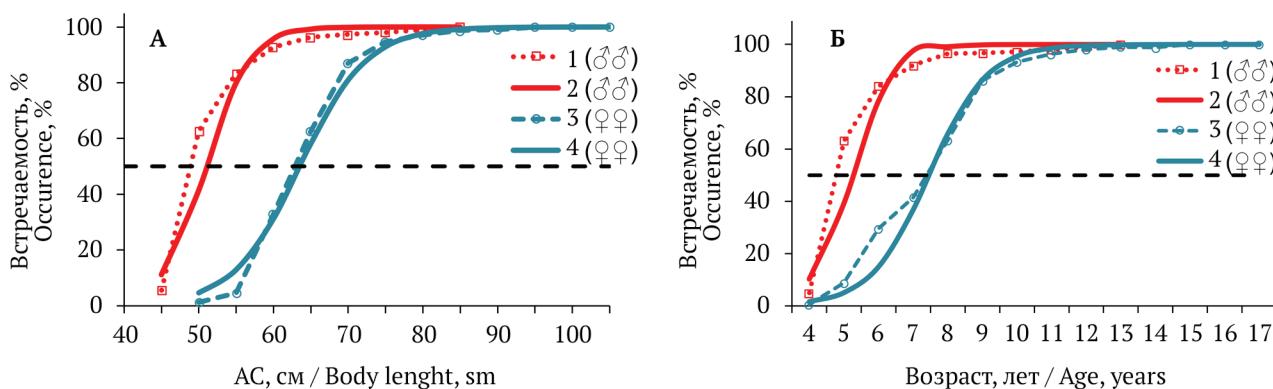


Рис. 2. Изменение доли половозрелых особей черного палтуса в размерных (А) и возрастных (Б) группах: 1, 3 – по наблюденным данным; 2, 4 – теоретически рассчитанные
Fig. 2. Change in the proportion of mature individuals of Greenland halibut in size (A) and age (B) groups: 1, 3 – according to the observed data; 2, 4 – theoretically calculated

1968, 1971; Сорокин, Григорьев, 1968; Низовцев, 1974, 1978). Однако в некоторых районах (преимущественно арктических) нерест может происходить и в летнее время года (Есипов, 1949; Hognestad, 1969; Низовцев, 1978).

По мнению Л.П. Николенко (1998), относительно сроков нереста охотоморского черного палтуса единого мнения до сих пор нет. По данным одних авторов (Вернидуб, Панин, 1937), палтус нерестится в Охотском море в июле–августе, других (Моисеев, 1953а, 1953б; Полутов и Трипольская, 1954; Новиков, 1974; Фадеев, 1987) – в августе–ноябре.

Исследования Л.П. Николенко (1998) показали, что для подавляющей части охотоморского черного палтуса динамика созревания половых продуктов выглядит приблизительно одинаково: с января по март они находятся в состоянии покоя, в весенне–летнее время происходит интенсивное созревание гонад. В конце лета – начале осени палтус начинает нереститься; пик нереста, как правило, приходится на ноябрь и к январю в основном заканчивается.

Желтоперая камбала *Limanda aspera* Pallas, [1984] по обширному ареалу, охватывающему разные климатические зоны от Чукотского до Японского морей, созревает по достижении разного размера и возраста. По сообщению Pruter and Alverson (1962, цит. по Дьяков, 2015), в Чукотском море обитает мелкоразмерная желтоперая камбала. Длина особей этого вида изменялась от 7 до 19 см, составляя в среднем 13,5 см. Выборка была представлена в основном самками. Большинство особей обоего пола были зрелыми.

В восточной части Берингова моря самцы начинают созревать при длине 12 см, а самки – 19 см. Половина самцов созревают при длине 16–18 см, а самок – 30–32 см (Фадеев, 1963, 1970). Анализируя собственные данные 1973 г., Вакабаяши (Wakabayashi, 1989, цит. по Wilderbuer et al., 1992) сообщает о 50% созревании у самцов длиной 15 см, а самок – 25 см в возрасте 5 и 9 лет соответственно. Результаты исследований в 90-е гг. показали, что средний размер 50% зрелости самцов и самок существенно изменился и составил 20,3 см для первых и 28,8 см для вторых (Wilderbuer et al., 1992). Расчеты TenBrink и Wilderbuer (2015) показали сходные результаты, согласно которым 50% самок созревают при длине 29,5 см в возрасте 10,4 года.

В западной части Берингова моря самки желтоперой камбалы впервые созревают на пятом году жизни при минимальной длине 19 см,

самцы – в 3 года при длине 16,5 см. По достижении 10 лет при длине 28–30 см становятся половозрелыми около 99% самцов. Созревание самок завершается к 13 годам. 50% самцов созревают в возрасте 4,6 года при длине 21,4 см; у самок эти показатели составляют 7,7 года и 28,5 см (Золотов, 2008, 2010). На основе имеющихся литературных данных о темпах созревания желтоперой камбалы в этом районе Берингова моря Ю.П. Дьяков (2015) заключает, что особи вида начинают созревать при длине тела 12–18 см (самцы) и 17–22 см (самки). Соответствующий возраст начала созревания составляет 3 и 4,5 года. Массовое созревание самцов (50% зрелых) происходит по достижении ими длины 17–26 см и возраста 3–6 лет, а самок – 25–29 см и 6–8 лет соответственно. Самцы длиной 28–36 см в возрасте 10–12 лет и самки длиной 31–42 см в возрасте 8–15 лет все становятся половозрелыми.

В заливе Терпения (Восточный Сахалин) первые половозрелые самцы этого вида начинают встречаться по достижении ими длины 13–18 см и возраста 4 года, а самки – при 18–24 см, в возрасте 6–7 лет. Массовое созревание самцов происходит при длине тела 20 см, в возрасте 4–5 лет, а аналогичного физиологического состояния самки достигают при длине 26–28 см в возрасте 6–7 лет. Полностью самцы становятся зрелыми в 7 лет, достигнув длины 26 см, а самки – соответственно 33–36 см и 11 лет (Фадеев, 1956, 1963, 1971, 1986, 1987; Сафонов, Тарасюк, 1989; Борец, 1997; Четвергов, 2002). В зал. Анива (Южный Сахалин) желтоперая камбала в массе вступает в репродуктивную часть популяции при длине тела 26–28 см, в возрасте 7–8 лет (Сафонов, Тарасюк, 1989).

В Татарском проливе Японского моря самцы желтоперой камбалы начинают созревать по достижении длины 14–20 см, а самки – 18–23 см в возрасте 4–5 лет. Массовое созревание отмечается у самцов размером 21 см и самок размером 27 см. 100% зрелости самцы достигают при длине 24–26 см, самки – 30 см в возрасте 8 лет. В заливе Петра Великого самцы и самки впервые достигают репродуктивного состояния при длине 13 см и 19–23 см, в возрасте 3 и 5 лет соответственно (Моисеев, 1953б; Фадеев, 1956, 1963, 1971, 1986, 1987, 2005; Борец, 1997; Четвергов, 2002; Новиков и др., 2002).

В соответствии с опубликованными и архивными материалами по воспроизводству желтоперой камбалы у побережья Западной Камчатки восточной части Охотского моря,

самцы этого вида начинают созревать при длине 13 см, в возрасте 3 года, а самки — при длине 14–24 см, в возрасте 4 года. Массовое созревание (50% зрелых особей) происходит у самцов, достигнувших размеров 15–20 см и возраста 3–4 лет. Для самок соответствующие величины равны 25–30 см и 7–8 лет. Все 12–14-летние самцы длиной 36–44 см и 13–15-летние самки длиной 34–48 см становятся половозрелыми (Дьяков, 2015).

По литературным данным (Черешнев и др., 2001), в северной части Охотского моря самцы созревают при длине тела 13–29 см в возрасте 3–5 лет, самки — 18–36 см в возрасте 5–9 лет.

По имеющимся у нас представительным материалам, первые самцы и самки начинают созревать в возрасте 4 лет при длине 17,3 и 18,6 см соответственно (рис. 3).

Темпы созревания самцов первые несколько лет остаются высокими, 50% их вступают в репродуктивное стадо в возрасте 4,7 лет при средней длине 16,6 см. 100% особей достигают фертильного состояния при средней длине 27,0 см в возрасте 10 лет.

Как и в других районах обитания, самки желтоперой камбалы созревают медленнее самцов. 50% их становятся зрелыми в возрасте 7,9 лет, при средней длине 29,5 см. По наблюденным данным самки с неразвитыми яичниками единично встречаются вплоть до 16-летнего возраста.

Нерест желтоперой камбалы в северной части Охотского моря происходит в те же сроки,

что и в других районах, обычно с июня по сентябрь. Однако отдельные отнерестившиеся самки единично начинают встречаться в уловах в третьей декаде мая. Так, в выборке 46 экз., взятой из улова ставного невода 28 мая 2015 г. в районе пос. Янский, две самки имели яичники на стадии зрелости VII–II (табл. 4). До середины июля интенсивность нереста камбал остается невысокой. Массовый нерест желтоперой камбалы происходит в течение 25–30 дней в сравнительно сжатые (по отношению к общему периоду нереста) сроки и начинается со второй половины июля, с прогревом поверхностного слоя воды в мелководной зоне сублиторали до 11–15 °C. В первой половине августа нерест достигает своего пика, продолжаясь с затуханием вплоть до конца сентября.

По литературным данным, в большинстве районов обитания основной нерест желтоперой камбалы у азиатских берегов происходит в июле (Перцева-Остроумова, 1961). Смещение сроков массового нереста этой камбалы в условиях северной части Охотского моря на конец июля – август, очевидно, обусловлено сравнительно медленным прогревом водных масс до оптимальных температур для прохождения эмбриогенеза и раннего постэмбрионального развития.

Северная палтусовидная камбала *Hippoglossoides robustus* Jill et Townsend, 1897. Несмотря на широкое распространение, высокую численность и значимость в камбаловом промысле некоторых районов, в вопросах репро-

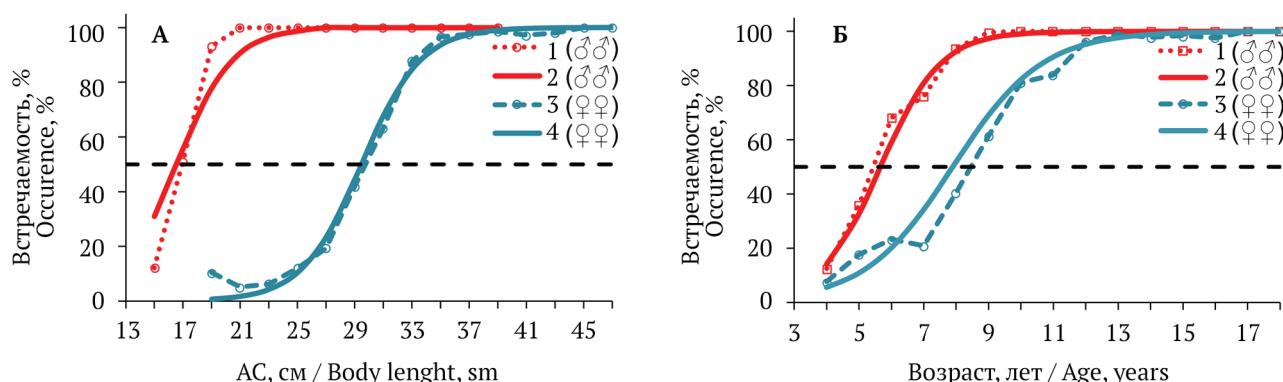


Рис. 3. Изменение доли половозрелых особей желтоперой камбалы в размерных (А) и возрастных (Б) группах: 1, 3 — по наблюденным данным; 2, 4 — теоретически рассчитанные
Fig. 3. Change in the proportion of mature individuals of yellowfin sole in size (A) and age (B) groups: 1, 3 – according to the observed data; 2, 4 – theoretically calculated

Таблица 4. Сезонная динамика стадии зрелости яичников самок желтоперой камбалы, %
Table 4. Seasonal dynamics of the female gonad maturity of yellowfin sole by stages, %

Стадия зрелости Stage of maturity	Июнь / June		Июль / July		Август / August		Сентябрь / September	
	1–15	16–30	1–15	16–31	1–15	16–31	1–15	16–30
IV	95,5	48,7	59,9	41,3	9,9	6,8	17,0	13,3
V	2,3	44,1	18,4	25,4	8,8	13,6	44,7	66,7
VI-II	2,2	7,2	21,7	33,3	81,3	79,9	38,3	20,0

дуктивной биологии этот вид палтусовидных камбал исследован слабо. Из небольшого числа опубликованных работ следует, что эта камбала — одна из самых скороспелых. В южной части Чукотского моря минимальный размер зрелых рыб равнялся 14 см в возрасте 6 лет (Pruter, Alverson, 1962, цит. по Дьяков, 2015). Т.А. Минева (1964) сообщает, что в восточной части Берингова моря период созревания палтусовидной камбалы (без указания вида) растянут. Неполовозрелые особи встречаются вплоть до размеров 37 см. Массовое созревание начинается у рыб длиной 29 см, что соответствует 6-летнему возрасту в юго-восточной части и 7-летнему в центральной части Берингова моря. В западной части Охотского моря особи северной палтусовидной камбалы становятся половозрелыми раньше узкозубой. При этом самцы впервые начинают созревать на третьем году жизни, а длина и возраст, при которых 50% из них готовы к первому нересту, составляют 15,5 см и 3,4 года. Средняя длина и возраст 50% созревания самок составляют 24,4 см и 6,3 года.

