ISSN 1606-9919

Научный журнал

ИЗВЕСТИЯ ТИНРО

Год основания 1928

IZVESTIYA TINRO

2025. Том 205, вып. 2

Тихоокеанский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»
(«ТИНРО»)

ИЗВЕСТИЯ ТИНРО

2025 **Научный журнал** **Том 205, вып. 2**

IZVESTIYA TINRO

Год основания: 1928, под настоящим названием с 1937 г.
Импакт-фактор РИНЦ: 0,843
Периодичность: 4 раза в год
Журнал включен в Перечень ВАК как издание, имеющее переводную версию, которая входит в международные базы данных и системы цитирования (CA(pt), Scopus, Springer, WoS)
СМИ зарегистрировано Роскомнадзором, запись о регистрации ПИ № ФС77-73773 от 21 сентября 2018 г.

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ 199
Шевляков Е.А., Островский В.И. Вековая динамика запасов и средней индивидуальной массы тихоокеанских лососей Дальнего Востока России через призму климатических циклов и трендов .. 199
Макоедов А.Н., Макоедов А.А. Российско-японские рыболовные отношения и лососевое хозяйство Дальнего Востока России 223
Зеленников О.В. Сахалинский таймень *Parahucho perryi*: особенности строения, распространения, численности и биологии 249
Каев А.М., Сухонос П.С. Оценка численности покатной молоди горбуши в реках островов Сахалин и Итуруп в 2024 г. 284
Ившина Э.Р., Мухаметов И.Н. Распределение тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* в Татарском проливе (Японское море) в апреле-июне .. 298
Иванов П.Ю. Особенности добычи камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) у западной Камчатки в современный период: новый район промысла в зал. Шелихова ... 314
Слизкин А.Г., Борилко О.Ю., Борисовец Е.Э., Черниенко И.С., Ткачева О.Б. История состояния запаса и регулирования промысла камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в водах Приморья 328
Артеменков Д.В., Иванкович Ю.В., Борилко О.Ю., Моисеев С.И., Сологуб Д.О., Иванов П.Ю., Харитонов А.В., Клинушкин С.В., Деминов А.Н., Морозов Т.Б. Распределение и популяционная биология пятиугольного волосатого краба *Telmessus cheiragonus* (Decapoda: Cheiragonidae) в северной части Охотского моря .. 352

УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ 366
Зуенко Ю.И., Савин А.Б., Басюк Е.О. Последствия экстремального потепления 2016–2019 гг. для запаса тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* (Gadidae) в российских водах северо-западной части Берингова моря 366

АКВАКУЛЬТУРА 389
Галанин Д.А., Сергеенко В.А., Гон Р.Т. Первые результаты пастбищной аквакультуры серого морского ежа, трепанга и ламинарии в зал. Анива о. Сахалин в 2024 г. (на примере рыбоводного участка XXX) 389

CONTENTS

BIOLOGICAL RESOURCES 199
Shevlyakov E.A., Ostrovsky V.I. Centennial dynamics of stocks and average individual weight for pacific salmon in the Russian Far East through the prism of climate cycles and trends 199
Makoedov A.N., Makoedov A.A. Russian-Japanese fisheries relations and salmon issues in the Russian Far East 223
Zelennikov O.V. Japanese huchen *Parahucho perryi*: features of morphology, distribution, abundance, and biology 249
Kaev A.M., Sukhonos P.S. Estimation of abundance for the migrating juvenile pink salmon in the rivers of Sak-halin and Iturup Islands in 2024 284
Ivshina E.R., Mukhametov I.N. Spatial distribution of pacific herring *Clupea pallasii* in the Tatar Strait (Japan Sea) in April-June 298
Ivanov P.Yu. Features of the fishery of red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) at West Kamchatka in the modern period: a new fishing area in the Shelikhov Bay 314
Slizkin A.G., Borilko O.Yu., Borisovets E.E., Chernienko I.S., Tkacheva O.B. History of the stock status and fishery regulation for red king crab *Paralithodes camtschaticus* in the waters of Primorye 328
Artemenkov D.V., Ivankovich Yu.V., Borilko O.Yu., Moiseev S.I., Sologub D.O., Ivanov P.Yu., Kharitonov A.V., Klinushkin S.V., Deminov A.N., Morozov T.B. Distribution and population biology of helmet crab *Telmessus cheiragonus* (Decapoda: Cheiragonidae) in the northern Okhotsk Sea 352

ENVIRONMENTS OF FISHERIES RESOURCES 366
Zuenko Yu.I., Savin A.B., Basyuk E.O. Impacts of extreme warming in 2016–2019 on the stock of pacific cod *Gadus macrocephalus* (Gadidae) in the Russian waters of northwestern Bering Sea 366

AQUACULTURE 389
Galanin D.A., Sergeenko V.A., Gon R.T. First results of pasture aquaculture of gray sea urchin, sea cucumber, and laminaria in the Aniva Bay, Sakhalin island in 2024 (on example of aquaculture site XXX) 389

Учредитель:
ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
Издатель:
Тихоокеанский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)

Главный редактор — В.П. Шунтов, доктор биологических наук, профессор
Editor-in-chief — Shuntov Vyacheslav Petrovich, Dr. Biol. Sci., chief researcher of Pacific branch of VNIRO (TINRO), Honored Scientist of the RF, Honored Worker of Fisheries of the RF

Редакционная коллегия:
А.А. Байталюк, канд. биол. наук, заместитель директора — руководитель ТИНРО; *Р.Дж. Бимиш*, д-р биол. наук, почетный научный сотрудник Департамента рыболовства и океанов, Канада; *И.В. Волвенко*, д-р биол. наук, главный научный сотрудник, Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН; *Дэлинь Дуан*, д-р биол. наук, проф. Океанологического института экспериментальной морской биологии, Китайская академия наук; *Е.П. Дулепова*, д-р биол. наук, главный научный сотрудник, ТИНРО; *О.В. Зеленников*, д-р биол. наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет; *В.Н. Иванков*, д-р биол. наук, проф. ДВФУ; *О.А. Иванов*, д-р биол. наук, главный научный сотрудник, ТИНРО (*заместитель главного редактора*); *Дж. Ирвайн*, д-р биол. наук, научный сотрудник Министерства рыболовства и океанов Канады; *Н.В. Колпаков*, д-р биол. наук, руководитель СахНИРО (*заместитель главного редактора*); *Ли Вэй*, д-р биол. наук, проф. Колледж продовольственных исследований и инженерии, Университет океана, Далянь, Китай; *В.А. Лучин*, д-р геогр. наук, ведущий научный сотрудник ФГБУН «ТОИ ДВО РАН»; *О.Я. Мезенова*, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой ФГБОУ ВПО «КГТУ»; *Д. Морисита*, д-р биол. наук, Советник министра, Министерство сельского хозяйства, лесного хозяйства и рыболовства Японии; *А.М. Орлов*, д-р биол. наук, главный научный сотрудник, руководитель лаборатории Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН; *Е.А. Пахомов*, канд. биол. наук, профессор университета Британской Колумбии, профессор Института океанов и рыболовства, Ванкувер, Канада; *Р. Рикашевски*, д-р геогр. наук, руководитель научных исследований в области морского хозяйства, Научно-исследовательский центр рыболовства тихоокеанских островов NOAA, США; *Г. Руггерон*, д-р биол. наук, почетный ученый, изучающий лосось, Вашингтонский университет, факультет водных и рыбных наук, США; *Т.Н. Слуцкая*, д-р техн. наук, проф., главный научный сотрудник, ТИНРО; профессор, Дальрыбвтуз; *Н.С. Самойлова*, начальник отдела издательство, ТИНРО (*ответственный секретарь*)

Editorial board:
Baitalyuk Aleksei A., deputy head of VNIRO — head of Pacific branch of VNIRO (TINRO), Vladivostok, Russia; *Beamish Richard J.*, Emeritus Scientist at Fisheries and Oceans Canada; *Volvenko Igor V.*, chief researcher, A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS; *Delin Duan*, Professor at Experimental Marine Biology Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences; *Dulepova Elena P.*, chief researcher (TINRO); *Oleg V. Zelennikov*, assistant professor, St. Petersburg State University; *Ivankov Vyacheslav N.*, Professor at Far Eastern Federal University, Vladivostok, Russia; *Ivanov Oleg A.*, chief researcher (TINRO) (*Deputy Chief Editor*); *Irvine James P.*, research scientist at Fisheries and Oceans Canada, Pacific Biological Station; *Kolpakov Nikolai V.*, head of Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO), Russia (*Deputy Chief Editor*); *Li Wei*, Professor at College of Food Science and Engineering, Ocean University of China, Dalian, China; *Luchin Vladimir A.*, leading researcher at Pacific Oceanological Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia; *Mezenova Olga Y.*, Professor, head of chair at Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia; *Morishita Joji*, Advisor to the Minister, Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries, Japan; *Orlov Aleksei M.*, chief researcher, head of laboratory at P.P. Shirshov Institute of Oceanology RAS; *Pakhomov Evgeny A.*, Professor at University of British Columbia, Professor of Institute for the Oceans and Fisheries, Canada; *Rykaczewski Ryan*, Supervisory Research Marine Scientist, NOAA Pacific Islands Fisheries Science Center, USA; *Ruggerone Gregory T.*, emeritus salmon scientist, University of Washington, School of Aquatic and Fishery Sciences, U.S.A.; *Slutskaya Tatyana N.*, Professor, chief researcher (TINRO), Professor at Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia; *Samoylova Nina S.*, Head of Publishing Department (TINRO) (*Executive Secretary*)

Адрес учредителя:
105187, г. Москва, проезд Окружной, дом 19
Адрес издателя:
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4
Адрес редакции:
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4
Телефон: (423) 2400-509
Факс: (423) 2300751
e-mail: izvestiya@tinro.vniro.ru
Сайт: http://izvestiya.tinro-center.ru

Том к печати подготовили:
начальник издательства Н.С. Самойлова
редакторы С.О. Шумкова, А.А. Ваккер
корректоры Л.Н. Иванова, Т.А. Бубенцова
переводчики Ю.И. Зуенко, Е.П. Швецов
компьютерная верстка О.В. Степановой
Подписано в печать 16.06.2025 г. Формат 70x108/16.
Печ. л. 12,8. Уч.-изд. л. 11,9. Тираж 50 экз.
Заказ № 5. Цена 660 р.
Выход тома в свет 25.06.2025 г.
Отпечатано в издательстве ТИНРО
690091, Владивосток, ул. Западная, 10

© Содержание и оформление. Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»), 2025

Известия ТИНРО

2025 **Том 205, вып. 2. С. 199–222.**

Izvestiya TINRO, 2025, Vol. 205, No. 2, pp. 199–222.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ
BIOLOGICAL RESOURCES

Научная статья
УДК 597.552.511:551.463.6
DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-199-222
EDN: BZQPIL

ВЕКОВАЯ ДИНАМИКА ЗАПАСОВ И СРЕДНЕЙ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ МАССЫ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ ЧЕРЕЗ ПРИЗМУ КЛИМАТИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ И ТРЕНДОВ

Е.А. Шевляков[1], В.И. Островский[2]*
[1] Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4;
[2] Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО),
680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

Аннотация. Выявлена сложная природа изменения термических характеристик окружающей тихоокеанских лососей среды, включающая прямолинейный положительный тренд и периодические изменения, охватывающие 80-летний цикл. Отмечена положительная связь динамики вылова горбуши, кеты и нерки и общего вектора изменений температурного фона. Ожидается, что период полного цикла в динамике численности горбуши, кеты, нерки, кижуча и чавычи также может составлять около 80 лет, при этом цикл горбуши, кеты и нерки синхронизирован с экстремумами температурных показателей. Динамика уловов чавычи осуществляется в противофазе таковой у горбуши, кеты и нерки. Экстремумы по численности кижуча смещены с лагом 20–25 лет вперед от экстремумов для горбуши, кеты и нерки и на ~15 лет опережают экстремумы для чавычи. Ожидается, что максимум средних уловов массовых видов тихоокеанских лососей (горбуши, кеты и нерки) в настоящем цикле к началу 2020-х гг. уже пройден, а сокращение средних уловов российских тихоокеанских лососей может продлиться вплоть до 2050-х гг., будет выше предыдущего минимума и достигнет уровня среднемноголетних уловов ~250 тыс. т. За подтвержденный ихтиологическими исследованиями 70–100-летний период потепления чавыча «потеряла» до 60 % индивидуальной средней массы особей, кета, нерка, кижуч — до 25–30 %. Средняя масса горбуши зависит не от изменения температуры среды, а только от обилия совместно нагуливающихся особей, особенно в годы формирования экстравысокочисленных поколений.

Ключевые слова: горбуша, кета, нерка, кижуч, чавыча, вылов, глобальная температурная аномалия, запасы тихоокеанских лососей

Для цитирования: Шевляков Е.А., Островский В.И. Вековая динамика запасов и средней индивидуальной массы тихоокеанских лососей Дальнего Востока России через призму климатических циклов и трендов // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 2. — С. 199–222. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-199-222. EDN: BZQPIL.

* *Шевляков Евгений Александрович, кандидат биологических наук, начальник отдела, evgenii.shevliakov@vniro.tinro.ru, ORCID 0000-0002-8556-6737; Островский Владимир Иванович, кандидат биологических наук, заведующий отделом, ostrovskiy@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413.*

© Шевляков Е.А., Островский В.И., 2025

Original article

Centennial dynamics of stocks and average individual weight for pacific salmon in the Russian Far East through the prism of climate cycles and trends

Evgeny A. Shevlyakov*, Vladimir I. Ostrovsky**
* Pacific branch of VNIRO (TINRO),
4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia
** Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO),
13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia
* Ph.D., head of department, evgeniy.shevlyakov@vniro.tinro.ru, ORCID 0000-0002-8556-6737
** Ph.D., head of department, ostrovskiy@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413

Abstract. Complex nature of long-term dynamics is revealed for thermal parameters of the pacific salmon habitat that includes a trend to warming and cyclic changes. Changes in annual landing of pink, chum and sockeye salmon have generally positive relationship to variations of the temperature background. Period of a full cycle in the dynamics of pink, chum, sockeye, coho, and chinook salmon abundance is about 80 years, with the cycles for pink, chum and sockeye salmon synchronous to those of temperature, the cycles for chinook salmon counter-phase them, and the variations in coho salmon abundance ahead those for pink, chum and sockeye salmon in 20–25 years and ahead those for chinook salmon in ~15 years. In the current cycle, the highest catches of mass species, as pink, chum and sockeye salmon, have been supposedly passed in the early 2020s, so the total annual catch of pacific salmon in Russia is expected to decline to the minimum in 2050s that would be higher than the previous minimum and provide a level of ~$250 \cdot 10^3$ t. The individual weight of pacific salmon has a tendency to decrease in the modern times of warming climate. The loss of weight in the last 70–100 years is estimated in 60 % for chinook salmon and 30–35 % for chum, sockeye and coho salmon. Dynamics of the average individual weight for pink salmon is not determined by changes in environments, but depends on abundance of feeding individuals, especially for super-strong year-classes.

Keywords: pink salmon, chum salmon, sockeye salmon, coho salmon, chinook salmon, annual catch, global temperature anomaly, pacific salmon stock

For citation: Shevlyakov E.A., Ostrovsky V.I. Centennial dynamics of stocks and average individual weight for pacific salmon in the Russian Far East through the prism of climate cycles and trends, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr*., 2025, vol. 205, no. 2, pp. 199–222. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-199-222. EDN: BZQPIL.

Введение

Начало последнего глобального периода потепления климата историки-климатологи ведут с окончания третьего и завершающего четвертичного оледенения, вюрмского (по классификации западноевропейских ученых), или валдайского, т.е. истории вопроса потепления климата, продолжающегося от последнего минимума до нашего времени, примерно 9 тыс. лет. В европейской литературе 1960–1970-х гг. [Flint et Brandtner, 1961, по: Ле Руа Ладюри, 1971] разницу средних температур между окончанием вюрма и на тот период современностью оценивали ориентировочно в 5 °С. С этих пор средняя температура по планете прибавила в значениях еще порядка 1,5 °С. В промежутке между этими историческими событиями глобального характера, сменяя друг друга, следовали промежуточные периоды потепления и охлаждения земного шара. На исторически описанном отрезке времени двух последних тысячелетий можно отметить похолодание I века до н.э. — I века н.э. (пессимум Овидия), так называемый Римский, или Античный, оптимум (потепление II–III вв. н.э.), холодную эпоху Великого переселения народов (V–VI вв.), средневековый климатический оптимум (X–XII вв.), Малые ледниковые периоды XII–XIII и XVII–XIX вв. и, наконец, современное потепление XX в. [Клименко и др., 2013; Литвиненко, Литвиненко, 2020; Сидоренков, Сидоренков, 2021]. Наиболее хронологически точно описан ближайший малый ледниковый период 1590–1850 гг., просуществовавший практически в течение 3 веков и в деталях воспроизведенный по сохранившимся в летописях датировкам движения ледников, сроков сбора урожая

сельскохозяйственных культур, состава моренных отложений ледника Фернау в подледниковом торфяном болоте Бунте Моор Э. Ле Руа Ладюри [1971]. Этот документально подтвержденный период последнего оледенения (1590–1850 гг.) называется «цикл или колебание Фернау» в честь географического названия и в дальнейшем был использован многими историками климата как отправная точка в развитии их теорий. Так, по мнению некоторых авторов, колебания Фернау имеют аналогичную цикличность с тетрадными лунными затмениями [Литвиненко, Литвиненко, 2020]. Наблюдения за лунными затмениями в XIX в. показали, что существуют периоды, когда в течение приблизительно 300 лет последовательно друг за другом происходят 4 полных затмения (тетрады), после чего в следующие 300 лет затмения отсутствуют полностью [Espenak, Meeus, 2009]. Эти события, как имеющие на протяжении периода, близкого к 300 годам, положительный или отрицательный вектор температуры, могут быть достаточно хорошо вписаны в 580-летний цикл годовой частоты затмений Луны и Солнца, выступающих как геофизические индикаторы изменения в системе взаимной конфигурации Солнца, Земли и Луны. Они, в свою очередь, определяют положение суммарного вектора сил тяготения Солнца и Луны, от которых зависят величина и направление гравитационных приливных сил, воздействующих на климатическую систему Земли. Изменение гравитации сопровождается при этом побочными эффектами в виде усиления и ослабления вулканической активности, интенсивности течений, теплообмена атмосферы с океанами и др. [Литвиненко, Литвиненко, 2020; Сидоренков, Сидоренков, 2021]. Эти циклы подтверждаются на протяжении последних 5 тыс. лет по геологическим отложениям, изотопным, дендрологическим и летописным материалам и хорошо соотносятся с периодом документальной истории [Клименко и др., 2013; Литвиненко, Литвиненко, 2020; Сидоренков, Сидоренков, 2021; https://iz.ru/1845926/andrei-korshunov/hvojnaya-traktovka-sosna-raskryla-tainy-zolotoi-epokhi-kitaia]. По мнению Н.С. и П.Н. Сидоренковых [2021], потепление, подобное современному, многократно повторялось в истории Земли и обусловлено отнюдь не антропогенными, а орбитально-космическими факторами. При этом в настоящее время планета находится в самой теплой фазе 580-летнего цикла, начавшегося в 1860 г., и к 2160 г. климат должен возвратиться к своей «норме», после чего в течение следующих 140 лет начнется холодная эпоха.