По данным И.А. Черешнева и др. (2001), северная палтусовидная камбала в районе исследований созревает при длине 18–24 см.

Проанализировав все имеющиеся литературные сведения, Ю.П. Дьяков (2015) приходит к выводу, что диапазон размеров тела в начале созревания у самцов северной палтусовидной камбалы в различных районах обитания составляет 14–18 см, возраста — 3–6 лет. Для самок соответствующие значения равны 16–21 см и 5–7 лет. Массовое созревание происходит у 15,5–20-сантиметровых самцов в возрасте 3,4 года, у 20–24,4-сантиметровых самок — в возрасте 6,3 года. В зависимости от района обитания, все самцы становятся половозрелыми при

длине от 16 до 37 см и возрасте 9–10 лет, самки — длиной 24–39 см, в таком же возрасте.

По нашим данным, в северной части Охотского моря небольшое количество самцов и самок впервые созревают на третьем году жизни при длине 13,0 и 14,0 см соответственно (рис. 4). В возрасте 4,3 года при достижении средней длины 20,1 см становятся зрелыми половина самцов, а в 6,3 года и при длине 22 см — самок. Все самцы становятся зрелыми в 11 лет при длине 30,2 см, самки — в 16 лет при 38,0 см.

По литературным данным, нерест северной палтусовидной камбалы на североохотоморском шельфе растянут на 3,5 месяца и происходит с середины мая вплоть до первой половины июля (Перцева-Остроумова, 1961; Черешнев и др., 2001), и даже в августе (Дьяков, 2011).

Результаты наших наблюдений и расчетов показали, что период воспроизводства северной палтусовидной камбалы на североохотоморском шельфе существенно короче, чем было известно ранее из литературы, и в календарном плане охватывает не более двух месяцев. Кроме того, фактическое время нереста длится чуть более месяца, а в массе производители мечут икру в пределах 10–15 дней (Юсупов, 2018). Сравнительно короткий период воспроизводства северной палтусовидной камбалы в условиях северной части Охотского моря характерен и для других видов камбал (Юсупов, 2009, 2011). Сжатые во времени сроки их нереста, по-видимому, исторически обусловлены как адаптация климатическими условиями региона, характеризующегося сравнительно коротким благоприятным периодом для нагула в раннем онтогенезе.

Звездчатая камбала *Platichthys stellatus* (Pallas, 1788) в разных районах обитания характеризуется значительной изменчивостью по

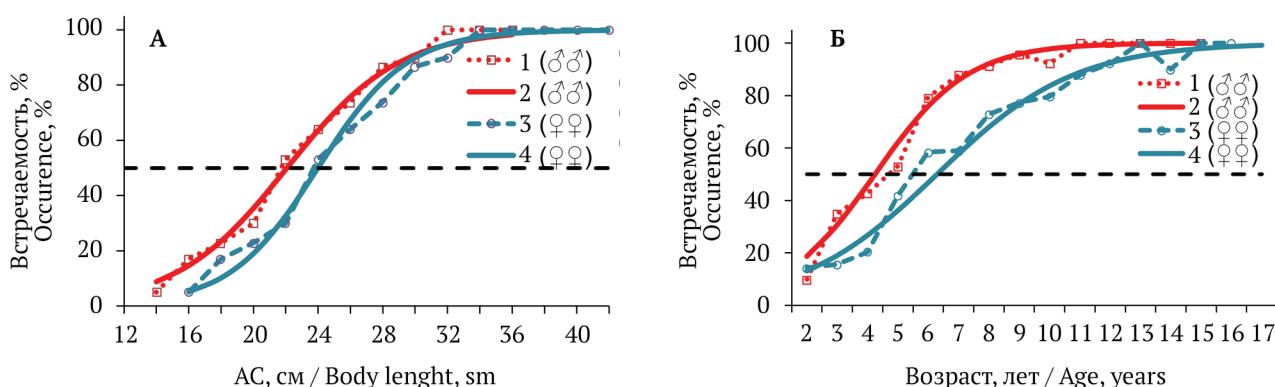


Рис. 4. Изменение доли половозрелых особей северной палтусовидной камбалы в размерных (А) и возрастных (Б) группах: 1, 3 — по наблюденным данным; 2, 4 — теоретически рассчитанные
Fig. 4. Change in the proportion of mature individuals of Bering flathead sole in (A) size and (B) age groups: 1, 3 — according to the observed data; 2, 4 — theoretically calculated

длине и возрасту наступления половой зрелости. В наиболее раннем возрасте происходит созревание особей вида у побережья Северной Америки, где самцы становятся зрелыми в возрасте 2–4 лет при длине 22–36 см, самки — в 3–6 лет и 24–45 см. Неполовозрелые особи встречаются среди рыб до 45 см (Orcutt, 1950; Hart, 1973; Conley, 1977; Garrison, Miller, 1982; Castillo, 1995; Love, 1996).

Н.С. Фадеев (2005) сообщает, что, по-видимому, особи азиатских популяций созревают позже, в возрасте 4–6 лет. По данным А.О. Золотова (2010), в западной части этого моря самцы звездчатой камбалы морской группировки впервые созревают на четвертом, а самки — на пятом году жизни при длине тела 22 и 25 см соответственно. К девятому году жизни около 90% всех самцов, а к двенадцатому — всех самок, становятся половозрелыми. Длина и возраст созревания 50% особей составляют 25,3 см и 5,1 года и 28,9 см и 7,1 года соответственно.

В Охотском море у побережья Западной Камчатки диапазон размеров, при которых происходит созревание самцов этой камбалы, составляет 24,5–40,5 см, а самок — 29,5–40,5 см. Половина самцов и самок становятся способными к размножению при достижении средней длины 26,5 и 33,9 см в возрасте 5,6 и 8,0 лет соответственно (Четвергов, 2002). В популяции восточного побережья Сахалина особи вида начинают созревать при длине 26 см и возрасте 4 лет, а завершается этот процесс у 6-летних рыб длиной более 30 см (Линдберг, Федоров, 1993).

Ранее по материалам 2004–2010 гг. нами были опубликованы некоторые данные о сроках созревания звездчатой камбалы в исследуемом районе (Юсупов, 2011). На основе этих

данных был сделан вывод о сходстве созревания звездчатой камбалы северной части Охотского моря с таковой из западной части Берингова моря (Дьяков, 2015).

В совокупности с уже имевшимися данными, собранные нами в 2011–2017 гг. материалы позволили существенно дополнить знание об этом процессе. По объединенным материалам 2002–2017 гг. особи звездчатой камбалы обоего пола впервые начинают созревать в 3-летнем возрасте при сходной длине: самцы — 20,9 см, самки — 20,5 см (рис. 5). Половина самцов имеет зрелые половые продукты при достижении средних размеров 27,1 см, в возрасте 4,6 лет, а в 7–9-летнем возрасте репродуктивно способными становятся 90–100% их.

Логистическая кривая созревания самок более пологая, чем самцов. 50% их достигают фертильного состояния при средней длине 32,8 см и возрасте 5,8 лет, к 9-летнему возрасту доля таких особей достигает 95%. Полностью зрелыми самцы становятся в 11 лет при средней длине 36,0 см, а самки — в 13 лет и 46,0 см.

По данным разных авторов в прибрежье Аляски (Puget Sound) звездчатая камбала нерестится в феврале–апреле (Hart, 1973), а на юго-востоке Берингова моря — в мае–июне (Фадеев, 1965). Намного раньше (в ноябре–апреле) эта камбала размножается в водах Калифорнии (Orcutt, 1950). В западной части Берингова моря (Анадырский залив) нерест звездчатой камбалы происходит с середины–конца мая до середины–конца июня. В Анадырском заливе нерест происходит главным образом в июне (Перцева–Остроумова, 1961; Мусиенко, 1970).

В Японском море звездчатая камбала нерестится с января по март или с февраля по апрель (Моисеев, 1953б). Т.А. Перцева–Остроумова (1961) указывает на сроки нереста этого вида в

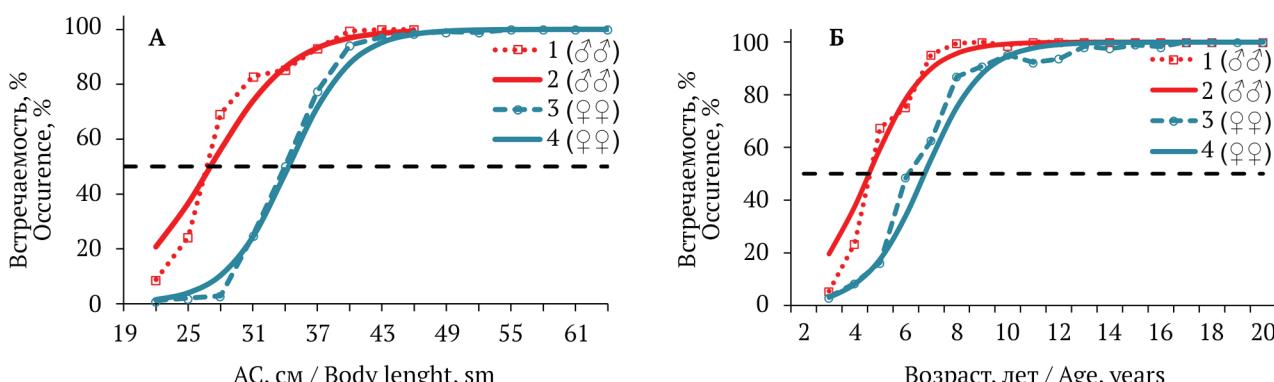


Рис. 5. Изменение доли половозрелых особей звездчатой камбалы в размерных (А) и возрастных (Б) группах: 1, 3 — по наблюденным данным, 2, 4 — теоретически рассчитанные
Fig. 5. Change in the proportion of mature individuals of starry flounder in size (A) and age (B) groups: 1, 3 – according to the observed data, 2, 4 – theoretically calculated

зал. Петра Великого с марта до конца второй декады мая.

По нашим многолетним данным, с мест зимовки на прибрежные отмели северной части Охотского моря нерестовое стадо звездчатой камбалы подходит к прибрежным отмелям во второй половине апреля – мае (табл. 5).

Нерест начинается вскоре после распаления льда. В первых группах особей 97,3% самок имеют яичники на IV стадии зрелости, и лишь небольшая часть их имеет яичники с отдельными гидратированными икринками или текучими половыми продуктами. В условиях исследуемого района период воспроизведения звездчатой камбалы сравнительно короткий, массовый нерест вида в Тауйской губе происходит в течение 20 дней (с последней декады мая по первую декаду июня), а весь сезон нереста длится не более 40–45 дней.

Желтобрюхая (четырехбуторчая) камбала *Pleuronectes quadrituberculatus* Pallas, [1814], как и другие виды камбал, в разных районах обитания достигает зрелости при достижении разных размеров и возраста. На севере ареала в восточной части Берингова моря этот вид камбал начинает созревать в возрасте 4 лет (Matarese et al., 1989). Массовое созревание самок происходит в возрасте 6–7 лет при длине 31–32 см (Zhang et al., 1998). По другим данным (NPFMC, 2015; TenBrink, Wilderbuer, 2015), 50% созревание этой камбалы наступает при длине 31,9 см в возрасте 8–9 лет или в 7–12-летнем возрасте. По сведениям Н.С. Фадеева (1987), в

этом районе Берингова моря весь процесс созревания самцов охватывает линейный диапазон 20–30 см, а самок – 22–34 см. 50% созревания особи достигают у первых при средней длине 23,4 см в возрасте 3–4 года, у вторых – 28,4 см и 5–7 лет.

В западной части Берингова моря самцы желтобрюхой камбалы впервые начинают созревать в 3 года при минимальной длине 19 см, самки – на пятом году по достижении 21 см. Средний возраст созревания 50% самцов – 4,2 года, при длине 26 см; самок – 9,0 полных лет, при длине 35 см. В среднем 90% последних созревают лишь к 13 году жизни, а полностью половозрелым поколение становится лишь к 18 годам.

Для популяции желтобрюхой камбалы из Западной Камчатки А.В. Четвергов (2002) сообщает, что эта камбала является самой позднесозревающей из 7 исследованных им видов камбал. Самцы начинали созревать при достижении длины 23,5 см, самки – 30,5 см. Длина и возраст 50% созревания самцов составляли 27,4 см и 6,7 лет, самок – 36,2 см и 9,6 лет. Практически полностью самцы и самки желтобрюхой камбалы созревали при размерах соответственно 38,5 и 47,0 см.

По имеющимся у нас материалам, желтобрюхая камбала в северной части Охотского моря созревает при минимальной длине 19,0–19,7 см в возрасте 4 лет, а самки – при длине 25,3 см и на год позднее (рис. 6). Половина самцов достигают зрелости в 7,4 лет при средней

Таблица 5. Изменение стадии зрелости яичников самок звездчатой камбалы по декадам, %
Table 5. Changes in the stage of the female gonad maturity of starry flounder by decades, %

Стадия зрелости Stage of maturity	Май / May		Июнь / June		
	II	III	I	II	III
IV	97,3	57,9	13,1	3,6	0
V	2,7	17,9	9,2	10,7	3,3
VI-II	0	24,2	77,7	85,7	96,7

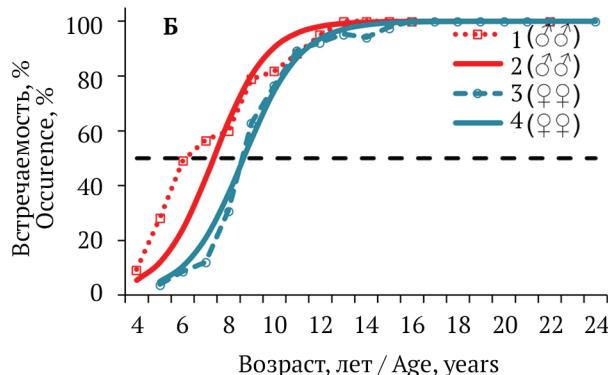
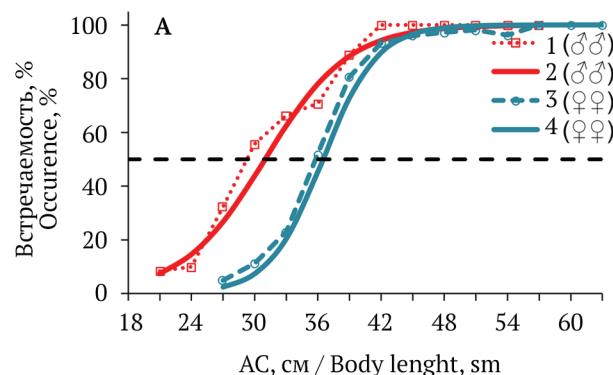


Рис. 6. Изменение доли половозрелых особей желтобрюхой камбалы в размерных (А) и возрастных (Б) группах: 1, 3 – по наблюденным данным, 2, 4 – теоретически рассчитанные
Fig. 6. Change in the proportion of mature individuals of Alaska place in size (A) and age (B) groups: 1, 3 – according to the observed data, 2, 4 – theoretically calculated

длине 31 см, а самок — 9,7 лет при длине 36,5 см. 90% самцов и самок достигают зрелости в возрасте 10 и 13 лет соответственно. Все особи поколения становятся зрелыми в возрасте 14 (самцы) и 16 (самки) лет по достижении длины первыми 41 см, вторыми — 49,5 см.

По немногочисленным литературным сведениям, нерест желтобрюхой камбалы происходит весной — в начале лета. В разных районах восточной части Берингова моря нерест этого вида наблюдался в марте–апреле (NPFMC, 2015) или в апреле–июне (Zhang et al., 1998). По сведениям Л.Н. Мусиенко (1970), в Беринговом море нерест этого вида в целом длится около 3 месяцев, не превышая в разных районах 2–2,5 месяцев. В зависимости от географического положения нерестилищ и гидрологических условий, сроки нереста этого вида варьируют и сдвигаются с севера на юг на более ранние сроки. Нерест начинается в ранневесенний период, в начале биологической весны, сразу же после распаления льда (с начала мая) и продолжается до середины июня (Перцева-Остроумова, 1960).

В районе Северных Курильских островов единичные икринки желтобрюхой камбалы были отмечены Т.А. Перцевой-Остроумовой (1961) к юго-востоку от о-ва Парамушир в апреле и, по мнению автора, совпали с началом нереста. Они находились на I стадии развития и были недавно выметаны. В мае икра этого вида широко распространена в этом районе как с тихоокеанской, так и с охотоморской стороны.

По сообщению Т.А. Перцевой-Остроумовой (1961), в северной части Японского моря (южная часть Татарского пролива) начало нереста этой камбалы приходится на конец марта, а разгар нереста происходит в апреле.

В районе западно-камчатского побережья Охотского моря нерестовые самки массово встречались в начале апреля (Четвергов, 2002).

По данным И.А. Черешнева с соавторами (2001), в северной части Охотского моря четырехбугорчатая камбала нерестится в апреле–июне. Сведения о раннем нересте вида в этом районе имеются в работе Л.В. Микулич (1959), где она сообщает, что собранная в зал. Шелихова во второй половине мая икра этой камбалы находилась на завершающей стадии развития.

Предпринятые нами в течение нескольких лет попытки обнаружить текущих производителей этой камбалы с начала июня и позже результатов не дали. В это время все без исключения взрослые особи имели половые продукты в постнерестовом состоянии зрелости VI–II.

С целью более точно определить сроки нереста желтобрюхой камбалы в районе исследований нами 4 июня 2021 г. была проведена икорная съемка в районе о. Завьялова. Обловы проводили над глубинами 70 м от поверхности до 60 м. Среди массы икринок минтая и палтусовидной камбалы удалось обнаружить 12 икринок желтобрюхой камбалы, которые хорошо выделялись своими крупными размерами и небольшим перивителлиновым пространством, о чем ранее отмечала Т.А. Перцева-Остроумова (1961). Все отловленные икринки находились в начале VI этапа развития, начинаящегося с отчленения хвостового отдела от желточного мешка. В то же время большинство отловленных икринок палтусовидной камбалы еще находились на IV этапе гастроляции и эпоболии, на стадиях формирования зародышевого кольца и зародышевого щитка.

Учитывая существенную разницу в этапах эмбрионального развития обоих видов камбал, можно определенно полагать, что нерест желтобрюхой камбалы происходит намного раньше палтусовидной камбалы. Наиболее вероятные сроки массового ее нереста в районе исследований приходятся на апрель, с завершением его в начале мая.

Сахалинская камбала (сахалинская лиманда) *Limanda sakhalinensis* (Hubbs, 1915). Рассматривая вопрос полового созревания сахалинской камбалы в дальневосточных морях, Ю.П. Дьяков (2015) проанализировал собственные данные, архивные материалы КамчатНИРО и сведения из литературы (Сафонов, Тарасюк, 1989; Борец, 1997; Чучукало и др., 1998; Черешнев и др., 2001; Четвергов, 2002; Дьяков, 2002, 2011; Балыкин, 2006; Золотов, 2010; Антонов, 2011). Автор пришел к выводу, что по исследованной части ареала вида длина начинающих созревать самцов составляет 12,5 см, а самок — колеблется от 13,5 до 16,0 см. При этом возраст самцов составляет 3 года, самок — 2–4 года.

В восточной части Охотского моря самцы сахалинской камбалы становятся половозрелыми, начиная с длины тела 12,5 см и возраста 3 года. Очень редко встречаются двухлетние созревающие самки, обычно это происходит в 3-летнем возрасте, при средней длине 13,5 см. Половина самцов становится зрелыми по достижении ими 15 см и 3,2 лет, а самок — 19 см и 4,2 лет (Дьяков, 2015).

В водах Западной Камчатки сахалинская камбала является самым быстросозревающим видом среди представителей семейства (Чет-

вергов, 2002). Особи обоих полов имеют зрелые половые продукты при длине 13,5 см. По среднемноголетним данным, размеры и возраст массового созревания самок составляли 19 см и 4,2 года, а самцов – 15 см и 3,2 года. Часть особей остается незрелой вплоть до предельных размеров и возраста.

По нашим данным, в северной части Охотского моря сахалинская камбала созревает позднее, чем в других районах ареала. Первые половозрелые самцы появляются среди рыб, достигших длины 12,5 см, в возрасте 3 лет (рис. 7). С увеличением размеров доля самцов с развитыми семенниками возрастала до 93,6%: при достижении ими длины 23,0–25,0 см и возраста 11–15 лет. Первые самки сахалинской камбалы достигают репродуктивного состояния при большей, чем у самцов, длине тела 16,0 см и возрасте 5 лет. В диапазоне наблюдаемых размерных классов темп их созревания ниже, чем самцов. В группе длиной 19,0–21,0 см (возраст 6–8 лет) доля самок составляет 47,7%. Однако даже при длине 27,0–29,0 см небольшое количество их (7,7% нерестового стада) имели незрелые яичники. Все самцы становятся полностью зрелыми по достижении ими размеров 25,3 см и возраста 14 лет, а самки – 27,2 см и 16 лет.

Ранее проведенные нами расчеты с помощью полинома второй степени показали, что теоретическая длина и возраст самцов и самок сахалинской камбалы, когда половина их вступает в нерестовую часть стада, соответствует значениям: для первых 15,2 см в возрасте 4 лет, для вторых – 19,9 см и 6 лет (Yusupov et al., 2020). Для более объективной оценки темпов созревания сахалинской камбалы использовали формулу Ферхюльтса для расчета логистических кривых. По результатам расчета, полу-

вина самцов достигает половой зрелости при длине 17,3 см в возрасте 5,5 лет, а самок – соответственно 21,9 см и 8,6 лет.

Полярная камбала *Liopsetta glacialis* Pallas, 1776. Репродуктивная биология полярной камбалы в целом по ареалу, особенно в азиатской части ее обитания, изучена крайне слабо. По литературным данным, наиболее ранним созреванием характеризуется полярная камбала Белого моря, у которой самцы и самки впервые участвуют в нересте соответственно на втором и третьем году жизни (Николаев, 1955; Алтухов, 1980). В Баренцевом море (Есипов, 1949) и в Карской губе (Андряшев, 1954) этот вид созревает на четвертом–пятом году жизни. По сведениям И.А. Черешнева с соавторами (2001), в северной части Охотского моря полярная камбала созревает на 4–5 году жизни.

Собранные нами данные позволили установить, что в северной части Охотского моря более трети самцов (35,3%) и небольшое число самок (14,3%) полярной камбалы созревают в возрасте 3,0 лет (рис. 8). Процесс протекает высокими темпами, и половина особей становится зрелыми на 4-м году жизни. По расчетным данным, это происходит у самцов при длине 13,4 см в возрасте 3,6 лет, у самок – соответственно при 17,1 см и 3,9 лет.