Накопленные в процессе рыболовства временные ряды уловов тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России не позволяют проводить какие-то исторические аналогии таким масштабным событиям, как смена периодов оледенений и потеплений, даже в пределах одной повторности.

Тем не менее понимание механизмов смены климатических эпох и нашего положения на кривой климатических циклов дают возможность расширить горизонты восприятия сути событий в попытке вписать практический результат исследований на дискретном историческом отрезке в общий круговорот явлений.

В контексте данной работы практической ее целью является описание динамики численности тихоокеанских лососей посредством использования статистики их вылова как периодического и циклического явления, имеющего свои закономерности и непосредственную связь с изменением термических характеристик среды, являющихся, в свою очередь, следствием климатических событий, вызванных явлениями планетарного масштаба.

Материалы и методы

В качестве исходных статистических рядов по промыслу тихоокеанских лососей российского происхождения послужили материалы базы данных международной комиссии по анадромным рыбам Северной Пацифики (NPAFC — North Pacific Anadromous Fish Comission, http://www.npafc.org), материалы официальной отчетности предприятий, обобщенных территориальными управлениями Росрыболовства, а также опубликованные данные* с небольшими модификациями.

* Уловы тихоокеанских лососей 1900–1986 гг. М.: ВНИРО, 1989. 213 с.

Из всего перечня метеорологических, океанологических и планетарно-космических и иных индексов, используемых для анализа состояния запасов гидробионтов, в том числе и тихоокеанских лососей, в работе использовали индекс глобальной температурной аномалии (Global Temperature Anomalies), рассчитанный по методикам Института космических исследований имени Годдарда (Goddard Institute for Space Studies (GISS), https://data.giss.nasa.gov/gistemp) и осредненный по периоду 1981–2010 гг. Данный индекс выбран визуально на основе сходной с выловом тихоокеанских лососей топологии и исключительной важности колебаний и долгопериодного хода температуры для функционирования и динамики развития природных популяций. Он не является прямым расчетным значением от фактических наблюдений и характеризует изменчивость глобальной температуры Земли в системе «атмосфера–океан–суша». Данный показатель свидетельствует об устойчивом росте температуры поверхности земного шара в последнее столетие [Бугаев, Тепнин, 2024; рис. 1]. При этом доступны показатели для Северного (N.HEMI + dSST) и Южного (S.HEMI + dSST) полушарий Земли, а также для отдельных широтных поясов планеты (ZonAnn.Ts + dSST). Для наших исследований наиболее приемлем показатель температурной аномалии в широтном поясе от 44 до 64° с.ш., охватывающем в Тихом океане все нерестовые площади и нагульные акватории. Важно подчеркнуть, что наличие связи данного индекса с динамикой численности тихоокеанских лососей отмечалось и ранее рядом авторов [Кляшторин, Любушин, 2005; Котенев и др., 2015; Бугаев и др., 2018, 2021; и др.], применявших его в статистическом анализе как самостоятельный предиктор, так и в комплексе с другими, однако всегда в режиме поиска дискретного отклика. Между тем индекс глобальной температурной аномалии далеко не всегда соответствует точкам на кривой уловов, тогда как намного лучше — скользящим средним.

При проведении анализа зависимости изменения средней массы тела пяти видов тихоокеанских лососей (горбуши, кеты, нерки, кижуча, чавычи) от температурного фактора были привлечены данные по производителям следующих рек: по чавыче — Камчатка (с 1940 г.), Большая (с 1966 г.); кижучу — Камчатка (с 1947 г.), Большая (с 1949 г.); нерке — Камчатка (с 1956 г.), Хайлюля (с 1979 г.), Большая (с 1963 г.), Озерная (с 1945 г.); кете — Анадырь (с 1969 г.), Камчатка (с 1927 г.), Большая (с 1940 г.); горбуше — Большая (с 1935 г.) и Хайлюля (с 1967 г.). Показатели средних индивидуальных навесок в год возврата сопоставлялись с данными температурной аномалии в широтном поясе 44–64° с.ш. с лагом в один год назад, подразумевая, что физиологическая готовность производителей к нересту обусловлена соматическим и генеративным ростом особей в год, предшествующий году начала преднерестовой миграции. Используемые в работе массивы по биологическим характеристикам рыб имели временные пробелы, иногда значительные, поэтому приводим параметры объединенных выборок по рекам: по чавыче N = 121 пара сравнений; кижучу N = 131; нерке N = 201; кете N = 215; горбуше N = 107 пар сравнений. При этом, учитывая уникальные популяционно-эпигенетические характеристики разных стад, кроме абсолютных значений, рассчитывались также относительные отклонения индивидуальной массы рыб с учетом средних навесок, характерных для каждой группировки.

Кроме этого, при анализе причин изменения средней массы тела горбуши в конкретном году (в относительных величинах) ее вылов в абсолютных величинах в этом году, исходя из соображений связи средней массы особей и плотностного эффекта, общего для охотоморских стад, приводился к максимально наблюденному улову для моря происхождения группировки. Таким образом, относительное обилие горбуши охотоморских стад рассчитывалось в долях от ее максимального улова в 2018 г. — 507 тыс. т, беринговоморских стад в 2019 г. — 230 тыс. т.

Для всех случаев температурные показатели к показателям массы тела лососей приводились с лагом один год вперед, т.е. к году, предшествующему году возврата производителей к районам происхождения.

Результаты и их обсуждение

Климатические факторы (цикл и тренд) и запасы тихоокеанских лососей

В данном исследовании мы сознательно не хотели обсуждать большой блок публикаций, посвященных поиску связей и предложений различных сценариев динамики запасов российских лососей на кратко- и долгосрочную перспективу посредством широкого использования метеорологических, океанологических, комплексных и иного рода индексов [Кляшторин, 2000; Котенев и др., 2010, 2015; Бугаев и др., 2018, 2021; Кровнин, 2019; и мн. др.]. В разные периоды авторами предлагались различные, часто взаимоисключающие, сценарии развития ситуации, а сам подход показывал неплохие результаты на ретроспективных массивах данных и редко — на перспективу событий. Прогностическая ценность таких прогнозов вызывает большие сомнения даже на кратковременный горизонт планирования. Отчасти оттого, что многофакторность атмосферных взаимодействий порождает неопределенность причинно-следственного характера, между тем воздействие окружающего мира на живой организм всегда конкретно. Хотя некоторые значимые в динамике запаса события, происходившие в прошлом, не были объяснены причинами биотического характера, ретроспективно достаточно убедительно могут быть объяснены климатологами. Речь, в частности, идет о кратном снижении численности возвратов и уловов горбуши в 2013 г. восточнокамчатской группировки, а в смежный 2014 г. уже на другом побережье — западнокамчатской горбуши, в обоих случаях в доминирующих линиях воспроизводства на пике уловов [Котенев и др., 2015]. В других случаях выявленные, казалось бы, объективные закономерности [Кляшторин, Любушин, 2005] не соответствуют фактически наблюдаемым в природе колебаниям численности рыб.

Исторический период наблюдений за промыслом тихоокеанских лососей в западной части Северной Пацифики охватывает начало прошлого века и базируется преимущественно на стадах Берингова и Охотского морей российского происхождения (рис. 1). Разные вехи в формировании морских границ государств определяли возможность и степень морского перехвата лососей на транзитных путях миграций до установления существующего в настоящее время порядка, однако имеющаяся промысловая статистика позволяет скомпилировать ряды данных вылова тихоокеанских лососей по принципу страны происхождения, в данном случае — российского происхождения. Промысел транзитных лососей в северных Курильских проливах и японскими дрифтерными судами в Тихом океане, Охотском и Беринговом морях в отдельные годы достигал значительных величин (рис. 1), однако с уверенностью можно отметить, что в силу экономических [Бугаев, 2017; Бугаев, Тепнин, 2024], а отчасти и политических причин японский морской вылов базировался практически исключительно на российских стадах, что с небольшими дополнениями позволяет использовать имеющиеся временные ряды для исследований динамики вылова и обилия лососей на историческую ретроспективу. Дополнения касаются периода 1945–1952 гг., когда японский дрифтерный лов в силу поражения Японии во Второй мировой войне прекращался либо существенно сокращалась его интенсивность. Поскольку основное допущение использования промысловых данных в анализе содержит тезис о тождественности уловов и состояния запасов лососей, с целью исторической реконструкции состояния запасов уловы лососей «восстановили» на основе среднего соотношения пропорций японских и российских уловов до 1945 и после 1952 гг. Данное «вмешательство» в исторические ряды уловов не противоречит логике развития исторических событий и вехам индустриального развития. Во-первых, рыбу, которую японские рыбаки по объективным причинам не могли ловить в военный и послевоенный периоды, не смогла бы освоить в полной мере и советская промышленность в силу своей неразвитости и неготовности, когда само отечественное рыболовство осуществлялось по остаточному (после японского морского лова)

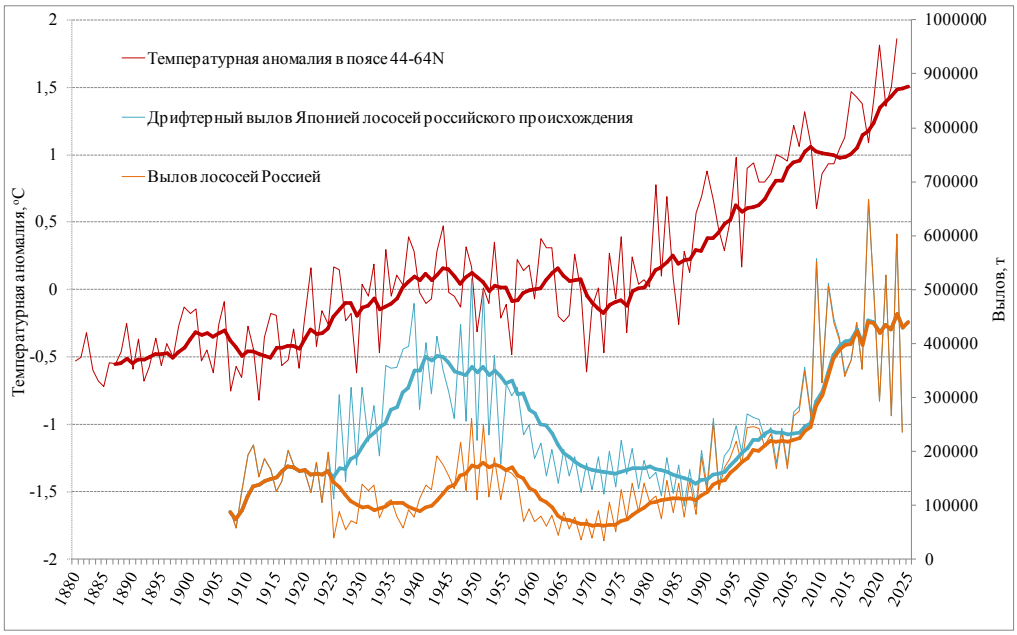


Рис. 1. Динамика берегового и общего вылова тихоокеанских лососей российского происхождения в XX–XXI вв. на фоне развития температурной аномалии

Fig. 1. Dynamics of coastal and total annual catch of pacific salmon of Russian origin in the 20–21st centuries on the background of air temperature anomaly

принципу. И, во-вторых, о том, что несостоявшиеся в этот период уловы лососей реализовались в пропуск производителей на нерест, косвенно свидетельствует рост уловов в последующий период времени.

Структуру запасов российских тихоокеанских лососей характеризует абсолютное преобладание горбуши в уловах: в среднем более чем за столетие (118 лет) ее доля составила 57,9 %, доля кеты — 29,6, нерки — 9,1, кижуча — 2,7, чавычи — 0,6 % (рис. 2).

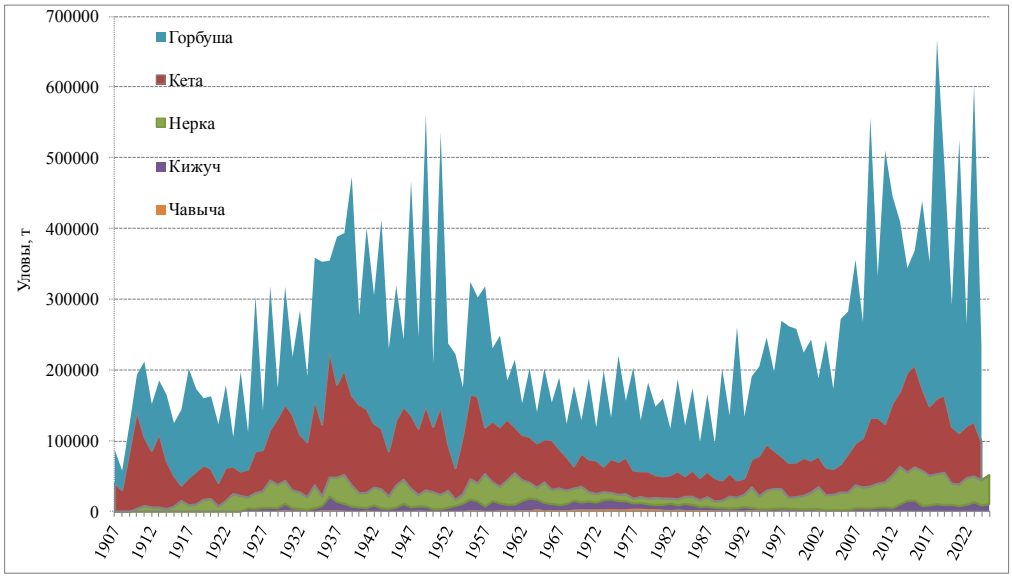


Рис. 2. Вклад отдельных видов тихоокеанских лососей российского происхождения в общий вылов лососей азиатских стад в период 1907–2024 гг.

Fig. 2. Contribution of pacific salmon species of the Russian origin, by species, to the total landing of salmon of Asian stocks in in 1907–2024

Очевидно, что два из представленных на рис. 1 временных рядов — температурной аномалии и общего вылова российских лососей — имеют общее сходство, в определенной степени синхронизированы и имеют общий тренд на увеличение показателей от начала ряда к современному периоду. Вычленение более чем 100-летних трендов позволяет получить «масштабированные» периодические колебания одного и другого показателей (рис. 3 и 4), а также предположить, что параметры ряда климатических изменений неоднородны во времени и представляют собой комплексное следствие двух климатических процессов — близкий к вековому стационарный либо квазистационарный цикл (точнее определить на имеющихся рядах невозможно) и восходящий тренд увеличения температуры, вероятно, вызванный парниковыми эффектами и разогревом атмосферы (рис. 3).

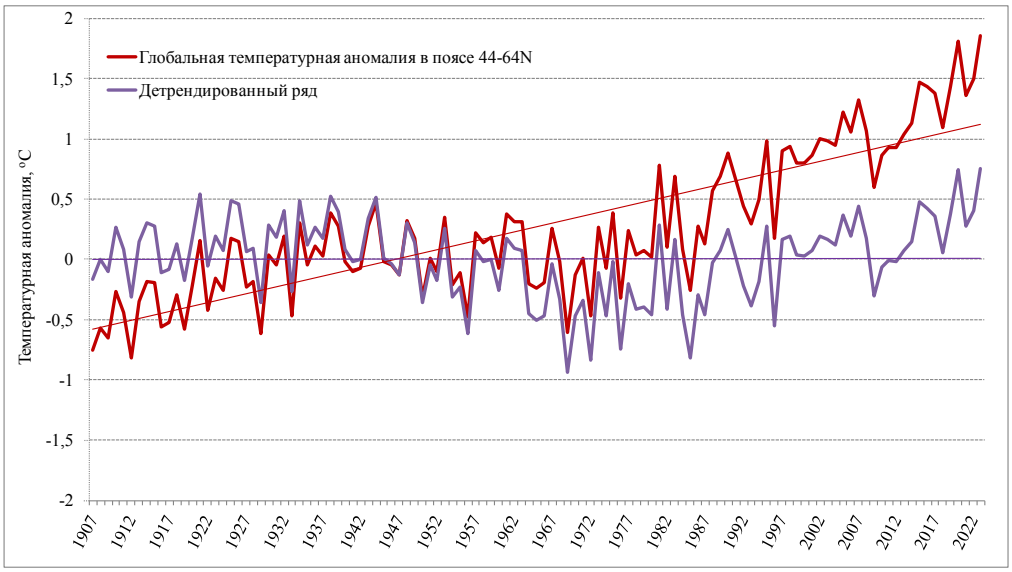


Рис. 3. Вычленение тренда и получение детрендированного ряда развития глобальной температурной аномалии в поясе 44–64° с.ш.