В Беринговом море полярная камбала размножается в январе–марте (Андряшев, 1954). Такие же сроки сообщают И.А. Черешнев с соавторами (2001) для северной части Охотского моря.

Наши исследования в 2003 и 2005 гг. показали, что нерестовый период этого вида в северной части Охотского моря намного короче. Незадолго до нереста, в последней декаде января, полярная камбала с мест зимовки в открытой части Тауйской губы мигрирует на мел-

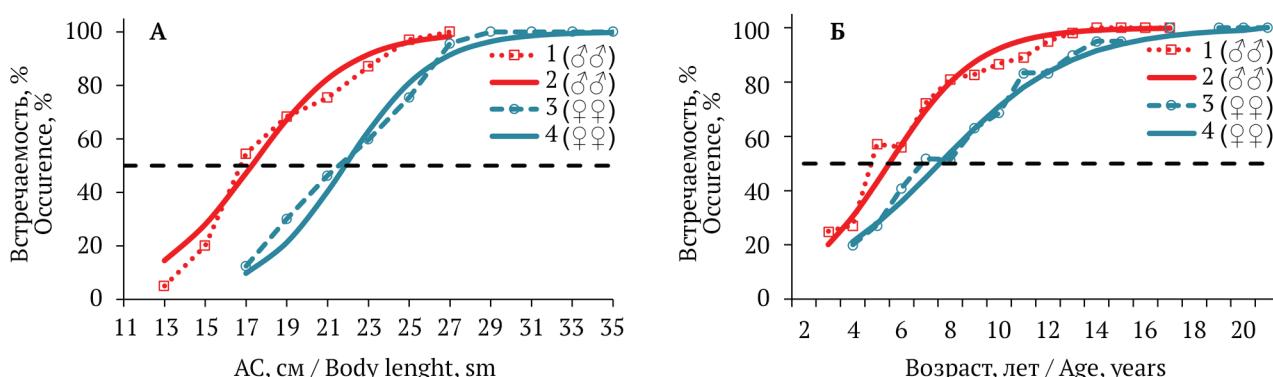


Рис. 7. Изменение доли половозрелых особей сахалинской камбалы в размерных (А) и возрастных (Б) группах: 1, 3 – по наблюденным данным, 2, 4 – теоретически рассчитанные
Fig. 7. Change in the proportion of mature individuals of Sakhalin flounder in size (A) and age (B) groups: 1, 3 – according to the observed data, 2, 4 – theoretically calculated

ководье Амактонского залива. Основное нерестилище расположено вблизи правобережья Тауйского лимана и представляет собой мелководную зону с глубинами 5–8 м и песчаным грунтом с небольшой примесью ила.

Как показали наблюдения за полярной камбалой в течение двух нерестовых сезонов, в начале нерестового хода лишь небольшое количество самок подходят на нерестилище текучими, у большинства яичники еще находятся на IV стадии зрелости (табл. 6). Созревание половых продуктов происходит быстро, и уже в первой декаде февраля начинается нерест, который заканчивается в конце этого месяца. В преднерестовом состоянии коэффициент зрелости гонад самок составляет в среднем 17,6% и достигает у отдельных особей 23,3%. У готовых к нересту самцов этот показатель существенно ниже (в среднем 3,1%) и не превышает 5,9% массы тела.

Такие же сжатые сроки нереста полярной камбалы отмечает П.А. Николаев (1955) для Онежского залива, а К.А. Алтухов (1980) для всего Белого моря, где она нерестится в январе. На более продолжительный нерестовый период (январь–февраль) указывает В.К. Есипов (1949) для полярной камбалы Карской губы. По данным А.П. Андрияшева (1954), нерест камбал этого вида в Белом море, Карской губе и дальневосточных морях происходит в январе–марте.

Хоботная камбала *Mizopsetta proboscidea* (Gilbert, 1896) единично начинает созревать в

разных районах обитания примерно при одинаковых размерах и возрасте. Региональные особенности этого процесса проявляются в сроках наступления массовой зрелости и полного созревания всех рыб. В западной части Берингова моря хоботная камбала становится половозрелой при длине 14–26 см, в основном – 16–17 см (Балыкин, 2006). В юго-западной части самцы хоботной камбалы впервые начинают созревать на третьем году жизни при наименьшей длине 16 см, самки – на четвертом, при длине 18 см. 50% самцов достигают половой зрелости в возрасте 3,4 года, при длине 18,7 см; 50% самок – в возрасте 6,3 лет, при длине 23,0 см. Таким образом, процесс созревания у хоботной камбалы протекает заметно быстрее по сравнению с другими видами камбал Карагинского и Олюторского заливов. К восьмому году жизни самцов и к десятому самок все особи хоботной камбалы становятся половозрелыми (Золотов, 2011).

В водах Западной Камчатки самцы хоботной камбалы начинали созревать при достижении длины 18,0 см, а самки – 19,5 см. Размеры и возраст массового созревания самцов составлял 19,7 см и 3,6 лет, самок – соответственно 26,8 см и 6,9 лет.

По сведениям И.А. Черешнева с соавторами (2001), в северной части Охотского моря хоботная камбала созревает при длине 22–25 см в возрасте 6–7 лет. По нашим данным, в этом районе Охотского моря процесс созревания особей вида начинается раньше. В выборке сам-

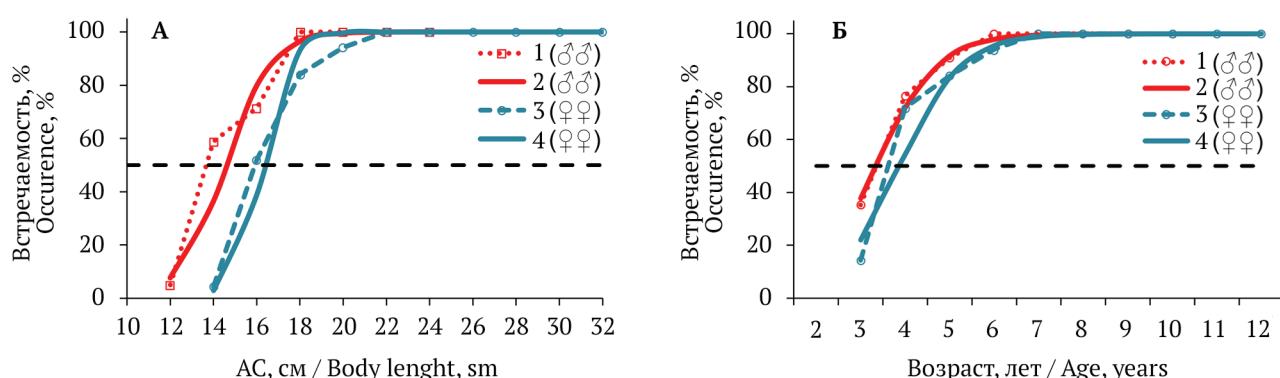


Рис. 8. Изменение доли половозрелых особей полярной камбалы в размерных (А) и возрастных (Б) группах: 1, 3 – по наблюденным данным, 2, 4 – теоретически рассчитанные
Fig. 8. Change in the proportion of mature individuals of Arctic flounder in size (A) and age (B) groups: 1, 3 – according to the observed data, 2, 4 – theoretically calculated

Таблица 6. Динамика зрелости половых продуктов самок полярной камбалы на нерестилище
Table 6. Dynamics of the female gamete maturation of Arctic flounder at the spawning ground

Сроки наблюдения Observation date	Стадия зрелости гонад / Gonad maturity stage		
	IV	V	VI-II
25.01.2005	91,7	8,3	–
07.02.2005	41,7	40,0	18,3
20.02.2003	–	16,3	83,7

цов длиной 16,5–32,3 см возрастом 4–15 лет все особи были половозрелыми. Самые мелкие самки со зрелыми яичниками имели размеры тела 15,3–16,8 см и возраст 3 года. Темпы созревания самок высокие и в возрасте 3,8 лет при средних размерах 18,1 см становятся зрелыми 50% особей поколения, а в 13 лет и 29,1 см – 100% их достигают репродуктивного состояния (рис. 9).

Из литературных данных известно, что нерест хоботной камбалы в юго-восточной части Берингова моря происходит в июне–сентябре (Фадеев, 1987), а в его западной части – в июне–августе (Перцева-Остроумова, 1961). А.О. Золотов (2011), анализируя данные ихтиопланктонной съемки в заливах северо-востока Камчатки (Анапка и Уала), приходит к выводу, что нерест хоботной камбалы начался здесь не позже третьей декады мая. По данным П.А. Моисеева (1953б), у западного побережья Камчатки нерест этой камбалы происходит с 1 июля по 5 августа.

По нашим данным, в северной части Охотского моря хоботная камбала нерестится примерно в те же сроки, что и у побережья Западной Камчатки. Первые отнерестившиеся самки начинают встречаться в уловах в последней декаде июня. Основной нерест происходит в июле.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Не подтверждается парадигма о камбаловых рыбах северной части Охотского моря как о мелких, рано созревающих видах. Половая зрелость камбал района происходит при достижении примерно тех же размеров и возраста, что и у аналогичных видов северных популяций. В сравнении с южными, в частности популяци-

ями Японского моря, они характеризуются сравнительно поздним и длительным по времени созреванием, а все особи становятся полностью зрелыми незадолго до завершения жизненного цикла.

Воспроизводство камбал происходит с октября по сентябрь. Под ольдом нерестуют белокорый и черный палтусы, полярная, желтобрюхая и северная палтусовидная камбалы. Их размножение происходит в те же сроки, что и у аналогичных видов в других районах Северной Пацифики, но массовый нерест более сжат во времени. К примеру, у самой многочисленной в прибрежной зоне желтоперой камбалы период воспроизводства охватывает четыре календарных месяца – с июня по сентябрь, но массовый нерест происходит в течение 30 дней, с третьей декады июля по вторую декаду августа.

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 or involving humans. Bibliographic references to all data of other authors used in the review are formatted in accordance with the state standards (GOST). The authors declare that they have no conflict of interest.

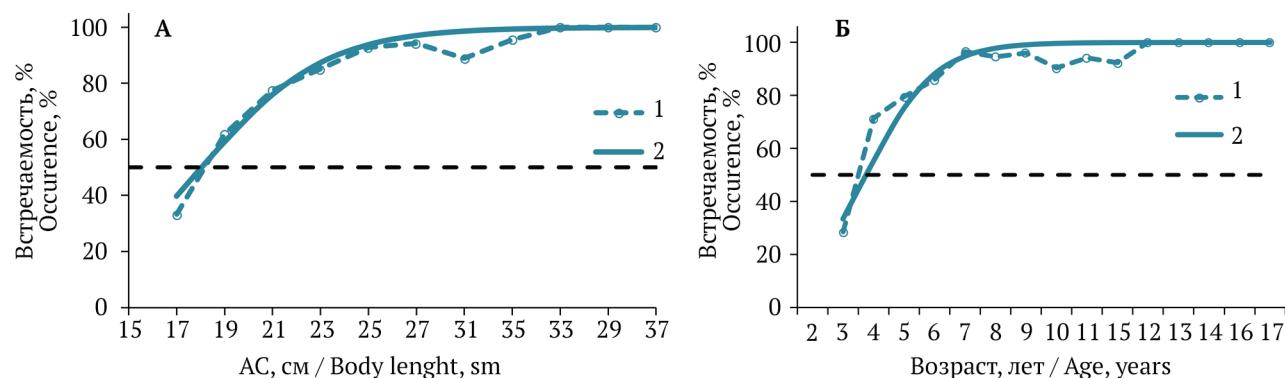


Рис. 9. Изменение доли половозрелых самок хоботной камбалы в размерных (А) и возрастных (Б) группах: 1 – по наблюденным данным, 2 – теоретически рассчитанные
Fig. 9. Change in the proportion of mature females of longhead dab in size (A) and age (B) groups: 1 – according to the observed data, 2 – theoretically calculated

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ AUTHOR CONTRIBUTIONS

Авторы в равной мере участвовали в сборе и обработке данных, обсуждении полученных результатов и написании статьи.