Fig. 3. Trend and detrended series of the global air temperature anomaly for the zone of 44–64°N

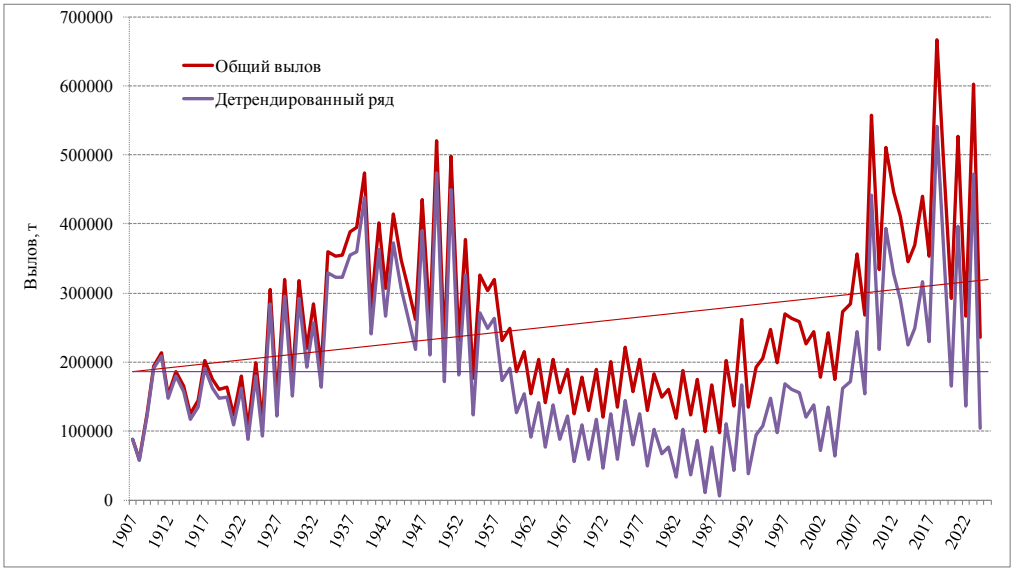


Рис. 4. Вычленение тренда и получение детрендированного ряда кривой уловов российских лососей

Fig. 4. Trend and detrended series of the annual catch of pacific salmon in Russia

Естественно полагать, что механизмы, определяющие ход глобальной температуры, через ее изменение оказывают воздействие и на окружающую биоту (рис. 4).

Детрендированные ряды могут быть описаны математически (рис. 5), динамика зависимых переменных в исследуемом временном интервале имеет вид периодической функции:

$$Y = a + b \cdot \sin (c \cdot YY + d),$$

где Y — зависимая переменная; YY — порядковый номер года. Строчными буквами обозначены коэффициенты, значения которых, как и результаты дисперсионного анализа уравнения, приведены в таблице ниже.

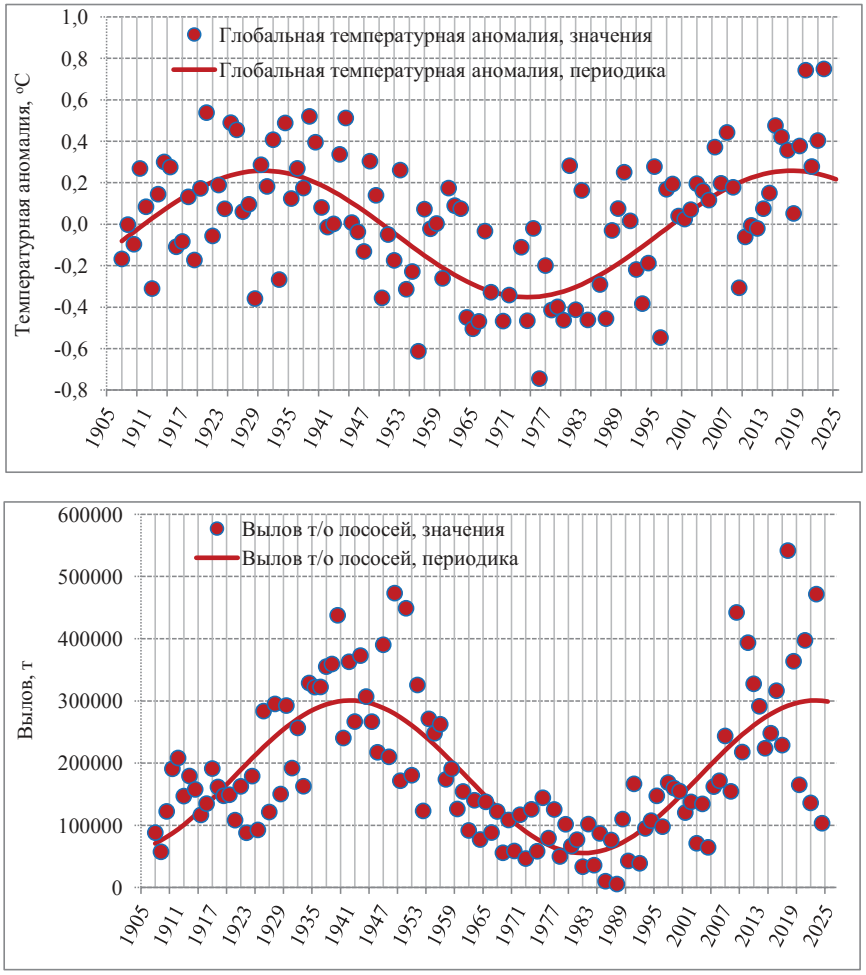


Рис. 5. Кривые периодических функций в пространстве фактических переменных температурных аномалий (**вверху**) и вылова тихоокеанских лососей российского происхождения (**внизу**)

Fig. 5. Approximations by periodic functions for year-to-year changes of the air temperature anomaly (**upper panel**) and catch of pacific salmon of Russian origin (**lower panel**)

Сопоставление расчетных кривых детрендированных рядов позволяет визуально оценить периоды циклов и их сопряженность (рис. 6). Согласно полученным зависимостям период цикла температурных аномалий составляет около 88 лет, колебания запасов лососей — 82 года, с небольшим запаздыванием вторых по отношению к первым. Вряд ли имеет смысл считать эти цифры окончательными, увеличение ряда хотя бы на один цикл позволило бы существенно уточнить периодику событий. При этом есть ожидания, что процессы, скорее всего, имеют единый или близкий к нему стационарный или квазистационарный периодический цикл длиной около 80 лет.

Значения коэффициентов и результаты анализа моделей
Empiric coefficients and parameters for the models

Коэффициент	Среднее	Ст. ошибка	Т-критерий
Динамика глобальной температурной аномалии			
a	–0,047	0,025	–1,852
b	–0,305	0,034	–8,877
c	0,072	0,003	20,718
d	15,524	0,218	71,095
Дисперсионный анализ уравнения			
$D_c : k_c$	12,846 : 116		
$D_r : k_r$	7,548 : 113		
R^2_c	0,412		
F	26,392		
p	< 0,001		
s.e.	0,260		
Динамика вылова тихоокеанских лососей			
a	178007,211	7435,799	23,939
b	–122733,029	10328,420	–11,883
c	0,077	0,002	31,998
d	14,567	0,159	91,819
Дисперсионный анализ уравнения			
$D_c : k_c$	1,53E + 12 : 117		
$D_r : k_r$	6,76E + 11 : 114		
R^2_c	0,559		
F	48,168		
p	< 0,001		
s.e.	77347,4		
Динамика вылова горбуши			
a	119330,313	7065,582	16,889
b	–76794,178	9809,834	–7,828
c	0,076	0,004	20,964
d	14,794	0,234	63,120
Дисперсионный анализ уравнения			
$D_c : k_c$	9,42E + 11 : 117		
$D_r : k_r$	6,11E + 11 : 114		
R^2_c	0,352		
F	20,642		
p	< 0,001		
s.e.	73504,9		
Динамика вылова кеты			
a	62362,535	2319,804	26,883
b	–33145,438	3181,694	–10,418
c	0,080	0,003	27,338
d	14,246	0,196	72,798
Дисперсионный анализ уравнения			
$D_c : k_c$	1,31E + 11 : 117		
$D_r : k_r$	6,59E + 10 : 114		
R^2_c	0,496		
F	37,397		
p	< 0,001		
s.e.	24145,5		

Окончание таблицы
Table finished

Коэффициент	Среднее	Ст. ошибка	Т-критерий
Динамика вылова нерки			
a	16645,323	691,296	24,078
b	–11541,844	964,753	–11,964
c	0,078	0,002	32,310
d	14,531	0,158	91,736
Дисперсионный анализ уравнения			
$D_c : k_c$	1,28E + 10 :114		
$D_r : k_r$	5,55E + 9 : 111		
R^2_c	0,567		
F	48,450		
p	< 0,001		
s.e.	7102,8		
Динамика вылова чавычи			
a	1709,886	54,672	31,276
b	1179,135	75,357	15,647
c	0,087	0,002	36,255
d	14,324	0,174	82,553
Дисперсионный анализ уравнения			
$D_c : k_c$	9,40E + 07 : 99		
$D_r : k_r$	2,57E + 07 : 96		
R^2_c	0,727		
F	85,216		
p	< 0,001		
s.e.	520,1		
Динамика вылова кижуча			
a	7465,037	323,509	23,075
b	–3702,38	443,951	–8,34
c	0,096	0,004	22,695
d	11,649	0,331	35,213
Дисперсионный анализ уравнения			
$D_c : k_c$	1,58E + 09 : 99		
$D_r : k_r$	9,13E + 08 : 96		
R^2_c	0,422		
F	23,363		
p	< 0,001		
s.e.	3099,7		

Примечание. Статистические критерии: D_r, D_c — соответствующие индексам остаточная и общая скорректированная сумма квадратов остатков; k_r, k_c — соответствующие индексам числа степеней свободы; R^2_c — скорректированный коэффициент детерминации; F — критерий Фишера; *p* — уровень значимости; s.e. — стандартная ошибка.

Возвращение модельным рядам положительного тренда температурной аномалии позволяет оценить перспективы среднего вылова российских лососей в ближайшем 40-летнем периоде как довольно пессимистические с точки зрения их последующего снижения на фоне экстремально высоких уловов последнего периода (рис. 7). Однако наличие положительного тренда температурной аномалии позволяет рассчитывать на более высокий уровень средних уловов по сравнению с аналогичным в цикле периодом депрессии запасов в 1945–1985 гг. При сохранении положительного эффекта увеличения величины уловов (удельно к состоянию запаса) от повышения температуры разница между периодами может достигать 100–150 тыс. т в пользу предстоящего.

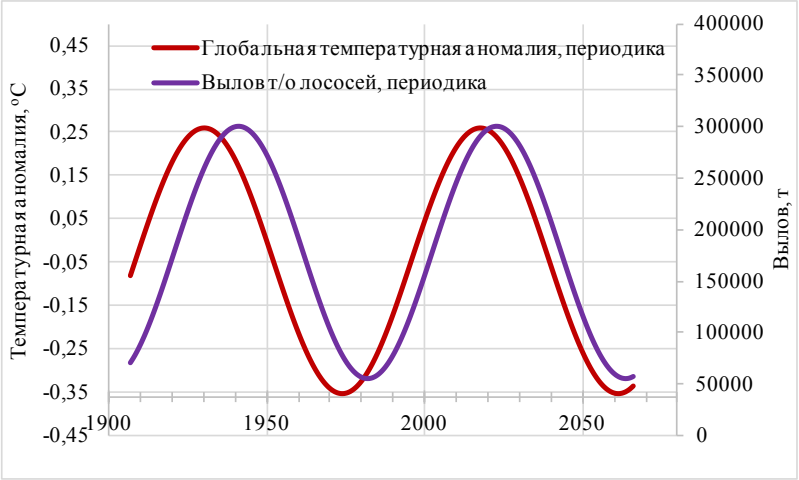


Рис. 6. Модельные кривые развития температурной аномалии и динамики вылова тихоокеанских лососей российского происхождения

Fig. 6. Modeled dynamics of the air temperature anomaly and annual catch of pacific salmon of Russian origin

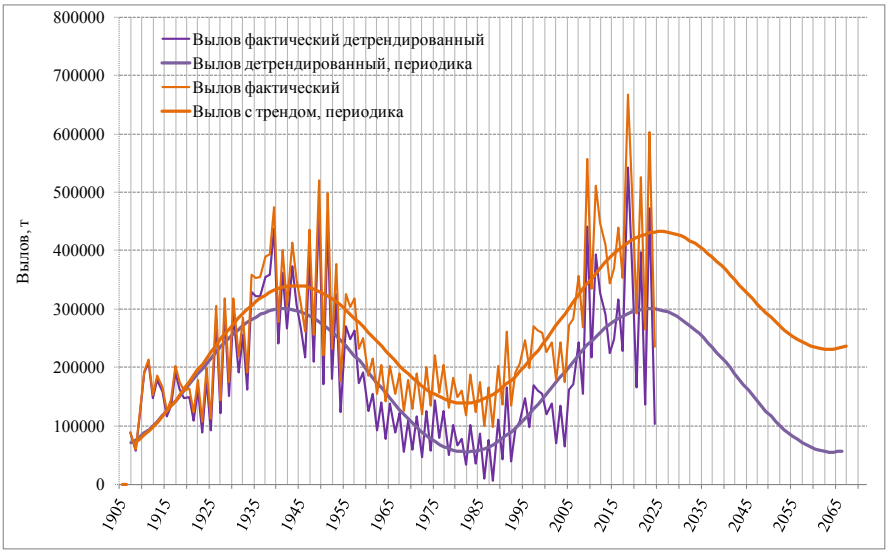


Рис. 7. Моделирование снижения вылова тихоокеанских лососей российского происхождения в ближайшем цикле с учетом положительного тренда температурной аномалии

Fig. 7. Modeled decline for annual catch of pacific salmon of Russian origin in the current long-term cycle (a positive trend of air temperature is included)

Анализ детрендированной динамики уловов пяти видов тихоокеанских лососей российского происхождения — горбуши, кеты, нерки, кижуча и чавычи, формирующих в настоящее время российский вылов, — показал сходную динамику для горбуши, кеты и нерки (рис. 8–10). Отметим при этом, что только у кеты прямолинейный тренд имел отрицательную направленность от начала наблюдений к настоящему периоду, из чего можно предположить, что рост температурных показателей в современный период не является для этого вида благоприятным. В свою очередь тенденция может быть связана с относительно южной локализацией основных мест воспроизводства кеты и более адресным приложением давления климата на ее запасы по сравнению с другими массовыми видами. Динамика уловов чавычи и кижуча осуществлялась в противофазе к первой группе видов (рис. 11, 12). Значения коэффициентов и результаты анализа моделей приведены в таблице.

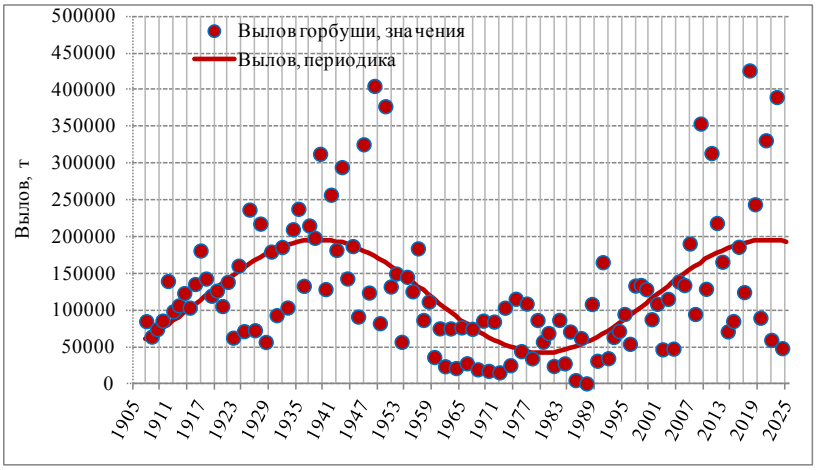


Рис. 8. Кривая периодической функции в пространстве фактических переменных вылова горбуши российского происхождения

Fig. 8. Approximation by periodic function for year-to-year changes of annual catch of pink salmon of Russian origin

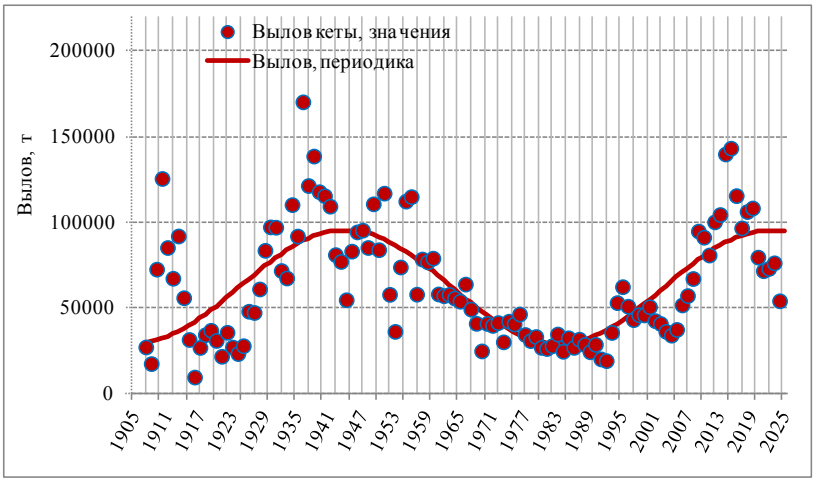


Рис. 9. Кривая периодической функции в пространстве фактических переменных вылова кеты российского происхождения

Fig. 9. Approximation by periodic function for year-to-year changes of annual catch of chum salmon of Russian origin

Расчетный период цикла средних уловов для горбуши, кеты и нерки составлял соответственно 80, 78 и 81 год. Первый пик уловов в этой же последовательности видов приходился на 1939, 1944 и 1941 гг., минимум — на 1980, 1984 и 1982 гг., второй пик уловов — 2019, 2022 и 2022 гг. (см. рис. 8–10). Наличие двух максимумов и одного минимума функции, подтвержденных фактическими данными, и отсутствие зафиксированного второго минимума, безусловно, вносят некоторую неопределенность в точность определения длины цикла. Однако незначительное смещение по времени относительно друг друга для горбуши, кеты и нерки и практически полное совпадение их экстремумов указывают на общую для этих видов длину периода порядка 80 лет.