The authors jointly collected, processed and analyzed the data, discussed the results and wrote the text of article, with equal contribution.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Алтухов К.А. 1980. Размножение камбаловых рыб семейства Pleuronectidae в Белом море // Вопр. ихтиологии. Т. 20, № 2 (121). С. 285–297.
- Андряшев А.П. 1954. Рыбы северных морей СССР: Моногр. М.; Л.: Изд. Зоол. ин-та АН СССР. 566 с.
- Антонов Н.П. 2011. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел. М.: ВНИРО. 244 с.
- Балыкин П.А. 2006. Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря : Моногр. М.: ВНИРО. 143 с.
- Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение: Моногр. Владивосток: ТИНРО-Центр. 217 с.
- Булатов О.А. 1983. Распределение икры и личинок черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* (Pleuronectidae) в восточной части Берингова моря // Вопр. ихтиологии. Т. 23, № 1. С. 157–159.
- Дьяков Ю.П. 1987. Некоторые особенности воспроизводства тихookeанского черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* // Вопр. ихтиологии. Т. 27, № 5. С. 823–830.
- Дьяков Ю.П. 2002. Западнокамчатские камбалы (распределение, биология и динамика популяций) // Изв. ТИНРО. Т. 130, № 3. С. 954–1000.
- Дьяков Ю.П. 2011. Камбалообразные дальневосточных морей России. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 428 с.
- Дьяков Ю.П. 2015. Половое созревание дальневосточных камбалообразных рыб (Pleuronectidae) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев-зап. части Тихого океана. Вып. 39. С. 5–69.
- Есипов В.К. 1949. Промысловые рыбы СССР: Моногр. М., Л.: Пищепромиздат. 787 с.
- Золотов А.О. 2008. Особенности размерно-возрастной структуры, линейного роста и полового созревания желтоперой камбалы *Limanda aspera* юго-западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. Т. 152. С. 99–113.
- Золотов А.О. 2010. Камбалы западной части Берингова моря: динамика численности и особенности биологии: Автореф. дис.... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 20 с.
- Золотов А.О. 2011. Распределение и сезонные миграции камбал Карагинского и Олюторского заливов // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев-зап. части Тихого океана. Вып. 21. С. 73–100.
- Линдберг Г.У., Федоров В.В. 1993. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 6. *Teleostomi*. 31. *Pleuronectiformes*: Моногр. СПб.: Наука. 272 с.
- Мазникова О.А. 2018. Биология и промысел тихookeанского черного палтуса западной части Берингова моря и тихookeанских вод Камчатки : Автореф. дис... канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 23 с.
- Микулич Л.В. 1959. Икринки и личинки рыб из северной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. Т. 47. С. 193–195.
- Минева Т.А. 1964. Материалы по биологии некоторых видов камбал восточной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. Т. 51. С. 215–224.
- Моисеев П.А. 1953а. Треска и камбалы дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. Т. 40. 288 с.
- Моисеев П.А. 1953б. Особенности образа жизни и распределение донных и придонных рыб в дальневосточных морях // Вопр. ихтиологии. Вып. 1. С. 24–36.
- Мусиенко Л.Н. 1970. Размножение и развитие рыб Берингова моря // Изв. ТИНРО. Т. 72. С. 166–224.
- Мухаметов И.Н. 2014. Палтусы прикурильских вод: биология, состояние запасов, перспективы промысла : Автореф. дис.... канд. биол. наук. М.: ФГУП ВНИРО. 24 с.
- Низовцев Г.П. 1974. Черный палтус *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum), помеченный в водах Восточной Исландии, выловлен в Баренцевом море // Вопр. ихтиологии. Т. 14. С. 328.
- Низовцев Г.П. 1978. Биология и промысел черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum) норвежско-баренцевоморского стада: Автореф. дис.... канд. биол. наук. Мурманск. 25 с.
- Николаев А.П. 1955. Полярная камбала Онежского залива Белого моря // Вопр. ихтиологии. Т. 5. С. 85–94.
- Николенко Л.П. 1998. Распределение икры, личинок и пелагической молоди черного палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*) в Охотском море // Биология моря. Т. 24, № 1. С. 16–20.
- Новиков Н.П. 1964. Основные черты биологии тихookeанского белокорого палтуса (*Hippoglossus hippoglossus stenolepis* Schmidt) в Беринговом море // Тр. ВНИРО. Т. 49. Известия ТИНРО. Т. 51. С. 167–207.

- Новиков Н.П. 1974. Промысловые рыбы материального склона северной части Тихого океана : Моногр. М.: Пищ. пром-сть. 308 с.
- Новиков Н.П., Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. 2002. Рыбы Приморья : Моногр. Владивосток: Дальрыбвтуз. 552 с.
- Новиков Р.Н. 2009. Некоторые аспекты промысла белокорого палтуса (*Hippoglossus stenolepis*) восточной части Охотского моря // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 15. С. 44–49.
- Перцева-Остроумова Т.А. 1960. Размножение и развитие стрелозубых палтусов рода *Atheresthes* Jordan et Gilbert (Pleuronectidae, Pisces) // Зоологич. журнал. Т. 30, № 11. С. 1659–1669.
- Перцева-Остроумова Т.А. 1961. Размножение и развитие дальневосточных камбал. М.: Изд-во АН СССР. 486 с.
- Петрова-Тычкова М.А. 1954. К биологии желтоперой камбалы из Олюторского залива // Изв. ТИНРО. Т. 41. С. 341–343.
- Полутов И.А., Трипольская В.Н. 1954. Пелагическая икра и личинки у морских берегов Камчатки // Изв. ТИНРО. Т. 41. С. 295–308.
- Расе Т.Е. 1959. Комплексные исследования вод Северных Курильских островов и Кроноцкого залива (Камчатка) // Тр. ИО АН СССР. Т. 36. С. 282–292.
- Сафронов С.Н., Тарасюк С.Н. 1989. Морфоэкологическая характеристика и таксономический статус сахалинской лиманды *Limanda sakhalinensis* // Вопр. ихтиологии. Т. 29, № 4. С. 539–549.
- Сорокин В.П., Григорьев Г.В. 1968. Сперматогенез и половой цикл гренландского или черного палтуса баренцевоморской популяции // Тр. ПИНРО. Вып. 13. С. 413–425.
- Токранов А.М., Орлов А.М., Шейко Б.А. 2005. Промысловые рыбы прикамчатских вод. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 59 с.
- Тупоногов В.Н. 2003. Особенности летне-осеннего распределения и состояние ресурсов палтусов в Охотском море и у Курильских островов в 2000 г. // Изв. ТИНРО. Т. 132. С. 145–160.
- Фадеев Н.С. 1956. Биология и промысел камбал в водах Сахалина. Южно-Сахалинск: Советский Сахалин. 37 с.
- Фадеев Н.С. 1963. Промыслово-биологическая характеристика желтоперой камбалы Южного Сахалина // Изв. ТИНРО. Т. 48. С. 281–291.
- Фадеев Н.С. 1965. Сравнительный очерк биологии камбал юго-восточной части Берингова моря и состояние их запасов // Тр. ВНИРО – Изв. ТИНРО. Т. 58 – 53. С. 121–138.
- Фадеев Н.С. 1970. Изменение соотношения полов желтоперой камбалы (*Limanda aspera*) в зависимости от численности // Зоологич. журнал. Т. 40, № 1. С. 106–111.
- Фадеев Н.С. 1971. Биология и промысел тихоокеанских камбал. Владивосток: Дальиздат. 100 с.
- Фадеев Н.С. 1986. Палтусы и камбалы / Биологические ресурсы Тихого океана. М.: Наука. С. 341–364.
- Фадеев Н.С. 1987. Северотихоокеанские камбалы: распространение и биология. М.: Агропромиздат. 175 с.
- Фадеев Н.С. 2005. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО-Центр. 366 с.
- Федоров К.Е. 1968. Овогенез и половой цикл черного палтуса // Тр. ПИНРО. Вып. 23. С. 425–452.
- Федоров К.Е. 1971. Состояние половых желез черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* Баренцева моря в связи с пропуском нерестового сезона // Вопр. ихтиологии. Т. 11, № 5 (70). С. 787–793.
- Черешнев И.А., Волобуев В.В., Хованский И.Е., Шестаков А.В. 2001. Прибрежные рыбы северной части Охотского моря: Моногр. Владивосток: Дальнаука. 196 с.
- Четвергов А.В. 2002. Половое созревание западнокамчатских камбал // Изв. ТИНРО. Т. 130. С. 940–953.
- Чучукало В.И., Радченко В.И., Кобликов В.Н., Надточий В.А., Слабинский А.М. 1998. Питание и некоторые черты экологии камбал у побережья Западной Камчатки в летний период // Изв. ТИНРО. Т. 124, № 2. С. 635–650.
- Шершенков С.Ю. 2006. О минимальной промысловой мере для палтуса Охотского моря // Тр. ВНИРО. Т. 146. С. 244–247.
- Шунтов В.П. 1970. Сезонное распределение черного и стрелозубых палтусов в Беринговом море // Изв. ТИНРО. Т. 72. С. 391–401.
- Юсупов Р.Р. 2009. Плодовитость желтоперой камбалы *Limanda aspera* (Pleuronectidae) северной части Охотского моря // Вопр. рыболовства. Т. 10, № 2 (38). С. 284–291.
- Юсупов Р.Р. 2011. Размножение и развитие звездчатой камбалы *Platichthys stellatus* (Pleuronectidae) Тауйской губы (северная часть Охотского моря) // Изв. ТИНРО. Т. 166. С. 38–58.
- Юсупов Р.Р. 2018. Эмбриональное и личиночное развитие северной палтусовидной камбалы *Hippoglossoides robustus* (Pleuronectidae) северной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. Т. 194. С. 42–53.