Уже отмечалось, что динамика уловов (и запаса) чавычи и кижуча осуществляется в противофазе к первой группе тихоокеанских лососей, причем диаметрально ей противоположно, наиболее ярко противофазность проявляется в отношении чавычи. Такая особенность в динамике численности нерки и чавычи р. Камчатка наблюдалась

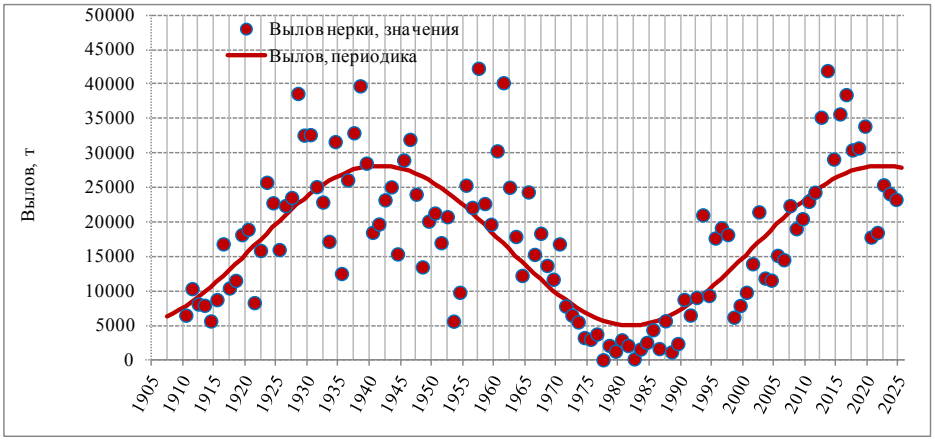


Рис. 10. Кривая периодической функции в пространстве фактических переменных вылова нерки российского происхождения

Fig. 10. Approximation by periodic function for year-to-year changes of annual catch of sockeye salmon of Russian origin

Рис. 11. Кривая периодической функции в пространстве фактических переменных вылова чавычи российского происхождения

Fig. 11. Approximation by periodic function for year-to-year changes of annual catch of chinook salmon of Russian origin

ранее и другими исследователями [Бугаев и др., 2007], в качестве возможных причин обсуждалось наличие конкурентных отношений за пищевые ресурсы между молодью двух видов в ранний пресноводный период (В.Ф. Бугаев, личное сообщение). Если учесть, что в р. Камчатка воспроизводится крупнейшее в Азии стадо чавычи и второе по численности стадо нерки, численность которых обеспечивает их суммарные уловы в северо-западной части Пацифики на 70 % для чавычи и до 30–40 % для нерки, то следует согласиться со значимостью совместного периода пресноводного нагула для динамики численности этих видов. Тем более что в морской период их пищевые ниши существенно расходятся. Динамика уловов чавычи имеет сходство с динамикой уловов кижуча, однако отсутствие выраженных пар экстремумов не позволяет выявить фактическую протяженность периодов. «Шум» также вносят и исторические этапы в развитии промысла, характеризующиеся разным качеством промысловой статистики. Очевидно, что качество промысловой статистики со второй половины 1950-х гг. значительно улучшилось. Из фактического положения точек и соответствия

Рис. 12. Кривая периодической функции в пространстве фактических переменных вылова кижуча российского происхождения

Fig. 12. Approximation by periodic function for year-to-year changes of annual catch of coho salmon of Russian origin

им расчетных кривых можно сделать вывод, что максимумы уловов нерки в обоих случаях соответствовали минимумам уловов чавычи, а максимум уловов чавычи соответствовал единственному минимуму уловов нерки. Это позволяет сделать вывод о соответствии продолжительности полного периода чавычи таковому для нерки, составляющему около 80 лет.

Распределение уловов кижуча в левой части графика также вносит неопределенность в оценку длины периода в его цикличности, но положение первого экстремума по максимуму, приходящееся на середину 1960-х гг., очевидно, следует признать объективным. Второй экстремум по минимуму уловов согласно расчетной кривой приходился на 1997 г., фактический ряд свидетельствует о том, что период снижения уловов продолжался вплоть до 2012 г. (рис. 12). Средняя арифметическая продолжительности этих двух периодов дает около 40 (39,5) лет, что также указывает на продолжительность полного цикла урожайности поколений кижуча в 80 лет.

Сравнение экстремумов по максимумам и вторым минимумам уловов чавычи и кижуча показывает, что если динамика уловов чавычи осуществляется в полной противофазе динамике горбуши, кеты и нерки, то у кижуча экстремумы по численности смещены на 20–25 лет вперед от экстремумов того же знака для горбуши, кеты и нерки и на ~15 лет опережают таковые для чавычи. Вряд ли имеет смысл задаваться вопросом промежуточного положения динамики запаса кижуча между динамикой запасов массовых видов и чавычи, но, на наш взгляд, представляет определенный интерес закономерность роста запасов кижуча на фоне увеличения возвратов массовых видов, прежде всего горбуши. Таким образом, запас кижуча обнаруживает тенденцию к росту примерно на половине восходящего цикла горбуши и кеты, воспроизводящихся в реках и обеспечивающих к этому периоду значительное увеличение поступления морского органического вещества в нерестовые реки в своих телах.

В целом ожидается, что максимум средних уловов массовых видов тихоокеанских лососей (горбуши, кеты и нерки) в настоящем цикле к началу 2020-х гг. уже пройден (рис. 13). Исключение составляют кижуч, пик уловов которого можно ожидать к 2030 г., и чавыча, максимум уловов — к 2050 г. (рис. 14). Ниспадающая ветвь средних уловов российских тихоокеанских лососей продлится вплоть до 2050-х гг. и уровня среднемноголетних уловов около 250 тыс. т.

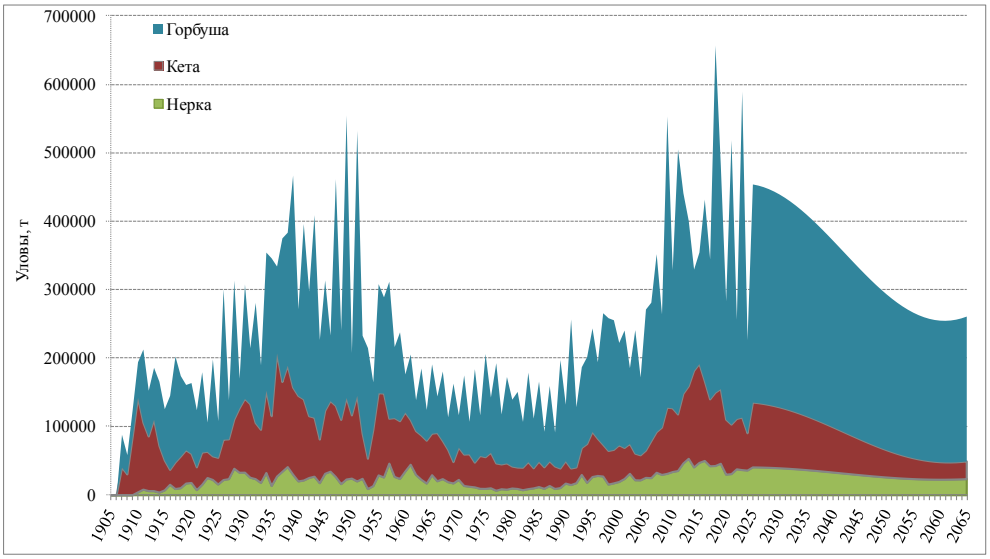


Рис. 13. Фактические (1907–2024 гг.) и ожидаемые среднемноголетние уловы (2025–2065 гг.) горбуши, кеты и нерки российского происхождения

Fig. 13. Actual annual catches of pink, chum and sockeye salmon of Russian origin in 1907–2024 and their levels expected in 2025–2065

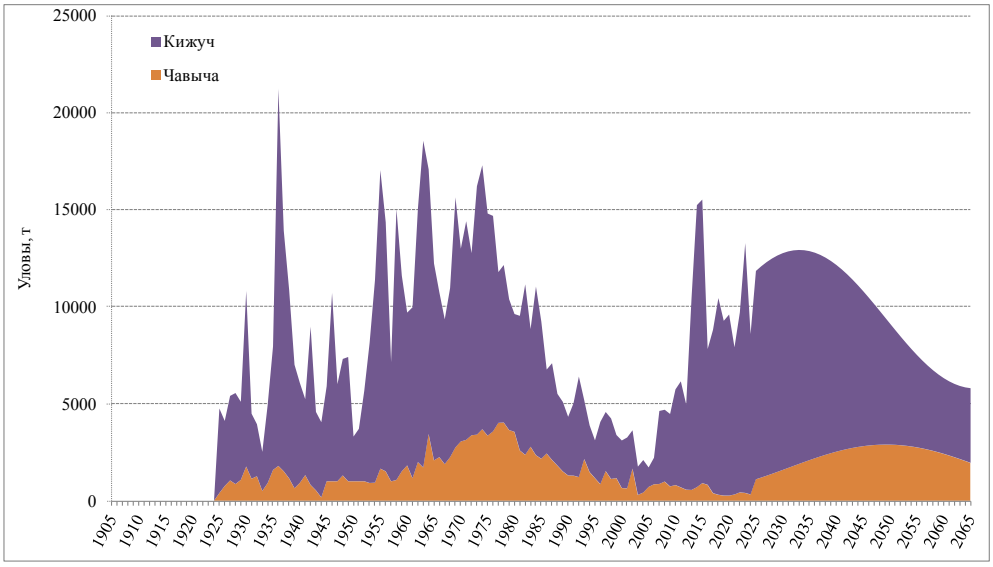


Рис. 14. Фактические (1907–2024 гг.) и ожидаемые среднемноголетние уловы (2025–2065 гг.) кижуча и чавычи российского происхождения

Fig. 14. Actual catches of coho and chinook salmon of Russian origin in 1907–2024 and their levels expected in 2025–2065

Климатический фактор и средняя индивидуальная масса тела тихоокеанских лососей

Следующей задачей было оценить влияние климатических изменений (температурного фактора), выраженных в единицах измерения индекса глобальной температурной аномалии в широтном поясе 44–64° с.ш., охватывающем в Тихом океане все нагульные акватории, на формирование средних индивидуальных навесок пяти видов российских тихоокеанских лососей — горбуши, кеты, нерки, кижуча и чавычи — вне зависимости от региона их происхождения.

Наиболее сильно средние индивидуальные навески тела в зависимости от значений температурных аномалий варьировали у чавычи, за весь период исследований с 1940 г. в диапазоне колебаний температурной аномалии (от –0,50 до 1,86 °С) расчетная относительно тренда (рис. 15, слева) средняя индивидуальная масса снижалась от 11,4 до 4,8 кг. Максимальные значения средней индивидуальной массы чавычи соответствовали наиболее низким значениям температурного индекса, а, учитывая длину рядов биологических параметров, использованных в исследовании, относительно стабильный уровень индивидуальной массы в стадах чавычи сохранялся с 1940-х и вплоть до середины 1990-х гг. По мере достижения уровня температурной аномалии +0,5 °С чавыча начала стремительно терять массу (рис. 15, справа).

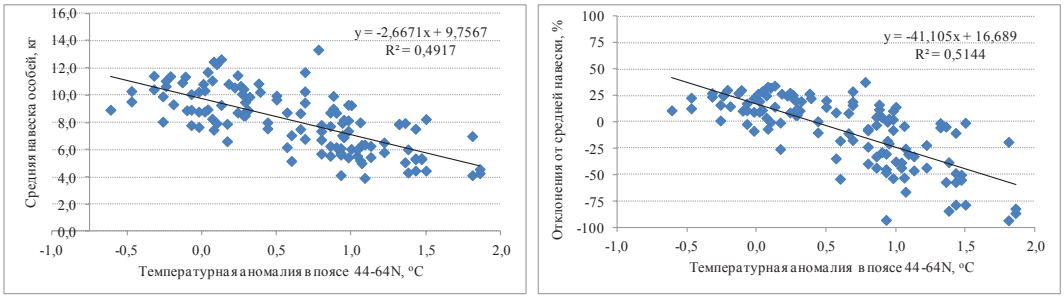


Рис. 15. Динамика абсолютного (**слева**) и относительного (**справа**) снижения средней индивидуальной массы тела чавычи в зависимости от температурной аномалии

Fig. 15. Dynamics of absolute (**left panel**) and relative (**right panel**) losses of average individual weight for chinook salmon in dependence on temperature anomaly

Для нерки, кеты и кижуча дисперсия средней массы была меньше, большинство наблюдений укладываются в 25 %-ный интервал отклонений, тренд на снижение средних навесок в зависимости от повышения температуры проявляется отчетливо и однозначно (рис. 16, 17). При этом тренд на снижение размеров с повышением температуры выражен наиболее явно для чавычи, кижуча и нерки (см. рис. 15, 16, 18). Существенно ниже отклик изменения размеров тела на повышение температуры для производителей кеты (см. рис. 17). И полное отсутствие зависимости между исследуемыми параметрами демонстрируют графики соотношения средней массы и ее относительного отклонения с температурной аномалией для горбуши (рис. 19).

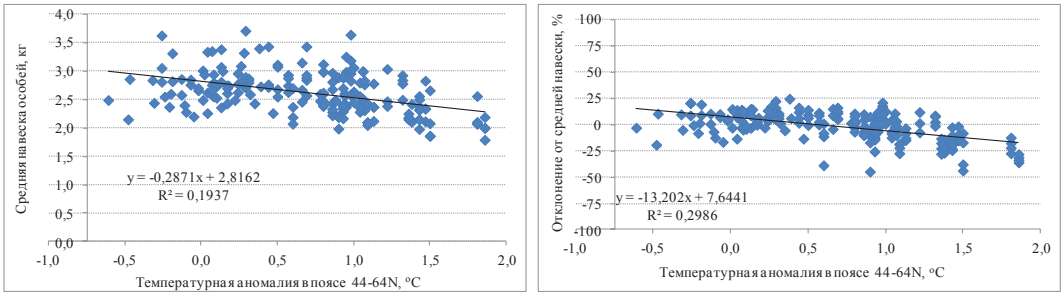


Рис. 16. Динамика абсолютного (**слева**) и относительного (**справа**) снижения средней индивидуальной массы тела нерки в зависимости от температурной аномалии

Fig. 16. Dynamics of absolute (**left panel**) and relative (**right panel**) losses of average individual weight for sockeye salmon in dependence on temperature anomaly

Прежде чем остановиться на причинах отсутствия зависимости индивидуальной массы горбуши от изменения климатического фона, следует обратить внимание на общие и различные реакции разных видов на этот фактор. Из всех рассмотренных видов средние навески чавычи, нерки и, по всей видимости, кеты варьировали в пределах естественной изменчивости вплоть до середины 1990-х гг. по мере достижения уров-

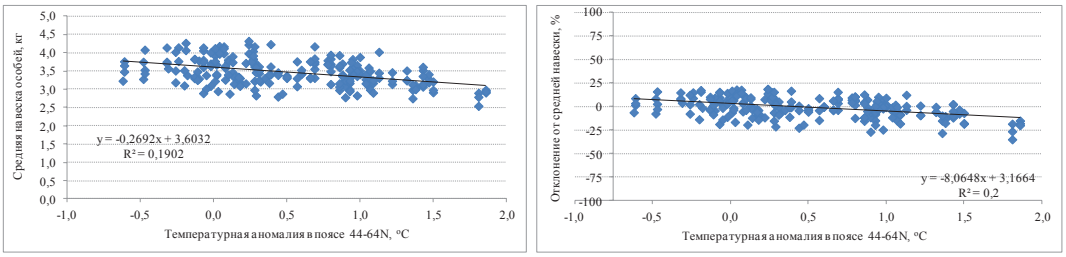


Рис. 17. Динамика абсолютного (**слева**) и относительного (**справа**) снижения средней индивидуальной массы тела кеты в зависимости от температурной аномалии

Fig. 17. Dynamics of absolute (**left panel**) and relative (**right panel**) losses of average individual weight for chum salmon in dependence on temperature anomaly