- Beamish R.J., King J.R., McFarlane G.A. 2008. Impacts of climate and climate change on the key species in the fisheries in the North Pacific // PICES Sci. Rep. № 35. P. 15–56.
- Bell F.H., St Pierre G.S. 1970. The Pacific halibut: Intern. Pacif. Halibut Comiss.: Techn. Rep. № 6. 24 p.
- Castillo G.C. 1995. Latitudinal patterns in reproductive life history traits of Northeast Pacific flatfish // Proceedings of the Intern. Symp. on North Pacific Flatfish. (Anchorage, Alaska, October 26–28, 1994). P. 51–72.
- Conley R.L. 1977. Distribution, relative abundance, and feeding habits of marine and anadromous juvenile fishes of Everett Bay. Washington. M.S. Thesis. University of Washington, Seattle. 64 p.
- Hart J.L. 1973. Pacific Fishes of Canada // Fish. Res. Bd. Can. Bull. № 180. 730 p.
- Hognestad P.T. 1969. Notes on Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides* Walbaum) in the Eastern Norwegian Sea // Fiskeridirektoratets Havundersøkelser. № 15. P. 139–144.
- IPHC. 1987. The Pacific Halibut: Biology, Fishery, and Management // IPHC. Tec. Rep. № 22 (Revision of № 6 and 16). 59 p.
- Garrison K.J., Miller B.S. 1982. Review of the early life history of Puget Sound fishes // University of Washington Fish. Res. Inst. Seattle. UW 8216. 729 p.
- Junquera S., Zamarro J. 1992. Sexual maturity and spawning of the Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) from Flemish Pass Area // NAFO SCR Doc. 92/41. Serial № 2092. 10 p.
- Loher T.L., Seitz A.C. 2006. Seasonal migration and environmental conditions experienced by Pacific halibut *Hippoglossus stenolepis* in the Gulf of Alaska, elucidated from pop-up archival transmitting (PAT) tags // Mar. Ecol. Prog. Ser. 317. P. 259–271.
- Loher T.L., Seitz A.C. 2008. Characterization of active spawning season and depth for eastern Pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*), and evidence of probable skipped spawning // J. Northwest Atl. Fish Sci № 41. P. 23–36.
- Love M.S. 1996. Probably more than you want to know about the fishes of the Pacific coast // Really Big Press, Santa Barbara, California. 215 p.
- Matarese A.C., Kendall A.W. jr., Blood D.M., Vinter B.M. 1989. Laboratory guide to early life history stages of northeast Pacific fishes: U.S. Dep. Commer., NOAA Tech. Rep. NMFS 80. Seattle. 652 p.
- Morgan M.J., Bowering W.R. 1997. Maturity at size and age of Greenland halibut in NAFO Sub-area 2 and Divisions 3KLM // NAFO SCR Doc. 95/54. 19 p.
- Nichol D.G., Acuna E.G. 2001. Annual and batch fecundities of yellowfin sole *Limanda aspera* in the Eastern Bering Sea // Fish. Bull. Vol. 99, № 1. P. 108–122.
- NPFMC. 2015. Groundfish Species Profiles // NPFMC under NOAA Award. Anchorage. 60 p.
- Orcutt H.G. 1950. The life history of the starry flounder *Platichthys stellatus* (Pallas) // Calif. Det. Fish Game. Fish Bull. № 78. 64 p.
- Report of the ICES. 1996. INAFO Workshop on Greenland halibut Age determination // Demersal Fish Comm. Reykjavik. Iceland. 53 p.
- Seitz A.C., Loher T., Norcross B.L., Nielsen J.L. 2011. Dispersal and behavior of Pacific halibut *Hippoglossus stenolepis* in the Bering Sea and Aleutian Islands Region // Aquatic Biology. Vol. 12. P. 225–229.
- Seitz A.C., Norcross B.L., Wilson D., Nielsen J.L. 2005. Identifying spawning behavior in Pacific halibut *Hippoglossus stenolepis* using electronic tags // Environmental Biology of Fishes. Vol. 73. P. 445–451.
- Skud B.E. 1977. Drift, migration, and intermingling of pacific halibut stocks // International Pacific Halibut Commission. Sci. Rep. № 63. 42 p.
- Smidt E.L.B. 1969. The Greenland halibut, *Reinhardtius hippoglossoides* (Walb.), Biology and Exploitation in Greenland Waters // Medd. Dan. Fisk.-Havunders. Vol. 6 (4). P. 79–147.
- St-Pierre G. 1984. Spawning location and season for Pacific halibut // IPHC. Sci. Rep. № 70. 46 p.
- TenBrink T.T., Wilderbuer K. 2015. Updated Maturity Estimates for Flatfishes (Pleuronectidae) in the Eastern Bering Sea, with Implications for Fisheries Management // Mar. and Coast. Fish.: Dynamics, Management, and Ecosystem Science. Vol. 7, is. 1. P. 474–482.
- Trumble R.J., Neilson J.D., Bowering W.R., McCaughran D.A. 1993. Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) and Pacific halibut (*H. stenolepis*) and their North American fisheries // Can. Bull. Fish. Aquat. Sci. № 227. P. 1–84.
- Wilderbuer T., Wolters G.T., Bakkala R.G. 1992. Yellowfin Sole *Pleuronectes asper*, of the Eastern Bering Sea: Biological Characteristics, History of Exploitation, and Management // Mar. Fish. Rev. Vol. 54 (4). 18 p.
- Yusupov R.R., Metelev E.A., Sergeev A.S., Danilov V.S. 2020. Age, growth and maturation of the Sakhalin flounder *Limanda sakhalinensis* of the Northern Sea of Okhotsk // IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. Vol. 548. P. 1–6.
- Zhang C., Wilderbuer T.K., Walter G.E. 1998. Biological characteristics and fishery assessment of Alaska Plaice *Pleuronectes quadrifilum*, in the Eastern Bering Sea // Mar. Fish. Rev. Vol. 60 (4). P. 16–27.

REFERENCES

- Altuhov K.A. Reproduction of flounder fish of the family Pleuronectidae in the White Sea. *Journal of Ichthyology*, 1980, vol. 20, no. 2 (121), pp. 285–297. (In Russian)
- Andriyashev A.P. Ryby severnykh morey SSSR [Fish of the northern seas of the USSR]. Moscow, Leningrad: Academy of Sciences of the USSR, 1954, 566 p.
- Antonov N.P. *Promyslovyye ryby Kamchatskogo kraя: biologiya, zapasy, promysel* [Commercial fish of the Kamchatka Territory: biology, stocks, fishing]. Moscow: VNIRO, 2011, 244 p.
- Balykin P.A. *Sostoyanie i resursi rybolovstva v zapadnoi chasti Beringova morya* [Fishery state and resources in the west part of the Bering Sea]. Moscow: VNIRO, 2006, 143 p.
- Borets L.A. *Donnyye ikhniotseny rossiyskogo shelfa dalnevostochnykh morey: sostav, struktura, elementy funktsionirovaniya i promyslovoye znachenije* [Bottom ichthyocenes of the Russian shelf of the Far Eastern seas: composition, structure, functional elements and commercial significance]. Vladivostok: TINRO-Centre, 1997, 217 p.
- Bulatov O.A. Distribution of eggs and larvae of the halibut *Reinhardtius hippoglossoides* (Pleuronectidae) in the Eastern Bering Sea. *Journal of Ichthyology*, 1983, vol. 23, no. 1, pp. 157–159. (In Russian)
- Dyakov Y.P. Some features of reproduction of the Pacific halibut *Reinhardtius hippoglossoides*. *Journal of Ichthyology*, 1987, vol. 27, no. 5, pp. 823–830. (In Russian)
- Dyakov Y.P. West Kamchatkan flounders (distribution, biology and population dynamics). *Izvestiya TINRO*, 2002, vol. 130, pp. 954–1000. (In Russian)
- Dyakov Y.P. *Kambaloobraznyye dalnevostochnykh morey Rossii* [Flounders of the Far Eastern Seas of Russia]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2011, 428 p.
- Dyakov Y.P. Maturation of Far Eastern flounders (Pleuronectiformes). *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2015, vol. 39, pp. 5–69. (In Russian)
- Yesipov V.K. *Promyslovyye ryby SSSR* [Commercial fish of the USSR]. Moscow, Leningrad: Pishchepromizdat, 1949, 787 p.
- Zolotov A.O. Size-age structure, linear growth, and maturation of yellowfin sole *Limanda Aspera* Pallas (1814) in the Southwestern Bering Sea. *Izvestiya TINRO*, 2008, vol. 152, pp. 99–113. (In Russian)
- Zolotov A.O. *Kambaly zapadnoi chasti Beringova morya: dinamika chislennosti i osobennosti biologii*: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Flounders of the western part of the Bering Sea: population dynam- ics and biological features: Author's abstract. dis. ... cand. biol. sci.]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2010, 20 p.
- Zolotov A.O. Distribution and seasonal migrations of flounders in Karaginsky and Olutorsky Gulfs. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2011, vol. 21, pp. 73–100. (In Russian)
- Lindberg G.U., Fedorov V.V. *Ryby Yaponskogo morya i sopredelnykh chastei Okhotskogo i Zheltoego morey. Ch. 6. Teleostomi. 31. Pleuronectiformes* [Fishes of the Sea of Japan and the adjacent parts of the Sea of Okhotsk and Yellow Sea. Part 6: Teleostomi]. Sankt-Petersburg: Nauka, 1993, 272 p.
- Maznikova O.A. *Biologiya i promysel tikhookeanskogo chernogo paltusa zapadnoi chasti Beringova morya i tikhookeanskikh vod Kamchatki*: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Biology and fishing of Pacific halibut in the western part of the Bering Sea and the Pacific waters of Kamchatka: Author's abstract. dis. ... cand. biol. sci.]. Moscow: VNIRO, 2018, 23 p.
- Mikulich L.V. Eggs and larvae of fish from the northern part of the Sea of Okhotsk. *Izvestiya TINRO*, 1959, vol. 47, pp. 193–195. (In Russian)
- Mineva T.A. Materials on the biology of some species of flounder in the eastern part of the Bering Sea. *Izvestiya TINRO*, 1964, vol. 51, pp. 215–224. (In Russian)
- Moiseev P.A. Cod and flounders of Far-Eastern seas. *Izvestiya TINRO*, 1953, vol. 40, 287 p. (In Russian)
- Moiseev P.A. Peculiarities of lifestyle and distribution of bottom and benthic fish in the Far Eastern seas. *Journal of Ichthyology*, 1953, vol. 1, pp. 24–36. (In Russian)
- Musiyenko L.N. Reproduction and development of fishes of the Bering Sea. *Izvestiya TINRO*, 1970, vol. 72, pp. 166–224. (In Russian)
- Mukhametov I.N. *Paltusy prikurilskikh vod: biologiya, sostoyaniye zapasov, perspektivy promysla*: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Halibuts of the Kuril waters: biology, state of stocks, fishing prospects: Author's abstract. dis. ... cand. biol. sci.]. Moscow: VNIRO, 2014, 24 p.
- Nizovtsev G.P. Halibut *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum), tagged in East Icelandic waters, caught in the Barents Sea. *Journal of Ichthyology*, 1974, vol. 14, 328 p. (In Russian)
- Nizovtsev G.P. *Biologiya i promysel chernogo paltusa Reinhardtius hippoglossoides (Walbaum) norvezhsko-barentsevomorskogo stada*: Avtoref. dis. ... kand. biol. nauk [Biology and fishing of the black halibut *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum) of the Norwegian-Barents Sea stock: Author's abstract. dis. ... cand. biol. sci.]. Murmansk, 1978, 25 p.

- Nikolaev A.P. Polar flounder of the Onega Bay of the White Sea. *Journal of Ichthyology*, 1955, vol. 5, pp. 85–94. (In Russian)
- Nikolenko L.P. Raspredeleniye ikry, lichinok i pelagicheskoy molodi chernogo paltusa (*Reinhardtius hippoglossoides*) v Okhotskom more. *Russian Journal of Marine Biology*, 1998, vol. 24, no. 1, pp. 16–20. (In Russian)
- Novikov N.P. Basic features of the biology of Pacific halibut (*Hippoglossus hippoglossus stenolepis* Schmidt) in the Bering Sea. *Trudy VNIRO*, 1964, vol. 49, *Izvestiya TINRO*, vol. 51, pp. 167–207. (In Russian)
- Novikov N.P. *Promyslovyye ryby materikovogo sklona severnoy chasti Tikhogo okeana* [Commercial fishes of the continental slope of the North Pacific Ocean]. Moscow: Pishch. prom-st, 1974, 308 p.
- Novikov N.P., Sokolovskiy A.S., Sokolovskaya T.G., Yakovlev Y.M. *Ryby Primorya* [Fishes of Primorye]. Vladivostok: Dalrybvtuz, 2002, 552 p.
- Novikov R.N. Some aspects of the pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*) fisheries in the Eastern Okhotsk Sea. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2009, vol. 15, pp. 44–49. (In Russian)
- Pertseva-Ostromova T.A. Reproduction and development of arrow-toothed halibuts of the genus *Atheresthes* Jordan et Gilbert (Pleuronectidae, Pisces). *Zoologicheskyi Zhurnal*, 1960, vol. 30, no. 11, pp. 1659–1669. (In Russian)
- Pertseva-Ostromova T.A. *Razmnozheniye i razvitiye dal'nevostochnykh kambaly* [Reproduction and development of Far Eastern flounders]. Moscow: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1961, 486 p.
- Petrova-Tychkova M.A. On the biology of yellowfin flounder from Olyutorsky Bay. *Izvestiya TINRO*, 1954, vol. 41, pp. 341–343. (In Russian)
- Polutov I.A., Tripolskaya V.N. Pelagic eggs and larvae off the coast of Kamchatka. *Izvestiya TINRO*, 1954, vol. 41, pp. 295–308. (In Russian)
- Rase T.Ye. Complex studies of the waters of the Northern Kuril Islands and Kronotsky Bay (Kamchatka). *Trudy IO AN SSSR*, 1959, vol. 36, pp. 282–292. (In Russian)
- Safronov S.N., Tarasyuk S.N. Morpho-ecological characteristics and taxonomic status of the Sakhalin limanda *Limanda sakhalinensis*. *Journal of Ichthyology*, 1989, vol. 29, issue 4, pp. 539–549.
- Sorokin V.P., Grigoriev G.V. Spermatogenesis and sexual cycle of Greenland or black halibut from the Barents Sea population. *Trudy PINRO*, 1968, issue 13, pp. 413–425.
- Tokranov A.M., Orlov A.M., Sheiko B.A. *Promyslovyye ryby prikamchatskikh vod* [Commercial fish of Kamchatka waters]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2005, 59 p.
- Tuponogov V.N. Peculiarities of summer-autumn distribution and state of halibut resources in the Sea of Okhotsk and near the Kuril Islands in 2000. *Izvestiya TINRO*, 2003, vol. 132, pp. 145–160. (In Russian)
- Fadeyev N.S. *Biologiya i promysel kambala v vodakh Sakhalina* [Biology and fishing of flounder in the waters of Sakhalin]. Yuzhno-Sakhalinsk: Sovetskiy Sakhalin, 1956, 37 p.
- Fadeyev N.S. Commercial and biological characteristics of yellowfin flounder of Southern Sakhalin. *Izvestiya TINRO*, 1963, vol. 48, pp. 281–291. (In Russian)
- Fadeyev N.S. Comparative essay on the biology of flounder in the southeastern part of the Bering Sea and the state of their stocks. *Trudy VNIRO-Izvestiya TINRO*, 1965, vol. 58–53, pp. 121–138. (In Russian)
- Fadeyev N.S. Changes in the sex ratio of yellowfin flounder (*Limanda aspera*) depending on abundance. *Zoologicheskyi Zhurnal*, 1970, vol. 40, no. 1, pp. 106–111. (In Russian)
- Fadeyev N.S. Halibut and flounder. *Biologicheskiye resursy Tikhogo okeana*. Moscow: Nauka, pp. 341–364.
- Fadeyev N.S. *Severotikhookeanskiye kambaly (rasprostraneniye i biologiya)* [North Pacific flounders (distribution and biology)]. Moscow: Agro-promizdat, 1987, 175 p.
- Fadeev N.S. *Spravochnik po biologii i promyslu ryb severnoy chasti Tikhogo okeana* [Guide to biology and fisheries of fishes of the North Pacific Ocean]. Vladivostok: TINRO-Center, 2005, 366 p.
- Fedorov K.Ye. Oogenesis and sexual cycle of black halibut. *Trudy PINRO*, 1968, vol. 23, pp. 425–452.
- Fedorov K.Ye. The state of the gonads of the black halibut *Reinhardtius hippoglossoides* of the Barents Sea in connection with the skipping of the spawning season. *Journal of Ichthyology*, 1971, vol. 11, issue 5 (70), pp. 787–793.
- Chereshnev I.A., Volobuev V.V., Khovansky I.E., Shestakov A.V. *Pribrezhnyye ryby severnoy chasti Okhotskogo morya* [Coastal fishes of the northern part of the Sea of Okhotsk]. Vladivostok: Dalnauka, 2001, 197 p.
- Chetvergov A.V. Puberty of Western Kamchatka flounders. *Izvestiya TINRO*, 2002, vol. 130, pp. 940–953. (In Russian)
- Chuchukalo V.I., Radchenko V.I., Koblikov V.N., Nadtochiy V.A., Slabinskiy A.M. Feeding and some ecology features of flounders off the coast of West-

- ern Kamchatka in summer. *Izvestiya TINRO*, 1998, vol. 124, pp. 635–650. (In Russian)
- Shershenkov S.Yu. On the minimum fishing limit for halibut in the Sea of Okhotsk. *Trudy VNIRO*, 2006, vol. 146, pp. 244–247. (In Russian)
- Shunsov V.P. Seasonal distribution of black and arrow-toothed halibut in the Bering Sea. *Izvestiya TINRO*, 1970, vol. 72, pp. 391–401. (In Russian)
- Yusupov R.R. Fecundity of yellowfin flounder *Limanda aspera* (Pleuronectidae) in the northern part of the Sea of Okhotsk. *Problems of fisheries*, 2009, vol. 10, no. 2 (38), pp. 284–291. (In Russian)
- Yusupov R.R. 2011. Reproduction and development of the star flounder *Platichthys stellatus* (Pleuronectidae) in the Taui Bay (northern part of the Sea of Okhotsk). *Izvestiya TINRO*, 2011, vol. 166, pp. 38–58. (In Russian)
- Yusupov R.R. Embryonic and larval development of the northern halibut flounder *Hippoglossoides robustus* (Pleuronectidae) in the northern part of the Sea of Okhotsk. *Izvestiya TINRO*, 2018, vol. 194, pp. 42–53. (In Russian)
- Beamish R.J., King J.R., McFarlane G.A. Impacts of climate and climate change on the key species in the fisheries in the North Pacific. *PICES Sci. Rep.*, 2008, no. 35, pp. 15–56.
- Bell F.H., St'Pierre G.S. The Pacific halibut: Intern. Pacif. Halibut Comiss.: Techn. Rep., 1970, no. 6, 24 p.
- Castillo G.C. Latitudinal patterns in reproductive life history traits of Northeast Pacific flatfish. *Proceedings of the Intern. Symp. on North Pacific Flatfish*. (Anchorage, Alaska, October 26–28, 1994), 1995, pp. 51–72.
- Conley R.L. Distribution, relative abundance, and feeding habits of marine and anadromous juvenile fishes of Everett Bay. Washington. M.S. Thesis. University of Washington, Seattle. 1977, 64 p.
- Hart J.L. Pacific Fishes of Canada. *Fish. Res. Bd. Can. Bull.*, 1973, no. 180, 730 p.
- Hognestad P.T. Notes on Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides* Walbaum) in the Eastern Norwegian Sea. *Fiskeridirektoratets Havundersøkelse*, 1969, no. 15, pp. 139–144.
- IPHC. The Pacific Halibut: Biology, Fishery, and Management. *IPHC. Tec. Rep.*, 1987, no. 22 (Revision of № 6 and 16), 59 p.
- Garrison K.J., Miller B.S. Review of the early life history of Puget Sound fishes. *University of Washington Fish. Res. Inst. Seattle*, 1982, UW 8216, 729 p.
- Junquera S., Zamarro J. Sexual maturity and spawning of the Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) from Flemish Pass Area. *NAFO SCR Doc.*, 1992, 92/41, Serial № 2092, 10 p.
- Loher T.L., Seitz A.C. Seasonal migration and environmental conditions experienced by Pacific halibut *Hippoglossus stenolepis* in the Gulf of Alaska, elucidated from pop-up archival transmitting (PAT) tags. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2006, Ser. 317, pp. 259–271.
- Loher T.L., Seitz A.C. Characterization of active spawning season and depth for eastern Pacific halibut (*Hippoglossus stenolepis*), and evidence of probable skipped spawning. *J. Northwest Atl. Fish Sci* 2008, no. 41, pp. 23–36.
- Love M.S. Probably more than you want to know about the fishes of the Pacific coast. *Really Big Press*, 1996, Santa Barbara, California, 215 p.
- Matarese A.C., Kendall A.W. jr., Blood D.M., Vinter B.M. Laboratory guide to early life history stages of northeast Pacific fishes: U.S. Dep. Commer. *NOAA Tech. Rep.*, 1989, NMFS 80, Seattle, 652 p.
- Morgan M.J., Bowring W.R. Maturity at size and age of Greenland halibut in NAFO Sub-area 2 and Divisions 3KLM. *NAFO SCR Doc.*, 1997, 95/54, 19 p.
- Nichol D.G., Acuna E.G. Annual and batch fecundities of yellowfin sole *Limanda aspera* in the Eastern Bering Sea. *Fish. Bull.*, 2001, vol. 99, no. 1, pp. 108–122.
- NPFMC. Groundfish Species Profiles. *NPFMC under NOAA Award. Anchorage*, 2015, 60 p.
- Orcutt H.G. The life history of the starry flounder *Platichthys stellatus* (Pallas). *Calif. Det. Fish Game. Fish Bull.*, 1950, no. 78, 64 p.
- Report of the ICES. INAFO Workshop on Greenland halibut Age determination. *Demersal Fish Comm.*, 1996, Reykjavik, Iceland. 53 p.
- Seitz A.C., Loher T., Norcross B.L., Nielsen J.L. Dispersal and behavior of Pacific halibut *Hippoglossus stenolepis* in the Bering Sea and Aleutian Islands Region. *Aquatic Biology*, 2011, vol. 12, pp. 225–229.
- Seitz A.C., Norcross B.L., Wilson D., Nielsen J.L. Identifying spawning behavior in Pacific halibut *Hippoglossus stenolepis* using electronic tags. *Environmental Biology of Fishes*, 2005, vol. 73, pp. 445–451.
- Skud B.E. Drift, migration, and intermingling of pacific halibut stocks. *International Pacific Halibut Commission. Sci. Rep.*, 1977, no. 63, 42 p.
- Smidt E.L.B. The Greenland halibut, *Reinhardtius hippoglossoides* (Walb.), biology and exploitation in greenland waters. *Medd. Dan. Fisk.-Havunders*, 1969, vol. 6 (4), pp. 79–147.
- St'Pierre G. Spawning location and season for Pacific halibut. *IPHC. Sci. Rep.*, 1984, no. 70, 46 p.
- TenBrink T.T., Wilderbuer K. Updated Maturity Estimates for Flatfishes (Pleuronectidae) in the Eastern Bering Sea, with Implications for Fisheries Management. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 2018, Ser. 637, pp. 259–271.

ment. *Mar. and Coast. Fish.: Dynamics, Management, and Ecosystem Science*, 2015, vol. 7, is. 1, pp. 474–482.

Trumble R.J., Neilson J.D., Bowering W.R., McCaughran D.A. Atlantic halibut (*Hippoglossus hippoglossus*) and Pacific halibut (*H. stenolepis*) and their North American fisheries. *Can. Bull. Fish. Aquat. Sci.*, 1993, no. 227, pp. 1–84.

Wilderbuer T., Wolters G.T., Bakkala R.G. Yellowfin Sole *Pleuronectes asper*, of the Eastern Bering Sea: Biological Characteristics, History of Exploitation, and Management. *Mar. Fish. Rev.*, 1992, vol. 54 (4), 18 p.

Yusupov R.R., Metelev E.A., Sergeev A.S., Danilov V.S. Age, growth and maturation of the Sakhalin flounder *Limanda sakhalinensis* of the Northern Sea of Okhotsk. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 2020, vol. 548, pp. 1–6.

Zhang C., Wilderbuer T.K., Walter G.E. Biological characteristics and fishery assessment of Alaska Plaice *Pleuronectes quadrituberculatus*, in the Eastern Bering Sea. *Mar. Fish. Rev.*, 1998, vol. 60 (4), pp. 16–27.

Информация об авторах

Р.Р. Юсупов — канд. биол. наук,
ст. н. с. Института биологических проблем
Севера Дальневосточного отделения РАН
(ИБПС), ryusupov_mag@mail.ru
Ю.К. Семенов — ст. н. с. Магаданского филиала
ВНИРО (МагаданНИРО), yks2000@mail.ru

Information about the authors

Ravil R. Yusupov – Ph. D. (Biology) of Institute of biological problems of the North, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (IBPS), ryusupov_mag@mail.ru

Yury K. Semenov – Senior Researcher of Magadan Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (MagadanNIRO), yks2000@mail.ru

Статья поступила в редакцию: 27.04.2023

Одобрена после рецензирования: 11.05.2023

Статья принята к публикации: 19.05.2023

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 редактором, повторно не принимаются и не рассматриваются.

Редактория 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 подрисуночными 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/soglosiye_avtor/ (статья с одним автором), http://www.kamniro.ru/soglosiye_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 °C; 46°74' с. ш.), плюс-минус (±), процент (%), промилле (‰), продецимилле (‰‰) и умножение (×) набираются символами.

Иллюстративный материал

Все рисунки должны быть пронумерованы в последовательности, соответствующей упоминанию в статье, и номерами привязаны к подрисуночным 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 подрисуночной 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 представляются в формате программы CorelDraw или в форматах EPS, AI.

Список источников

В список источников включаются только рецензируемые источники (статьи из научных журналов и монографий), 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 приводят 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:

Трифонова И.С. 1998. Водоросли фитопланктона как индикаторы эвтрофирования // Тез. докл. II съезда Русского ботанического о-ва «Проблемы ботаники на

рубеже ХХ–ХХI 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.

ФИО 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.

... // Вопр. 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. рыболов. 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.ru.

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



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.