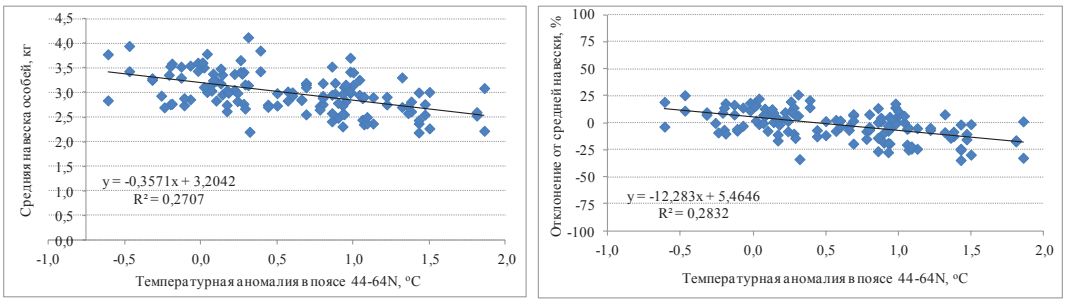


Рис. 18. Динамика абсолютного (**слева**) и относительного (**справа**) снижения средней индивидуальной массы тела кижуча в зависимости от температурной аномалии

Fig. 18. Dynamics of absolute (**left panel**) and relative (**right panel**) losses of average individual weight for coho salmon in dependence on temperature anomaly

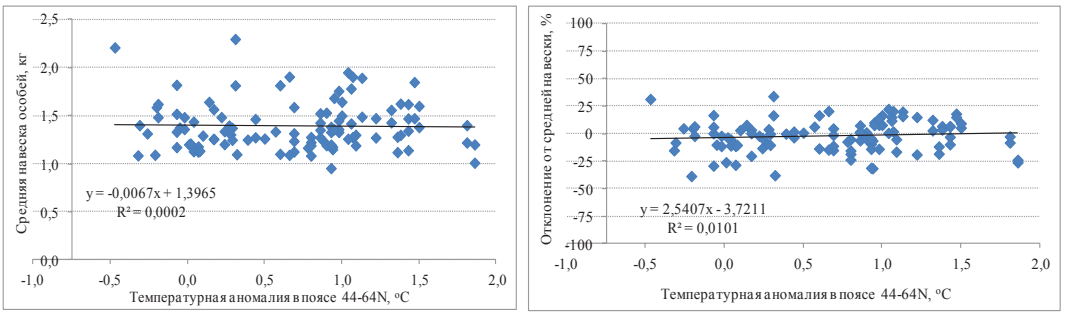


Рис. 19. Динамика абсолютного (**слева**) и относительного (**справа**) снижения средней индивидуальной массы тела горбуши в зависимости от температурной аномалии

Fig. 19. Dynamics of absolute (**left panel**) and relative (**right panel**) losses of average individual weight for pink salmon in dependence on temperature anomaly

ня температурной аномалии в 0,5 °C. Несколько ранее, чем нерка и кета, снижением средней массы тела отреагировали производители чавычи, для которых температурный порог начала качественных изменений был несколько выше — ~0,7 °C — и сместился уже на начало 2000-х гг. Темпы изменений средней массы тела и в абсолютных и в относительных величинах были наибольшими для чавычи, нерки и кижуча. При этом снижение средней массы у кижуча было последовательным и поступательным уже с середины 1940-х гг., т.е. с периода самого низкотемпературного фона. Возможно, что причина кроется в безальтернативности стратегии морского периода жизни у этого вида длиной в один год. Однако при той же жизненной стратегии в морской период жизни горбуша как вид демонстрирует полное отсутствие зависимости своих размеров от температурного фона (рис. 19).

Между тем средние навески горбуши в последние годы снижаются (рис. 20), и это также происходит на фоне роста температурного фона, но, как оказалось, не имеет к нему отношения, или это отношение не очевидно. Горбуша, как вид, демонстрирующий высокий уровень флюктуации численности, редко функционирует на среднем ее уровне, тем более в течение продолжительных периодов времени, достаточных для выявления влияния на ее размеры действия внешней среды. Как правило, изменение ее размеров связывают именно с фактором численности [Бугаев, 2017; Бугаев, Тепнин, 2024; неопубликованные данные С.В. Найденко, А.Н. Старовойтова, А.А. Сомова]. Тем не менее явных доказательств этого до сих пор не представлено, и во многом это связано с разнокачественностью производителей разных региональных комплексов, средние размеры которых могут различаться в 1,5 раза и более.

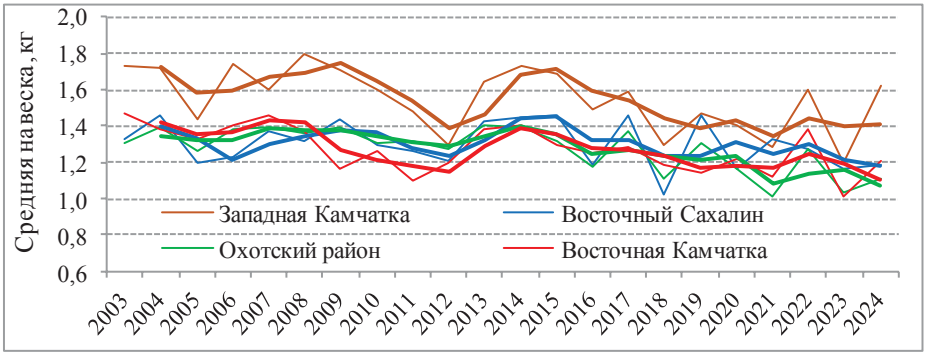


Рис. 20. Динамика средней индивидуальной массы горбуши основных районов воспроизводства Берингова и Охотского морей в 2003–2024 гг.

Fig. 20. Dynamics of average individual weight of pink salmon for the main spawning grounds in Bering and Okhotsk Seas in 2003–2024

Для снижения межпопуляционной изменчивости привели среднюю навеску производителей горбуши северо-восточного и западного побережий Камчатки, восточного Сахалина, Охотского района материкового побережья Охотского моря и вылов горбуши по морям происхождения к относительным показателям. Навески конкретных стад в разные годы показали в виде отклонений от средних значений параметра для этих запасов, выраженных в процентах. Поскольку диапазон вылова горбуши в абсолютных величинах в разных морях также разнится, данные по вылову конкретных лет представлены как отношение к максимальному вылову для водоемов происхождения (рис. 21, 22). Значения экстравысокочисленных возвратов горбуши разных стад выделены оранжевым маркером.

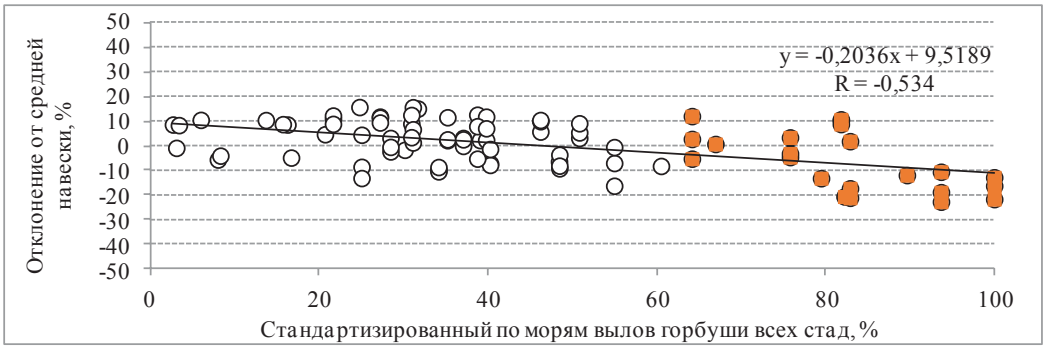


Рис. 21. Динамика отклонений средней индивидуальной массы горбуши основных районов воспроизводства Берингова и Охотского морей в зависимости от общего удельного улова в 2003–2024 гг. (описание маркеров в тексте)

Fig. 21. Deviations of the mean individual weight of pink salmon for the main spawning grounds in Bering and Okhotsk Seas in dependence on dynamics of the total annual catch in these regions in 2003–2024 relative to its highest values (507.103 t in the Okhotsk Sea in 2018 and 230.103 t in the Bering Sea in 2019)

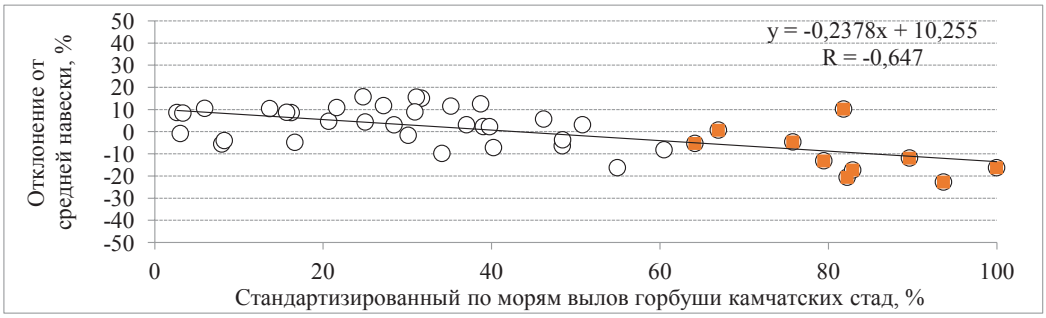


Рис. 22. Динамика отклонений средней индивидуальной массы горбуши восточно- и западнокамчатских стад в зависимости от общего удельного улова в 2003–2024 гг.

Fig. 22. Deviations of the mean individual weight of pink salmon for the stocks of East Kamchatka and West Kamchatka in dependence on dynamics of the total annual catch in these areas in 2003–2024 relative to its highest values

В представленном виде зависимость изменения средней индивидуальной массы горбуши от фактора ее численности достаточно надежно описывается отрицательной линейной зависимостью с показателем корреляции R = –0,534 (n = 88) для основных беринговоморских и охотоморских стад горбуши (восточно- и западнокамчатская, североохотоморская Охотского района Хабаровского края, восточносахалинская) и R = –0,647 (n = 44) для восточно- и западнокамчатских стад.

Заключение

В ходе выполнения исследования выявлена сложная структура процесса увеличения температурных показателей в течение последнего 115-летнего периода. Помимо общего тренда увеличения температуры за этот период, составляющего 1 °С за 70 лет, обнаружена естественная цикличность с длиной полного цикла около 80 лет. Отмечена высокая степень зависимости средних характеристик динамики вылова (как производная численности) горбуши, кеты и нерки от общего вектора изменений температурного фона. Причем во всех случаях (общий тренд и долгопериодная цикличность) связь была положительной. Динамика численности горбуши, кеты и нерки синхронизирована как с цикличностью температурных показателей, так и с линейным трендом на увеличение температуры. Динамика численности чавычи и кижуча при равной длине периода полного цикла (~80 лет) имеет отличия от общего тренда трех упомянутых ранее видов. Динамика уловов чавычи осуществляется в полной противофазе динамике горбуши, кеты и нерки. Предполагается, что причиной противофазности изменений численности нерки и чавычи является наличие конкурентных отношений за пищевые ресурсы между молодью двух видов в пресноводный период. Максимумы уловов нерки в обоих подтвержденных промысловой статистикой случаях соответствовали минимумам уловов чавычи, а максимум уловов чавычи соответствовал единственному минимуму уловов нерки. Экстремумы по численности кижуча смещены на 20–25 лет после экстремумов для горбуши, кеты и нерки и на ~15 лет опережают таковые для чавычи. Представляет интерес закономерность роста запасов кижуча на фоне увеличения возвратов массовых видов, прежде всего горбуши. Запас кижуча обнаруживает тенденцию к росту примерно на половине восходящего цикла горбуши и кеты, воспроизводящихся в реках и обеспечивающих к этому периоду значительный рост поступления морского органического вещества в нерестовые реки в своих телах.

В целом ожидается, что максимум средних уловов массовых видов тихоокеанских лососей (горбуши, кеты и нерки) в настоящем цикле к началу 2020-х гг. уже пройден. Исключение составляют кижуч, пик уловов которого можно ожидать к 2030 г., и чавыча, максимум уловов — к 2050 г. Также предполагаем, что ниспадающая ветвь средних уловов российских тихоокеанских лососей продлится вплоть до 2050-х гг. и

до уровня среднемноголетних уловов ~250 тыс. т и будет выше предыдущего уровня минимума уловов на ~100–120 тыс. т при условии сохранения линейного тренда увеличения температурного фона. Однако, учитывая прогноз сокращения темпов прогрева атмосферы и перспективы к 2160 г. возврата температуры к некоей климатической «норме» [Сидоренков, Сидоренков, 2021], следует ожидать постепенное «вырождение» линейного тренда и его выход на плато к этому времени. Грядущий минимум воспроизводства и уловов российских тихоокеанских лососей должен быть реализован уже в перспективе ближайших 3–4 десятилетий, маловероятно, что в этот период можно будет наблюдать какие-либо значимые изменения глобальных процессов, хотя и есть указания, что на текущем отрезке времени планета проходит самую «горячую» фазу [Сидоренков, Сидоренков, 2021].

Чередование периодов разной продуктивности в динамике запасов тихоокеанских лососей, обусловленных колебаниями уровня термозапаса вод северной части Тихого океана и окраинных морей, заставляет концептуально переосмыслить тезис об отсутствии ограничений по кормовой базе открытых вод для нагуливающихся тихоокеанских лососей [Заволокин, 2014; Шунтов, 2016; Найденко, 2022]. Наше исследование показывает, что долгопериодные колебания уровня обилия трех массовых видов лососей осуществляются в прямом соответствии с термикой, предполагается, что прежде всего они зависят от изменения теплосодержания океанических, морских и прибрежных вод. Лососи экологически связаны с этим процессом посредством обратной связи в цепочке продукции фито- и зоопланктона. Если принять эту точку зрения, то логично ожидать, что именно первичной продукцией ограничивается численность лососей в периоды относительно низкого теплосодержания океанических вод. Считаем, что эти выводы достаточны для поддержания дискуссионного статуса вопроса о лимитировании обилия тихоокеанских лососей кормовой базой в разных фазах протяженных климатических циклов. По крайней мере на основных критических этапах жизненного цикла (ранний морской, первая зимовка в океане), в периоды относительного охлаждения земной поверхности. Не исключаем также, что и промерзание нерестовых гнезд в периоды суровых зим с низким уровнем осадков может быть фактором, лимитирующим численность лососей уже на ранних этапах онтогенеза. При наступлении экстремальных зим это актуально даже для 80-летнего цикла, для ледниковых периодов больших климатических циклов значимость этого фактора в формировании численности лососей не вызывает сомнений.

Примечательно, что к сходным выводам относительно продолжительности циклов высокой и низкой численности и окончания периода высоких уловов тихоокеанских лососей фактически на уровне интуитивных рассуждений ранее пришли А.Н. и А.А. Макоедовы [2023а, б]. При этом в их работах основной акцент делается на прикладной аспект результатов исследования — ожидаемое вскоре несоответствие задействованных на этапе высокой численности лососей мощностей добывающего и перерабатывающего комплексов сырьевой базе рыболовства.

В своих исследованиях закономерностей функционирования популяционных систем многие авторы часто сталкиваются с их естественной циклической динамикой продолжительностью 11, 18 и кратной 18 годам, вызванной, соответственно, циклами солнечной активности и лунно-солнечным циклом в системе движения Луны, Земли и Солнца [Литвиненко, Литвиненко, 2020]. Циклы, кратные 18 годам лунного календаря, — 18, 36, 72, 90 и 108 лет (прежде всего первые три) — с незначительными отклонениями на примере реконструкций флюктуаций земной температуры по гренландским ледовым кернам, кольцам роста арктической и калифорнийской сосен, вспышкам численности калифорнийской сардины и анчоуса, определенных по донным отложениям, глобальной температурной аномалии и индексу атмосферной циркуляции систематически отмечали Л.Б. Кляшторин и А.А. Любушин в своей известной монографии [2005]. Значимость воздействия планетарной конфигурации Земли, Луны и Солнца на циркуляцию атмосферы и гидросферы Земли несомненна. Наше исследование позволило выявить временной

цикл естественной динамики тихоокеанских российских лососей длиной около 80 лет и прямолинейный на исследуемом отрезке времени восходящий тренд, поступательно связанный с ростом температуры Земли. Не исключено, что накопление статистических рядов позволит со временем откорректировать длину лососевого цикла относительно лунного календаря в ту или иную сторону. Восходящий вековой температурный тренд можно считать частью большого планетарного 580-летнего цикла в наиболее «разогретой» его стадии, в ожидании охлаждения температуры и его «выхолаживания» до уровня климатической средней менее чем через полторы сотни лет — к середине XXII века.

Увеличение термических характеристик окружающего тихоокеанских лососей в период морского нагула фона за последний век привело еще к одному эффекту: тихоокеанские лососи теряют массу, некоторые виды, например чавыча, — стремительно. Наибольшие средние размеры чавычи, превышающие 10 кг, характерны для наиболее «холодного» периода вплоть до середины 1990-х гг. По мере достижения уровня температурной аномалии (+0,5 °С) чавыча начала быстро терять массу — с 10 до 8 кг. За следующие почти 1,5 °С от конца 1990-х гг. до настоящего времени чавыча теряла в среднем 1 кг на каждые 0,5 °С, достигнув к наиболее «теплому» современному периоду средней массы немногим более 4 кг, потеряв за весь период около 60 % первоначальной массы.