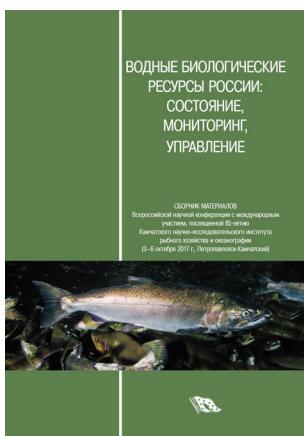
Открывает юбилейный альбом уникальная рукопись доктора биологических наук Фаины Владимировны Крогиус «Воспоминания о Камчатке и о создании научной работы» (1932–1985), найденная в 2016 г. в архиве Камчатского края и опубликованная впервые.

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

Издание посвящено 85-летнему юбилею Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО, КО ТИНРО, КоТИРХ — аббревиатуры организации в разные годы). В альбом включены воспоминания и записи 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 ихтиологов, 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

От редактора	4	СТИХИ
ВОСПОМИНАНИЯ		
Крогиус Ф.В. Воспоминания о Камчатке и о создании научной работы (1932–1985)	8	Дьяков Ю.П. Избранная поэзия 192
Полутов И.А. Избранные главы из книги воспоминаний «Давным-давно» (1995)	33	Бугаев В.Ф. Избранные стихи из сборника «На окраине России» 200
Акулин В.Н. Моя Камчатка. Шестидесятые годы	47	РАССКАЗЫ
Яцковский А.И. О камчатских ихтиологах: из книги «По горам и долинам Камчатки» (1959)	56	Басов Ю.С. Из книги «Дальневосточные рассказы» (2015) 210
Корягина (Бирман) Н.И. Воспоминания детства и юности о папе и сотрудниках КО ТИНРО	59	Варнавская Н.В. Отрывок из научно-фантастического романа «Скоморох, бегущий по звездам» (2011) 222
Нестеров Г.А. Воспоминания о лаборатории... (2001)	64	Егорова Т.В. Рыбное богатство Камчатки (1973) 228
Горчаков М.И. О камчатских ихтиологах: из книги «Цена каждого шага» (1974)	78	Николаев А.С. Из сборника рассказов «Чудо каждого дня...» (1995) 234
Введенская Т.Л. Воспоминания о десятилетнем счастье на оз. Кроноцком (1970–1979)	84	Николаев А.С. Запоздалый репортаж с Большерецкого тракта (2017) 243
Жилин М.Я. Озёрные отшельники	100	Острумов А.Г. Из сборника рассказов «По Камчатке — от мыса Лопатка до реки Хатырки» (1997) 246
Науменко Е.А. Полевые сезоны	108	Севостьянов В.Ф. Из сборника рассказов «Я в вечность торопился» (2006) 256
Бугаев В.Ф. Один взгляд и три вылазки на оз. Этамын	115	Челноков Ф.Г. «Покорение вулкана Камень» (1958) из книги «К вершинам Камчатки, России, планеты» 263
Дубынин В.А. На волне памяти...	127	Чугунков Д.И. Рассказ «Камчатка — Канада» из сборника «Норд-ост» (1980) 273
Карпенко В.И. Первый рейс в КамчатНИРО по теме	145	
Шагинян Э.Р. Лаборатории промысловых беспозвоночных — от создания до наших дней .	158	
Кляшторин Л.Б. Озерновский наблюдательный пункт: 1985–1986	165	
Виленская-Маркевич Н.И. Из книги «Воспоминания о камчатской жизни» (2007)	169	

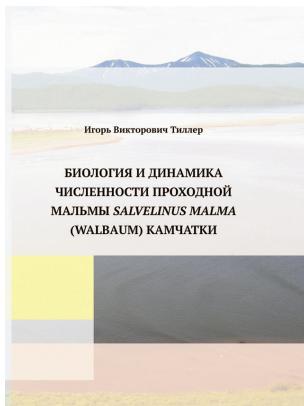


Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление. Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 85-летию Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (3–6 октября 2017 г., Петропавловск-Камчатский). 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

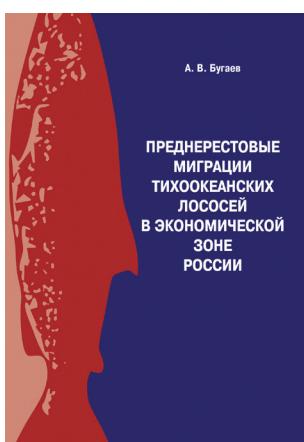
Сборник содержит материалы по следующим основным направлениям: воспроизведение и динамика запасов водных биологических ресурсов; методические аспекты мониторинга, оценки и прогнозирования состояния запасов водных биологических ресурсов, стратегии управления промыслом; популяционные и генетические исследования гидробионтов; условия среды обитания и экология гидробионтов; состояние и динамика водных сообществ в условиях возрастающего антропогенного воздействия; болезни гидробионтов и их профилактика; искусственное воспроизведение 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 дрифтерных судах в юго-западной части Берингова моря и северо-западной части Тихого океана. В сборе материала принимали участие сотрудники многих рыболово-промышленных НИИ Дальнего Востока и Москвы. Всего в работе использованы данные показателей контрольных уловов и биологических анализов, полученные в результате 177 рейсов российских и японских дрифтерных 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-временное распределение и динамику уловов, основные 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 дрифтерных 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 рыболово-промышленных предприятий и силовых структур, контролирующих воспроизведение и добычу лососей.

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 дрифтерных 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 рыболово-промышленных предприятий и силовых структур, контролирующих воспроизведение и добычу лососей.



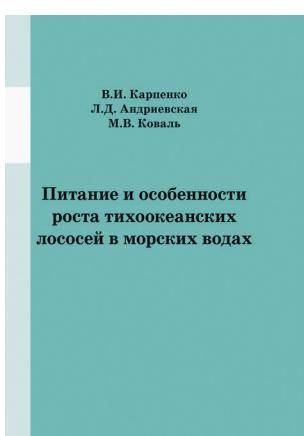
Современное состояние и методы изучения экосистем внутренних водоемов. Сборник материалов Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Игоря Ивановича Куренкова (7–9 октября 2015 г., Петропавловск-Камчатский). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2015. 235 с.

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 тепла 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 воспроизведстве лососей.

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

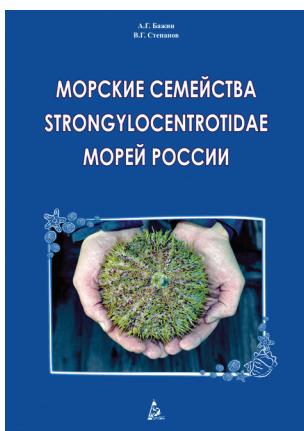
Описаны районы обитания лососей камчатских популяций и исследованы основные факторы среды, влияющие на их питание и рост в море. Для этого изучен состав пищи и оценены пищевые потребности пяти видов (горбуши, кеты, нерки, кижучи и чавычи) на отдельных этапах морского периода жизни. Изучена многолетняя 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 научных 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.

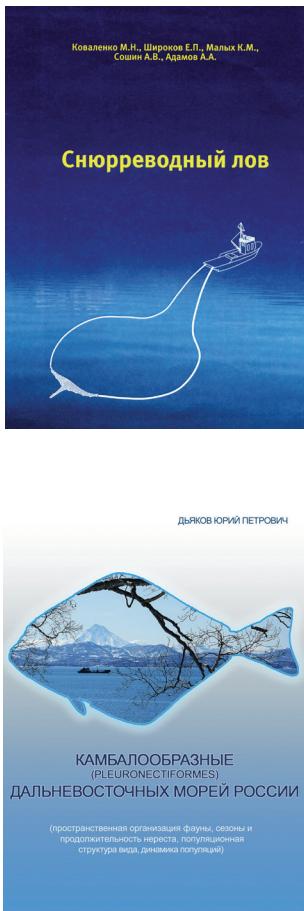
Сборник предназначен для специалистов рыбохозяйственных НИИ, рыбопромышленников, студентов профильных вузов, органов рыбоохраны.



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.



Снурреводный 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 снурреводного лова с судов среднего, малого и малого маломерного классов на Камчатке. Работа представляет собой обобщение накопленной в лаборатории промышленного рыболовства ФГУП «КамчатНИРО» информации о снурреводном 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 снурреводами с судов среднего, малого и малого маломерного флота, а также студентов, обучающихся по специальностям «Промышленное рыболовство» и «Промысловое судовождение».



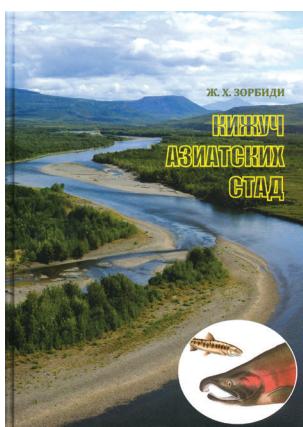
Дьяков Ю.П. Камбалообразные (PLEURONECTIFORMES) дальневосточных морей России (пространственная организация фауны, сезоны и продолжительность нереста, популяционная структура вида, динамика популяций). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2011. 428 с.

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. Даны 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.



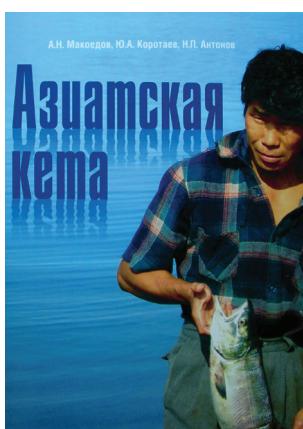
Сергеева Н.П., Варкентин А.И., Буслов А.В. **Шкала стадий зрелости гонад минтая.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2011. 92 с.

Минтай — наиболее значимый объект современного рыболовства в Дальневосточном регионе. На основании полученных авторами ранее результатов по исследованию особенностей полового созревания, оогенеза и сперматогенеза североохотоморского 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 бинокуляра 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.



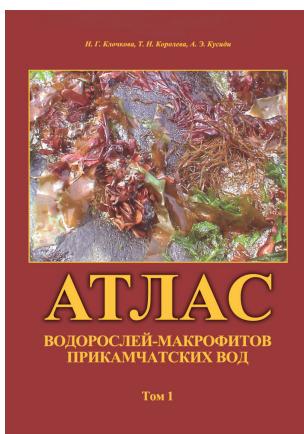
Зорбиди Ж.Х. **Кижуч азиатских стад.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2010. 306 с.

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 посткатафромных 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 удалено результатам исследования биологии вида в естественных условиях. Представлены данные, характеризующие особенности экологии молоди кижуча в разных типах водоемов.



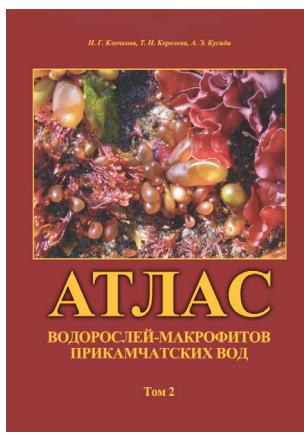
Макоедов А.Н., Коротаев Ю.А., Антонов Н.П. **Азиатская кета.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 356 с.

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. Данна 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 удалено вопросам, связанным с хозяйственным освоением азиатской кеты, и факторам, препятствующим рациональному ведению лососевого хозяйства в целом. Предложены рекомендации, направленные на устранение существующих недостатков.



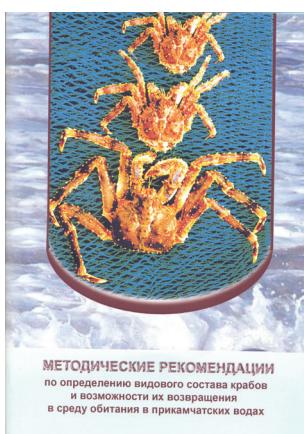
Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. **Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Том 1.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 218 с.

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 слоевиц, 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 слоевиц, 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 жизнеспособности 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 68. 2023

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

Номер свидетельства о регистрации СМИ — 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.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 19.10.2023. Дата выхода 31.10.2023, № 1 (68), 2023.

Формат 60×84/8. Печать офсетная.

Усл. печ. л.: 7,5. Заказ № КП00-5506. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Типографии ООО «Камчатпресс».

Адрес: 683024 Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, д. 12а.