Остальные виды менее восприимчивы к росту температуры, чем чавыча, однако и они потеряли за наблюдаемый период потепления до 25–30 % своей массы. Исключение составляет горбуша, для которой не отмечена связь изменения ее массы в пределах группировок одного района происхождения в соответствии с колебаниями термической компоненты. Средняя масса горбуши может заметно различаться между разными районами воспроизводства, но закономерности ее изменения внутри группировок связаны в основном с плотностным эффектом на местах совместного морского нагула в период как осенней откочевки, так и зимовки. Известно, что даже во время зимнего океанического нагула молодь горбуши охотоморских и беринговоморских стад не нагуливается вместе, предпочитая занимать смежные акватории Тихого океана [Шунтов, Темных, 2011]. Причем на формирование конечных характеристик массы тела горбуши основное влияние оказывает время зимовки и в большей степени последующий период активного нагула перед началом преднерестовой миграции. Очевидно, рост температуры в это время ускоряет процессы метаболизма, увеличивает энергетические траты на физические перемещения и добывание пищи и в конечном итоге снижает количество энергии, обеспечивающей соматический рост нагуливающихся рыб.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы благодарны всем сотрудникам дальневосточных филиалов ВНИРО, в разные годы осуществлявшим сборы ихтиологических материалов в полевых условиях, за их труд, позволивший сформировать массивы данных для проведенного исследования. Отдельная благодарность О.Б. Тепнину (Камчатский филиал ВНИРО) за консультативную помощь в работе.

The authors are grateful to all colleagues from the Far Eastern branches of VNIRO who many years collected the ichthyological data used in this study, and give particular thanks to O.B. Tepnin (Kamchatka branch of VNIRO) for his consultative assistance.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study was not supported by sponsorship.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for care and use of animals were followed.

Authors declare no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Е.А. Шевляков — постановка задачи, анализ материалов, интерпретация результатов, написание текста статьи; В.И. Островский — статистическая обработка, обсуждение результатов.

E.A. Shevlyakov — concept formulation, data analysis, interpretation of the results, and the text writing and illustrating; V.I. Ostrovsky — statistical processing, discussion of the results.

Список литературы

Бугаев А.В. Оценка влияния численности стад и глобальной температурной аномалии на среднюю массу тела тихоокеанских лососей в бассейне Северной Пацифики // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 191. — С. 3–33. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-191-3-33.

Бугаев А.В., Тепнин О.Б. Климат и тихоокеанские лососи : моногр. — Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2024. — 280 с.

Бугаев А.В., Тепнин О.Б., Радченко В.И. Климатическая изменчивость и продуктивность тихоокеанских лососей Дальнего Востока России // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2018. — Вып. 49. — С. 5–50. DOI: 10.15853/2072-8212.2018.49.5-50.

Бугаев А.В., Фельдман М.Г., Тепнин О.Б., Коваль М.В. Аномалии температуры поверхности воды в западной части Северной Пацифики — потенциальный климатический предиктор прогнозирования тихоокеанских лососей Камчатки // Вопр. рыб-ва. — 2021. — Т. 22, № 4. — С. 46–62. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-46-62.

Бугаев В.Ф., Вронский Б.Б., Заварина Л.О. и др. Рыбы реки Камчатка : моногр. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2007. — 494 с.

Заволокин А.В. Пищевая обеспеченность тихоокеанских лососей в период морского и океанического нагула : дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014. — 354 с.

Клименко В.В., Мацковский В.В., Дальманн Д. Комплексная реконструкция температуры российской Арктики за последние два тысячелетия // Арктика: Экология и экономика. — 2013. — № 4(12). — С. 84–95.

Кляшторин Л.Б. Тихоокеанские лососи: климат и динамика запасов // Рыб. хоз-во. — 2000. — № 4. — С. 32–34.

Кляшторин Л.Б., Любушин А.А. Циклические изменения климата и рыбопродуктивности : моногр. — М. : ВНИРО, 2005. — 235 с.

Котенев Б.Н., Богданов М.А., Кровнин А.С., Мурый Г.П. Изменение климата и динамика вылова дальневосточных лососей // Вопр. промысл. океанологии. — 2010. — Вып. 7, № 1. — С. 60–92.

Котенев Б.Н., Кровнин А.С., Кловач Н.В. и др. Влияние климато-океанологических факторов на состояние основных запасов горбуши в 1950–2015 гг. // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 158. — С. 143–161.

Кровнин А.С. Роль крупномасштабных климатических факторов Северного полушария в многолетних колебаниях запасов основных объектов российского промысла : дис. … канд. биол. наук. — М. : ВНИРО, 2019. — 149 с.

Ле Руа Ладюри Э. История климата с 1000 года : моногр. — Л. : Гидрометеоиздат, 1971. — 280 с.

Литвиненко Л.Н., Литвиненко В.В. Колебание Фернау и ритмы лет с четырьмя полярными затмениями за последние два тысячелетия // Географическая среда и живые системы. — 2020. — № 1. — С. 7–30. DOI: 10.18384/2712-7621-2020-1-7-30.

Макоедов А.Н., Макоедов А.А. Нерка российского происхождения: на что рассчитывать рыбакам? // Изв. ТИНРО. — 2023а. — Т. 203, вып. 2. — С. 249–263. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-249-263. EDN: WFCBUX.

Макоедов А.Н., Макоедов А.А. Тихоокеанские лососи российского происхождения: на какие уловы рассчитывать? // Изв. ТИНРО. — 2023б. — Т. 203, вып. 1. — С. 46–57. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-46-57. EDN: QHAYVT.

Найденко С.В. Трофодинамика нектонных сообществ верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана и западной части Берингова моря : дис. … д-ра биол. наук. — Владивосток, 2022. — 506 с.

Сидоренков Н.С., Сидоренков П.Н. 580-летний цикл лунных и солнечных затмений как индикатор колебаний климата того же периода // Геофизические процессы и биосфера. — 2021. — Т. 20, № 2. — С. 5–15. DOI: 10.21455/GPB2021.2-1.

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России: в 3 томах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. — Т. 2. — 604 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — Т. 2. — 473 с.

Espenak F., Meeus J. Five millennium catalog of Lunar eclipses: –1999 to +3000 (2000 BCE to 3000 CE). — Maryland : NASA Goddard Space Flight Center, 2009. https:// eclipse.gsfc.nasa.gov/5MCLE/5MKLE-214173.pdf.

References

Bugaev, A.V., Evaluation of contributions of stock abundance and global temperature anomaly to mean body weight of pacific salmons in the North Pacific basin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2017, vol. 191, pp. 3–33. doi 10.26428/1606-9919-2017-191-3-33

Bugaev, A.V. and Tepnin, O.B., *Klimat i tikhookeanskiye lososi* (Climate and Pacific salmon), Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2024.

Bugaev, A.V., Tepnin, O.B., and Radchenko, V.I., Climate variability and pacific salmon productivity in Russian Far East, *Issled. Vodn. Biol. Resur. Kamchatki Sev.-Zapadn. Chasti Tikhogo Okeana*, 2018, vol. 49, pp. 5–50. doi 10.15853/2072-8212.2018.49.5-50

Bugaev, A.V., Pheldman, M.G., Tepnin, O.B., and Koval, M.V., On the use of the data of the anomaly of the water surface temperature in the western part of the northern Pacific as a potential climatic predictor for predicting the number of Pacific salmon of Kamchatka, *Vopr. Rybolov.*, 2021, vol. 22, no. 4, pp. 46–62. doi 10.36038/0234-2774-2021-22-4-46-62

Bugaev, V.F., Vronsky, B.B., Zavarina, L.O., Zorbidi, Zh.Kh., Ostroumov, A.G., and Tiller, I.V., *Ryby reki Kamchatka* (Fish of the Kamchatka River), Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2007.

Zavolokin, A.V., Food availability for Pacific salmon during the period of feeding in sea and ocean, *Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: TINRO-Tsent, 2014.

Klimenko, V.V., Matskovsky, V.V., and Dalmann, D., Omprehensive reconstruction of the temperature of the Russian Arctic over the last two millennia, *Arktika: ekologiya i ekonomika*, 2013, no. 4(12), pp. 84–95.

Klyashtorin, L.B., Pacific salmon: climate and stock dynamics, *Rybn. Khoz.*, 2000, no. 4, pp. 32–34.

Klyashtorin, L.B. and Lyubushin, A.A., *Tsiklicheskiye izmeneniya klimata i ryboproduktivnosti* (Cyclic Changes in Climate and Fish Capacity), Moscow: VNIRO, 2005.

Kotenev, B.N., Bogdanov, M.A., Krovnin, A.S., and Muryi, G.P., The climate change and the dynamics of catch of Far Eastern salmon, *Vopr. Promysl. Okeanol.*, 2010, vol. 7, no. 1, pp. 60–92.

Kotenev, B.N., Krovnin, A.S., Klovach, N.V., Mordasova, N.V., and Muriy, G.P., Impact of climatic and oceanographic factors on the state of main pink salmon stocks, 1950–2015, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 158, pp. 143–161.

Krovnin, A.S., The role of large-scale climatic phenomena of the Northern Hemisphere in long-term fluctuations in the reserves of the main objects of the Russian fishery, *Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Moscow: VNIRO, 2019.

Le Roy Ladurie, Emmanuel, *Histoire du climat depuis l'an mil*, Paris: Flammarion, 1967.

Litvinenko, L.N. and Litvinenko, V.V., Fernau oscillation and rhythms of years with four polar eclipses in the past two millennia, *Geograficheskaya sreda i zhivyye sistemy*, 2020, no. 1, pp. 7–30. doi 10.18384/2712-7621-2020-1-7-30

Makoedov, A.N. and Makoedov, A.A., Sockeye salmon of Russian origin: what can fishermen count on?, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 2023, vol. 203, no. 2, pp. 249–263. doi 10.26428/1606-9919-2023-203-249-263. EDN: WFCBUX.

Makoedov, A.N. and Makoedov, A.A., Pacific salmon of Russian origin: what catches can we count on?, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 2023, vol. 203, no. 1, pp. 46–57. doi 10.26428/1606-9919-2023-203-46-57. EDN: QHAYVT.

Naidenko, S.V., Trophodynamics of nekton communities of the upper epipelagic zone of the northwestern Pacific Ocean and the western Bering Sea, *Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation*, Vladivostok, 2022.

Sidorenkov, N.S. and Sidorenkov, P.N., 580-year cycle of lunar and solar eclipses as an indicator of climatic oscillations of the same period, *Geofizicheskiye protsessy i biosfera*, 2021, vol. 20, no. 2, pp. 5–15. doi 10.21455/GPB2021.2-1

Shuntov, V.P., *Biologiya dal'nevostochnykh morei Rossii* (Biology of the Far Eastern Seas of Russia), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2016, vol. 2.

Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S., Pacific salmon in marine and ocean ecosystems, Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2011, vol. 2.

Espenak, F. and Meeus, J., *Five millennium catalog of Lunar eclipses: –1999 to +3000 (2000 BCE to 3000 CE)*, Maryland: NASA Goddard Space Flight Center, 2009. https:// eclipse.gsfc.nasa.gov/5MCLE/5MKLE-214173.pdf. Cited February 14, 2025.

https://iz.ru/1845926/andrei-korshunov/hvojnaya-traktovka-sosna-raskryla-tainy-zolotoi-epokhi-kitaia. Cited March 13, 2025.

Ulovy tikhookeanskikh lososey (1900–1986 gg.) (Pacific salmon catches (1900–1986)), Moscow: VNIRO, 1989.

Поступила в редакцию 17.03.2025 г.

После доработки 25.04.2025 г.

Принята к публикации 16.06.2025 г.

The article was submitted 17.03.2025; approved after reviewing 25.04.2025; accepted for publication 16.06.2025

Известия ТИНРО

2025 **Том 205, вып. 2. С. 223–248.**

Izvestiya TINRO, 2025, Vol. 205, No. 2, pp. 223–248.

Обзорная статья
УДК 341.24:639.3
DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-223-248
EDN: IFOWBU

РОССИЙСКО-ЯПОНСКИЕ РЫБОЛОВНЫЕ ОТНОШЕНИЯ И ЛОСОСЕВОЕ ХОЗЯЙСТВО ДАЛЬНЕГО ВОСТОКА РОССИИ

А.Н. Макоедов[1], А.А. Макоедов[2]*
[1] Южный научный центр РАН,
344006, г. Ростов-на-Дону, просп. Чехова, 41;
[2] Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

Аннотация. Рассматривается история российско-японского сотрудничества в области рыболовства на Дальнем Востоке, которая демонстрирует динамичное взаимодействие экономических, технологических и геополитических факторов. С середины XIX века Япония, обладая технологическим превосходством, доминировала в эксплуатации тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Советский период усилил государственный контроль над ресурсами, однако концессии 1920–1930-х гг. сохранили зависимость от японского капитала. До середины XX века до 86 % уловов Японии составляли лососи российского происхождения, при этом до запрета в 2015 г. значительную роль играл морской дрифтерный промысел. Современный этап характеризуется сокращением японского влияния (не более 2–3 % вылова с 2006 г.) и усилением суверенитета России, включая ограничение дрифтерного лова и переход к регулируемым квотам. Значимым вкладом Японии стало развитие лососеводства: строительство рыбоводных заводов на Сахалине и Курильских островах заложило основу для искусственного воспроизводства, хотя его эффективность остается спорной из-за снижения возврата молоди до 1 % в 2020-х гг. Настоящее исследование подчеркивает противоречия между масштабными инвестициями в аквакультурную деятельность и естественной динамикой популяций, а также необходимость баланса между экономической эффективностью и экологической устойчивостью. Исторический анализ выявляет ключевую роль международного взаимодействия в формировании ресурсной политики: от технологического заимствования до научного сотрудничества.

Ключевые слова: российско-японские рыболовные взаимоотношения, тихоокеанские лососи российского происхождения, концессии, геополитическая конкуренция, динамика популяций, дрифтерный лов, искусственное разведение

Для цитирования: Макоедов А.Н., Макоедов А.А. Российско-японские рыболовные отношения и лососевое хозяйство Дальнего Востока России // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 2. — С. 223–248. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-223-248. EDN: IFOWBU.

* *Макоедов Анатолий Николаевич, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, tomak06@mail.ru, ORCID 0000-0002-8866-1828; Макоедов Антон Анатольевич, заведующий сектором, makoedov.a@mail.ru, ORCID 0000-0003-4474-6245.*

© Макоедов А.Н., Макоедов А.А., 2025

Review article

Russian-Japanese fisheries relations and salmon issues in the Russian Far East

Anatoly N. Makoedov*, Anton A. Makoedov**
* Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences,
41, Chekhov Ave., Rostov-on-Don, 344006, Russia
** Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO),
196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia
* D.Biol., leading researcher, tomak06@mail.ru, ORCID 0000-0002-8866-1828
** head of sector, makoedov.a@mail.ru, ORCID 0000-0003-4474-6245

Abstract. History of the Russian-Japanese cooperation in fisheries in the Far East demonstrates a dynamic interaction of economic, technological and geopolitical factors. Formerly Japan, possessing technological superiority, dominated in exploitation of pacific salmon that was noted in the St. Petersburg treaty in 1875 and Portsmouth treaty in 1905. Japan leaded in modernization of fishing gears and techniques, including introduction of fixed seines and drift nets, as well as in development of fish processing technology and biological studies of pacific salmon. In the Soviet period, the national state control over resources increased, but the concessions in 1920–1930s still were dependent on Japanese capital. Until the middle of the 20th century, the salmon of Russian origin dominated in annual catch of Japan (up to 86 %). The offshore drift-net fishing played a significant role before the ban in 2015. Modern stage in salmon fishery in the Far East is distinguished by reduction of Japanese input (2–3 % or less of the total annual catch after 2006) and increasing Russian sovereignty, including restriction on drift-net fishing and implementation of regulated quotas. However, Japan continues to lead in development of salmon farming. Russia joined to the artificial reproduction of pacific salmon and established a net of fish hatcheries in Sakhalin and Kuril Islands, although their effectiveness is controversial, in particular after lowering of the juveniles return to 1 % in 2020s. The study highlights contradictions between growing investments in aquaculture and more complicated dynamics of natural populations, as well as the need for a balance between economic efficiency and environmental sustainability. The historical analysis reveals a key role of international cooperation in shaping the resource policy: from technological borrowing to scientific collaboration. Prospects of salmon farming are related on development and integration of historical experience, deep knowledge on population biology, and adaptive management that ensure long-term conservation of biological resources in changing nature and political realities.

Keywords: Russian-Japanese fishing relations, pacific salmon of Russian origin, fishing concession, geopolitical competition, population dynamics, drift-net fishing, salmon farming

For citation: Makoedov A.N., Makoedov A.A. Russian-Japanese fisheries relations and salmon issues in the Russian Far East, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr*., 2025, vol. 205, no. 2, pp. 223–248. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-223-248. EDN: IFOWBU.

Введение

Темпы усиления российского политического присутствия на Дальнем Востоке в XIX веке существенно превосходили возможности государства по хозяйственно-экономическому освоению и развитию региона. В значительной мере такие диспропорции были выражены в рыбохозяйственной сфере. В прибрежных водах Камчатки, Сахалина и Чукотки, входивших в состав Российской империи, хозяйничали иностранные промысловики, практически бесконтрольно добывавшие китов, морзверя и рыбу [Мандрик, 1994, 1998]. Сильное влияние на запасы водных биоресурсов в прибрежных акваториях России начиная со второй половины XIX века оказывали японцы.

Российско-японским рыболовным отношениям посвящено значительное количество публикаций [Алексин, 1925; Рыболовная конвенция…, 1928*; Кон-

* Рыболовная конвенция между Союзом ССР и Японией: со всеми относящимися к ней материалами : пер. с англ. М.: Изд. Литиздата НКИД, 1928. 48 с. https://www.prlib.ru/item/363269?ysclid=mbobl38e86925309605.

венция об основных принципах…, 1963*; Экономические отношения СССР…, 1967; Протокол между СССР и Японией…, 1974**; Куцобина, 1979; Мандрик, 1994, 1998, 2000, 2002, 2022; Бугаев, 1995; Kimie, 1998; Марьясова, 2000; Отчет дипломатического агента…, 2001; Судзуки, 2001; Курмазов, 2005, 2023; Кошкарева, 2006, 2007а, б, 2012, 2015; Ильина, 2007; Пестушко, 2010; Антонов, 2011; Гантимуров, 2011; Куклина, 2017; Трагедия камчатского берега, 2017; Вахрин, 2018***; Кошкарева, Спиридонова, 2018; Потапова, 2023; Зиланов, 2025****; и др.].

В XIX — начале XX века отечественные рыбопромышленники не могли на равных конкурировать с японскими. Это было обусловлено общей отсталостью окраин Российской империи, отсутствием необходимых финансовых средств, слабой государственной поддержкой, недостаточной оснащенностью промысловым вооружением и флотом. Более того, подавляющую часть номинально российских промышленников финансировали, обеспечивали необходимыми средствами производства и регулировали сбыт продукции японцы. Такое положение дел сохранялось до конца 1920-х гг., пока советское государство не взяло под жесткий контроль отечественное рыбное хозяйство Дальнего Востока.

Первый нарком рыбной промышленности П.Я. Жемчужина в своем докладе на XVIII съезде ВКП(б) охарактеризовала тот период следующим образом: «В дореволюционной России рыбной промышленности по существу не было, а был кустарный промысел. Лов производился пассивным, береговым или прибрежным способом. Дальневосточные воды были предоставлены иностранным рыбопромышленникам для бесконтрольной и хищнической их эксплуатации. В погоне за прибылями рыбопромышленники и скупщики рыбы не только не интересовались перспективами развития рыбного хозяйства, но и не затрачивали никаких средств на организацию дела обработки рыбы. Рыба обрабатывалась примитивным, кустарным или полукустарным путем» [Зиланов, 2025, с. 29]. Следует учитывать, что это было сказано в марте 1939 г., когда советско-японские отношения были осложнены влиянием японо-китайской войны (1937 г.), в которой СССР поддерживал Китай; прямого военного столкновения с Японией у оз. Хасан (1938 г.) и назревающего конфликта у р. Халхин-Гол (1939 г.).

После завершения гражданской войны и признания японцами прежних своих долговых обязательств по части рыболовства в 1925 г. была заключена Конвенция об основных принципах взаимоотношений между СССР и Японией. В соответствии с ее условиями Правительство СССР обязалось предоставить японским промышленникам концессии на эксплуатацию минеральных, лесных и других естественных богатств, включая рыбные.

Со стороны Советского Союза пользу от концессий видели прежде всего в возможности привлечения иностранного капитала, а также технической и организационной помощи. Основным мотивом заключения государственных концессионных договоров считали развитие отраслей, которые в ближайшие годы не могли быть освоены собственными силами Советской России [Иностранные концессии…, 2003].

Концессионные договоры в рыбохозяйственной сфере с Японией, несмотря на слабый контроль вылова и непростые отношения стран, действовали вплоть до окончания Второй мировой войны [Мандрик, 2000]. В послевоенный период советско(российско)-японские рыболовные отношения получили новое развитие.

---

* Конвенция об основных принципах взаимоотношений между СССР и Японией от 20 янв. 1925 г. // Документы внешней политики СССР: 1 янв.—31 дек. 1925 г. М.: Госполитиздат, 1963. Т. 8. С. 70–77.

** Протокол между СССР и Японией о продлении на 1937 г. существующего режима рыболовства от 28 дек. 1936 г. // Документы внешней политики СССР: 1 янв.—31 дек. 1936 г. М.: Политиздат, 1974. Т. 19. С. 690.

*** Вахрин С.И. Рыбацкая летопись полуострова. Камчатка: 1896–2016. Петропавловск-Камчатский: КРОФ «Сохраним лососей ВМЕСТЕ!», 2018. 328 с.

**** Зиланов В.К. Самураи рыболовные и прошлое с призрачным будущим. 08.01.2025. https://iarex.ru/articles/144050.html.

Наиболее значимое рыбохозяйственное влияние примерно со второй половины XIX века Япония оказывала на лососевое хозяйство Дальнего Востока России. Такое влияние можно проследить по следующим основным направлениям: 1) развитие способов добычи и технологий переработки уловов; 2) распределение промысловой нагрузки на тихоокеанских лососей российского происхождения; 3) изучение биологии лососей, путей их морских миграций и условий обитания в море; 4) совершенствование технологий лососеводства, восприятие его результатов и значимости.

Цель настоящей работы — оценить японское рыбопромышленное влияние на лососевое хозяйство Дальнего Востока России с учетом перечисленных выше направлений.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили данные о вылове тихоокеанских лососей с начала XX века по 2024 г., полученные из различных источников. Основу составила статистика НПАФК (NPAFC — North Pacific Anadromous Fish Commission, Комиссия по анадромным рыбам северной части Тихого океана) за период с 1925 по 2023 г. (по состоянию на 28.06.2024 г.), размещенная на официальном сайте Комиссии.

Учтены статистические сведения за 1900–1986 гг.* Также использована информация официальных сайтов Федерального агентства по рыболовству (fish.gov.ru), Всероссийского института рыбного хозяйства и океанографии — ВНИРО (vniro.ru) — и различных литературных источников.

Несомненную помощь оказали материалы различных служебных документов открытого доступа, которыми приходилось оперировать в периоды работы авторов в Государственном комитете Российской Федерации по рыболовству, Министерстве сельского хозяйства Российской Федерации, Всероссийском институте рыбного хозяйства и океанографии, Правительстве Сахалинской области.

Определенную роль играл личный опыт общения, в том числе в качестве руководителя российских делегаций, с представителями правительства и рыбопромышленных кругов Японии в ходе заседаний Российско-Японской комиссии по рыболовству и российско-японских встреч по совместной деятельности на южных Курильских островах.

В 1980–1990-е гг. при личном общении с местными жителями — старожилами Камчатской, Магаданской и Сахалинской областей — были получены ценные сведения о рыболовстве на Дальнем Востоке России и состоянии запасов лососевых стад в 1940–1970-е гг.

Собранные материалы были инвентаризированы, обработаны и представлены в графическом виде с помощью стандартных компьютерных программ Microsoft Excel.

Результаты и их обсуждение

Развитие способов добычи и технологий переработки уловов. Русские рыбаки и малые народности Севера и Дальнего Востока в XVIII–XIX веках вели исключительно речной лососевый промысел, применяя ставные и сплавные сети, закидные невода, забойки, заколы и другие относительно примитивные орудия и не особо эффективные способы лова [Крашенинников, 1755; Крюков, 1894; Прозоров, 1902; Мандрик, 1994, 1998, 2000; Макоедов, Кожемяко, 2007; Трагедия камчатского берега, 2017; Вахрин, 2018**]. В японском промысле к началу XX века широко использовали морские ставные невода, позволявшие получать большие уловы.

До появления японских рыбаков жители Камчатки на тех реках, куда в достаточном количестве заходили чавыча и нерка, не воспринимали в качестве промысловых

* Уловы тихоокеанских лососей (1900–1986 гг.). М.: ВНИРО, 1989. 213 с.

** Вахрин С.И. Рыбацкая летопись полуострова…, 2018.

объектов горбушу, кету и даже кижуча. В значительной степени это было обусловлено применявшимися тогда способами переработки рыбы. Из подавляющей части улова приготовляли юколу. Наиболее подходящим видом для нее была нерка. Годилась и кета. Однако последнюю использовали при слабых подходах нерки или за пределами ее нерестового ареала [Прозоров, 1902]. Цитируемый автор отмечал значительные межгодовые изменения численности подходов лососей: «…одно лѣто ея очень много, на другое меньше, а черезъ три или четыре года рыбы и вовсе нѣтъ» (с. 248). В данном источнике речь идет о последнем десятилетии XIX века, когда промысловая нагрузка на лососевые стада Камчатки была незначительной.

Для 1870–1910-х гг. известны другие свидетельства крайне низких подходов тихоокеанских лососей, сопровождавшихся голодом и даже частичной гибелью населения. Информация о подобных трагедиях приведена для Чукотки, Камчатки и Сахалина [Анадырский край, 1893; Гондатти, 1897*; Сокольников, 1911; Рыбные промыслы…, 1913; Агапов, 1941; Куманцов, 1998; Макоедов и др., 1999; Коротаев и др., 2002; Рыбацкая летопись…, 2011; Вахрин, 2018**].

Известны упоминания о «страшных неуловах рыбы» в 1769, 1816–1817, 1820 гг. [Трагедия камчатского берега, 2017].

Российское правительство с начала XX века последовательно проводило политику, направленную на повышение вовлеченности в рыбохозяйственную деятельность своих подданных и сокращение японских, численность которых на дальневосточных промыслах в 1928–1933 гг. составляла от 17,9 до 38,5 тыс. чел. В рамках Советско-Японской рыболовной конвенции 1928 г. было выдвинуто требование, согласно которому в первый год на арендованных японцами береговых участках доля советских работников должна достигать 15 %, а к пятому году аренды — 50 % [Мандрик, 2000]. Благодаря таким мерам наши рыбаки постепенно перенимали японский опыт, приобретали необходимые профессиональные навыки и в полной мере осваивали наиболее эффективные способы добычи. Со временем наибольшую часть отечественного вылова тихоокеанских лососей также стали получать на морских ставных неводах [Макоедов и др., 2006; Макоедов, Кожемяко, 2007; Нагорнов и др., 2016, 2018].

В начале 1930-х гг. японские рыбаки освоили лов лососей в море с помощью дрифтерных сетей. Дрифтерный промысел сначала был приурочен к северным Курильским островам, которые японцы считали одним из наиболее значимых районов добычи лососей [Лагунов, 1946***; Куцобина, 1979]. В определенной мере возникновение дрифтерного промысла можно рассматривать как следствие вытеснения японцев из зоны прибрежного промысла на Дальнем Востоке России во второй половине 1920-х гг. [Шубкин, Бугаев, 2021].

Совершенствование технологий переработки уловов стимулировало развитие рыбодобычи. До появления японцев на лососевых промыслах Дальнего Востока России местное население практически не использовало соль при обработке уловов [Крашенинников, 1755; Прозоров, 1902]. Ее дефицит и очень высокая цена сдерживали увеличение производства продукции и существенно затрудняли промышленное развитие не только лососевого хозяйства, но и региона в целом. Организовав монопольные поставки соли, японские рыбопромышленники обеспечили собственные потребности в переработке уловов и наладили снабжение российских производств. По-видимому, не будет преувеличением считать, что решение проблемы с обеспечением рыбопереработки солью дало новый импульс отечественному развитию лососевого хозяйства Дальнего Востока России.

---

* Гондатти Н. Сведения о поселениях по Анадыру // Зап. Приамур. Отд. Императ. Рус. Геогр. О-ва. Хабаровск, 1897. Т. 3, вып. 1. С. 71–110.

** Вахрин С.И. Рыбацкая летопись полуострова…, 2018.

*** Лагунов И.И. О рыболовстве японцев на северных Курильских островах (отчет о поездке) : рукопись. Петропавловск-Камчатский (архив КамчатНИРО), 1946. 62 с.

Ассортимент и качество производимой продукции варьировались в довольно широких пределах. Кроме выпуска соленой рыбной продукции, значительную часть улова направляли для производства консервов. Количество консервных заводов и их мощности последовательно увеличивали. При этом общие доходы от реализации лососевых консервов значительно превышали доходы от реализации консервированных крабов [Казарновский, 1987; Мандрик, 1994, 1998, 2000].

Распределение промысловой нагрузки на тихоокеанских лососей российского происхождения. Принято считать, что вылов вполне адекватно отражает динамику численности тихоокеанских лососей [Шунтов, Темных, 2011]. По-видимому, точность такого отражения тем выше, чем крупнее рассматриваемая совокупность и продолжительнее ряд статистических данных по вылову.

Рыбопромысловая статистика, представленная в различных источниках, довольно противоречива. Нередко информация о вылове одних и тех же видов в одних и тех же районах в одни и те же годы может существенно различаться. Примеры такого рода довольно распространены [Макоедов, Кожемяко, 2007]. Все это в полной мере относится к статистике вылова тихоокеанских лососей.

Япония длительное время играла ведущую роль в освоении запасов азиатских стад лососей. В 1925–1944 гг. средняя доля рыб неяпонского происхождения в японском лососевом промысле составляла 86 %, а в 1952–1973 гг. — 80 %. В послевоенные 1945–1951 гг. значения были близки к 0 % (рис. 1). Преобладающая часть рыб неяпонского происхождения принадлежала российским стадам.

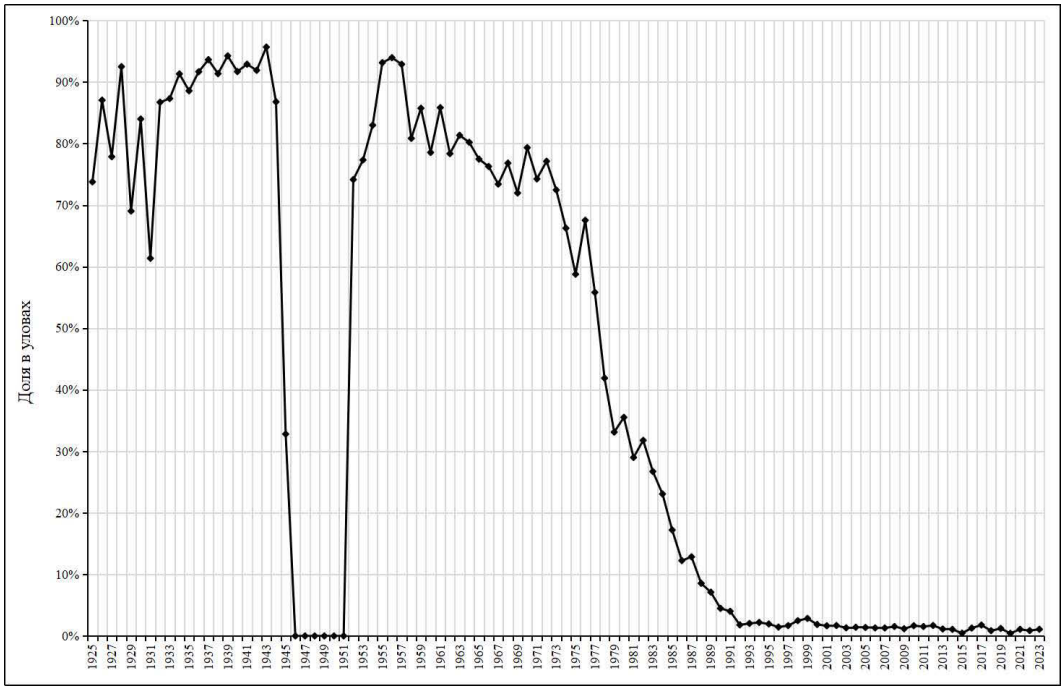


Рис. 1. Доля рыб неяпонского происхождения в японских уловах тихоокеанских лососей
Fig. 1. Portion of non-Japanese fish in annual catch of pacific salmon by Japan

Промысловую нагрузку на тихоокеанских лососей российского происхождения в исторической ретроспективе формировали следующие составляющие: 1) отечественный вылов; 2) японский вылов ставными неводами возле российского побережья; 3) японский морской дрифтерный лов (объемы облова транзитных российских стад в японской ИЭЗ относительно невелики). Соотношение этих компонентов изменялось в различные отрезки времени (рис. 2).

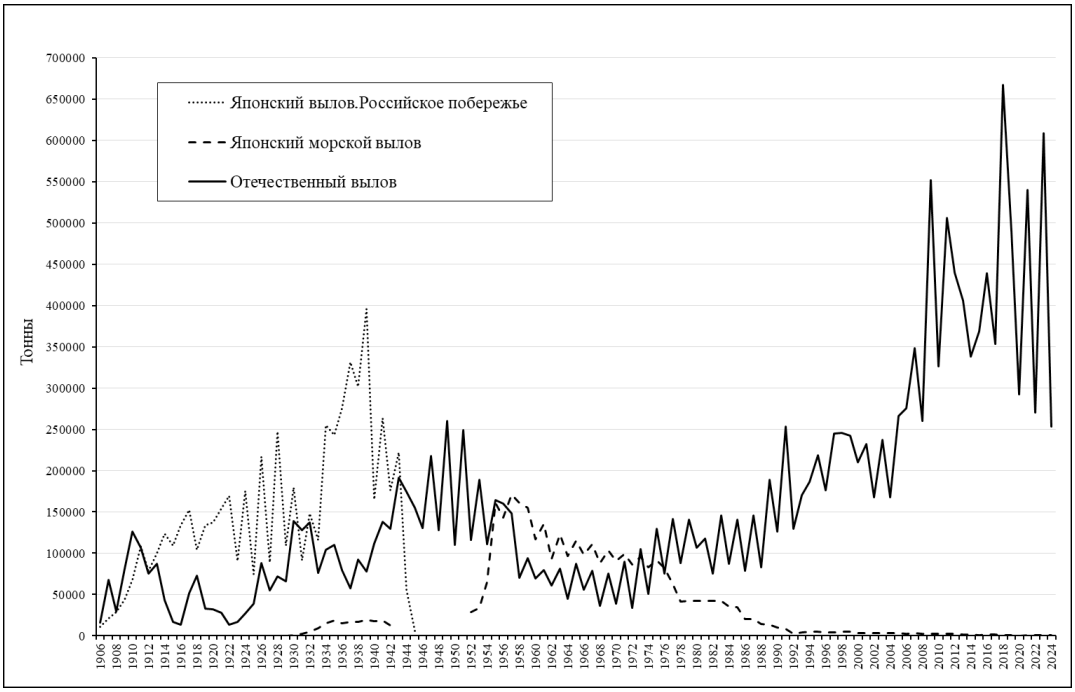


Рис. 2. Вылов тихоокеанских лососей российского происхождения
Fig. 2. Annual catch of pacific salmon of the Russian origin

По информации И.И. Лагунова [1975] в 1934–1943 гг. суммарные уловы СССР и Японии составляли от 300 до 520 тыс. т. По данным НПАФК учтенный вылов упомянутых стран тогда находился в пределах от 312 до 518 (в среднем 410) тыс. т, а вылов лососей российского происхождения — от 295 до 493 (в среднем 387) тыс. т. Следовательно, 94 % азиатского вылова тихоокеанских лососей тогда обеспечивали стада российского происхождения. В целом на протяжении первых примерно 70 лет XX века сырьевой базой лососевого хозяйства Японии служили стада, воспроизводящиеся в бассейнах российских рек. Средняя доля рыб российского происхождения в лососевом промысле Японии в 1906–1943 гг. составляла 67 %, в 1944–1953 гг. — 8, в 1954–1980 гг. — 54, в 1981–1990 гг. — 19, в 1991–2005 г. — 6, в 2006–2024 гг. — не более 2–3 %.

До первой половины 1940-х гг. основные объемы добычи лососей российского происхождения определял японский прибрежный промысел [Казарновский, 1987; Мандрик, 1994, 1998, 2000]. С 1908 г. до начала 1930-х гг. доля рыболовных участков, арендованных японскими промышленниками, превышала долю участков, арендованных отечественными подданными. Позже, когда такое соотношение изменилось, доля Японии в вылове лососей российского происхождения, напротив, увеличилась.

Наибольшее количество береговых рыболовных участков, арендованных промышленниками Японии, находилось на Камчатке (рис. 3). На подавляющем большинстве лососевых участков устанавливали один морской невод [Казарновский, 1987]. Кроме того, с начала 1930-х гг. японские рыбаки стали облавливать лососевые стада в море на границе территориальных вод преимущественно на траверзе р. Озерной и у северных Курильских островов. По данным НПАФК в 1930–1940-е гг. суммарные японские морские уловы лососей не превышали 20 тыс. т. Однако М.Я. Казарновский [1987] для 1933–1944 гг. указывает объемы морского вылова Японии на уровне от 21 до 277 тыс. т.

Д.А. Каневец и А.Г. Кагановский* для северных Курильских островов дают общий японский вылов лососей в 1933–1943 гг. от 10,4 до 137,2 (в среднем около

* Каневец Д.А., Кагановский А.Г. Краткая справка о рыбах и рыбном промысле в водах Курильских островов, южного Сахалина и Кореи : рукопись. Владивосток (архив ТИНРО), 1945. 26 с.

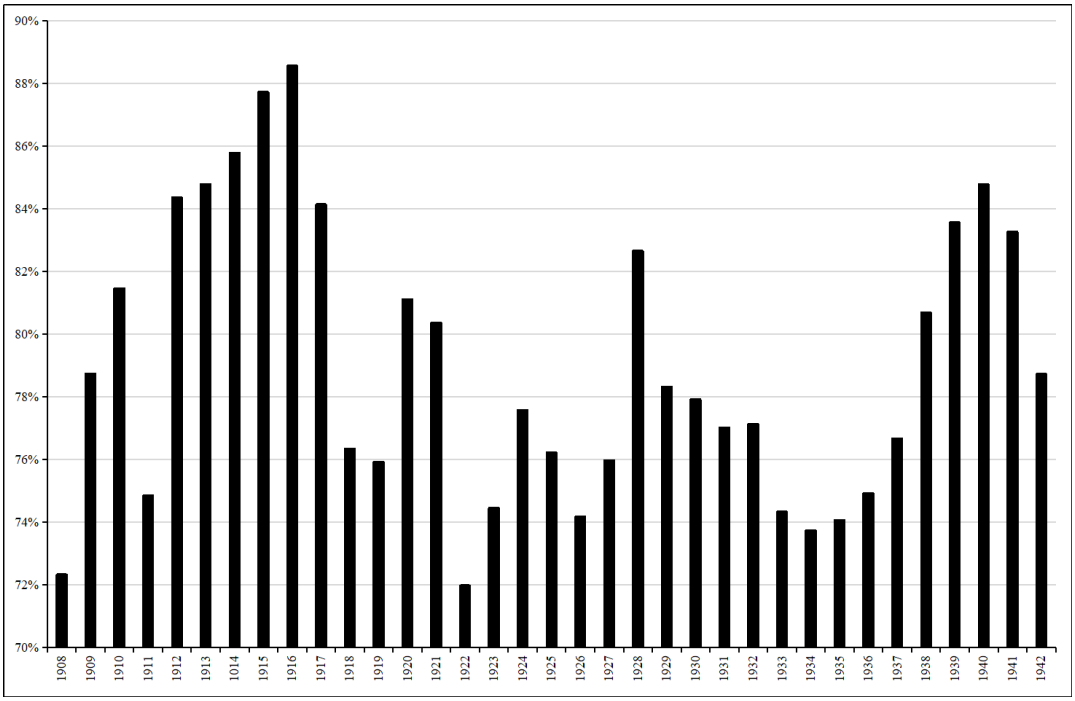


Рис. 3. Доля Камчатки в арендованных японцами рыболовных участках Дальнего Востока России

Fig. 3. Number of the fishing grounds in Kamchatka leased by the Japanese relative to the total number of fishing grounds leased in the Russian Far East

80,5) тыс. т, а И.И. Лагунов* в 1932–1945 гг. — от 0,1 до 132,8 (в среднем 61,8) тыс. т. М.К. Глубоковский с соавторами [2015] со ссылкой на К. Тагучи (1966) приводит для 1933–1945 гг. сведения по уловам лососей дрифтерным флотом и ставными неводами в водах северных Курильских островов, согласно которым максимальный вылов около 200 тыс. т пришелся на 1939 г. В основном же добывали от 50 до 140 тыс. т.

Указанные объемы добычи не могли обеспечивать стада, воспроизводящиеся в бассейнах рек северных Курильских островов, общий промысловый потенциал которых вряд ли превышает 5 тыс. т [Ведищева, 2004; Лепская и др., 2011; Рыбы Курильских островов, 2012; Макоедов, Макоедов, в печати**]. Основу северокурильских уловов японских рыбаков составляли мигрирующие скопления лососей, воспроизводящихся на камчатском и материковом побережьях Охотского моря*.

Начиная с 1943 г. ведение японской рыбохозяйственной деятельности на северных Курильских островах значительно осложнилось. В 1944 г. ситуация с промыслом еще более ухудшилась из-за ограничений, обусловленных усилившимися военными действиями в данном районе. На дрифтерный лов выходило (и только на близкие расстояния) не более половины из 200 имеющихся шхун. При наличии более ста рыболовных участков работало лишь семь ставных неводов. Все это привело к резкому сокращению уловов. Несмотря на обильные подходы лососей, их добычу затруднял недостаток рабочей силы, материалов и промыслового флота***.

* Лагунов И.И. О рыболовстве японцев…, 1946.

** Макоедов А.А., Макоедов А.Н. Оценка рыбохозяйственного потенциала озерно-речной системы Беттобу (о. Шумшу, северные Курильские острова) : моногр. Южно-Сахалинск: СахНИРО (в печати).

*** Лагунов И.И. О рыболовстве японцев…, 1946; Антоненко С.П. Край мой любимый, Курилы…: записки краеведа. Калининград: Янтарный сказ, 2004. 376 с.

Наиболее сильное развитие дрифтерный промысел получил в 1950–1970-е гг., когда морской японский вылов лососей превышал береговой отечественный (рис. 3). Следует заметить, что в указанный период в море японские рыбаки облавливали стада не только российского происхождения, но и североамериканского. В 1952–1977 гг. Япония добывала в море от 28,6 до 170,9 (в среднем 103,5) тыс. т, в 1978–1985 гг. — от 34,4 до 42,7 (в среднем 40,5), в 1986–1991 гг. — от 8,1 до 26,6 (в среднем 14,4), в 1992–2016 гг. только нерки в море вылавливали от 3,7 до 13,2 (в среднем 7,6) тыс. т. Общий японский морской вылов в ИЭЗ России в 1993–2008 гг. составлял от 5,2 до 25,3 тыс. т. В 1990-е гг. отечественные рыбаки также освоили морской дрифтерный промысел лососей. С 1995 по 2015 г. российские дрифтера изымали от 2,0 до 4,3 (в среднем 3,1) тыс. т нерки. Общий российский морской вылов лососей в 1995–2008 гг. составлял от 4,8 до 11,6 тыс. т. Последние примерно десять лет до запрета в 2015 г. дрифтерного лова объем вылова лососей в российской ИЭЗ ежегодно составлял около 20 тыс. т [Казарновский, 1987; Вахрин, 2014; Шубкин, Бугаев, 2021; данные НПАФК].

После запрета дрифтерного лова в российской ИЭЗ Россия, следуя соглашениям от 1984 и 1985 гг.*, по-прежнему предоставляет Японии на возмездной основе право добычи в японской ИЭЗ около 2,0 тыс. т лососей российского происхождения, а также чуть более 0,1 тыс. т лососей в российской ИЭЗ (https://tass.ru/ekonomika/23353163).

Как было отмечено ранее [Кляшторин, Любушин, 2005; Шунтов, Темных, 2011; Макоедов, Макоедов, 2022а, б, 2023], данные об отечественном вылове не в полной мере отражают реальный промысловый пресс на стада тихоокеанских лососей российского происхождения. С учетом вышеизложенного можно заключить, что в 1910-х — начале 1940-х гг. японская промысловая нагрузка прежде всего на камчатские стада тихоокеанских лососей значительно превосходила отечественную. В разные годы такое превышение могло быть 2–4-кратным. Соответственно, параметры общих объемов вылова тихоокеанских лососей, воспроизводящихся на Камчатке, для 1930–1950-х и 2000–2020-х гг. оказываются вполне сопоставимыми. Взгляды на динамику численности камчатских стад лососей [Антонов, 2011; Бугаев и др., 2024; Бугаев, Тепнин, 2024] требуют корректировки.

И.И. Лагунов* отмечал, что в 1945 г. в оз. Курильское было пропущено 4,2 млн производителей при достаточном количестве для нормального заполнения нерестилищ 1,0 млн рыб. Таким образом, зафиксированный недолов только озерновской нерки тогда составил более 3 млн экз., или около 6,5 тыс. т. Вероятно, первые признаки уменьшения японской промысловой нагрузки на лососей российского происхождения, обусловленные началом Второй мировой войны, стали проявляться с 1940 г. и достигли максимальных значений в 1945–1951 гг.

Из соотношения показателей отечественного и японского рыболовства в предвоенный период следует, что расчетные значения возможных объемов вылова лососей российского происхождения при неизменной промысловой нагрузке в 1940–1951 гг. могли бы находиться преимущественно в интервале от 500 до 600 тыс. т и даже достигать 1000 тыс. т (рис. 4). Если принять во внимание повышение примерно на 25 % производительности дальневосточного рыболовства после начала Великой отечественной войны [Мандрик, 2000], все равно расчетные параметры возможного вылова остаются очень высокими, вполне сопоставимыми с показателями 2000–2020-х гг. Недолов в 1940-е гг. был сопоставим с учтенным выловом или кратно его превышал. Об этом же свидетельствуют рассказы дальневосточных старожилов — современников раннего послевоенного периода.

В таком случае нынешний уровень запасов тихоокеанских лососей российского происхождения не является чем-то сверхъестественным и его следует воспринимать как вполне закономерный этап долговременной динамики их численности.

* Лагунов И.И. О рыболовстве японцев…, 1946.

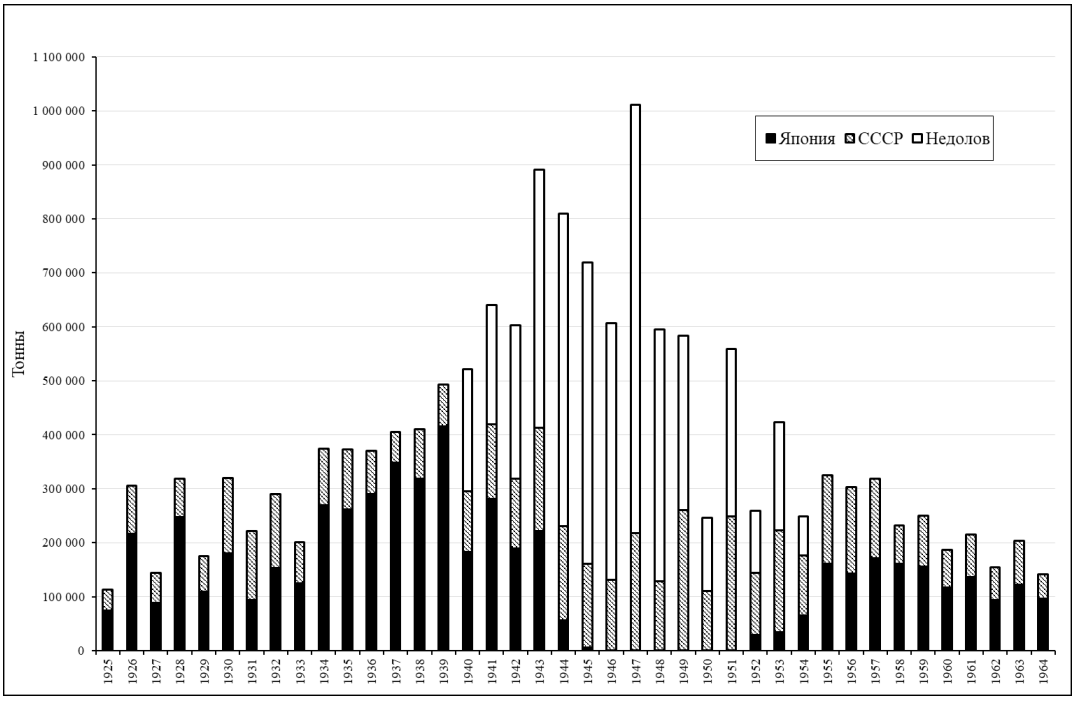


Рис. 4. Вылов лососей российского происхождения (+ недолов)
Fig. 4. Possible annual catch of pacific salmon of the Russian origin (catch + undercatch)

Изучение биологии лососей, путей их морских миграций и условий обитания в море. Японские ученые в 1935–1940 гг. провели широкомасштабные научно-промысловые исследования в Японском, Охотском и Беринговом морях с массовым мечением лососей*. Были выяснены пути нерестовых миграций нерки, кеты, горбуши и кижуча преимущественно российского происхождения (рис. 5–7). Полученные знания о мор-

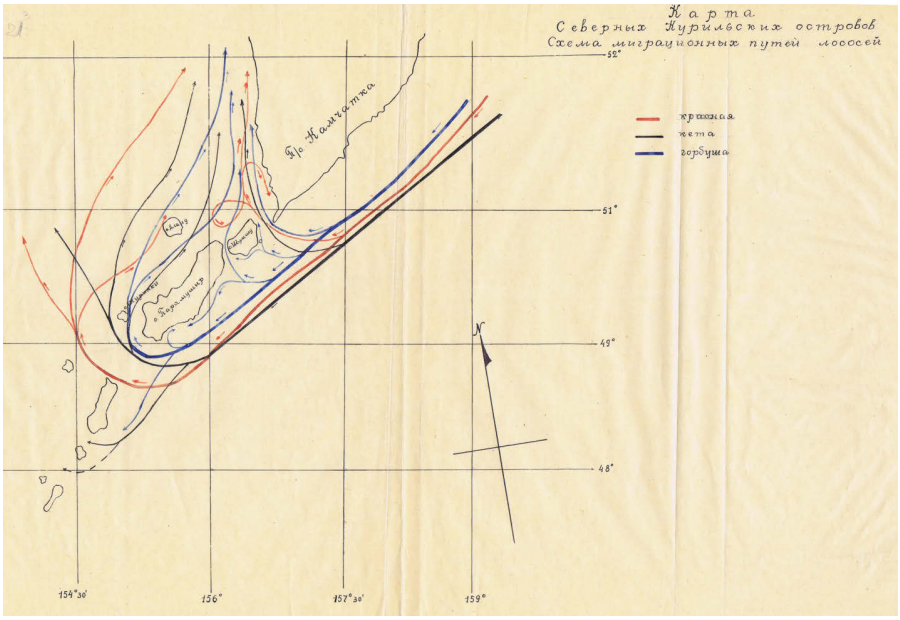


Рис. 5. Схема нерестовых миграций лососей*
Fig. 5. Scheme of pacific salmon spawning migrations (from Lagunov, 1946)

* Лагунов И.И. О рыболовстве японцев…, 1946.

ском периоде жизни лососей позволили японским промышленникам организовать широкомасштабный дрифтерный промысел в районе северных Курильских островов и возле берегов Камчатки [Лагунов, 1946*; Казарновский, 1987; Глубоковский и др., 2015].

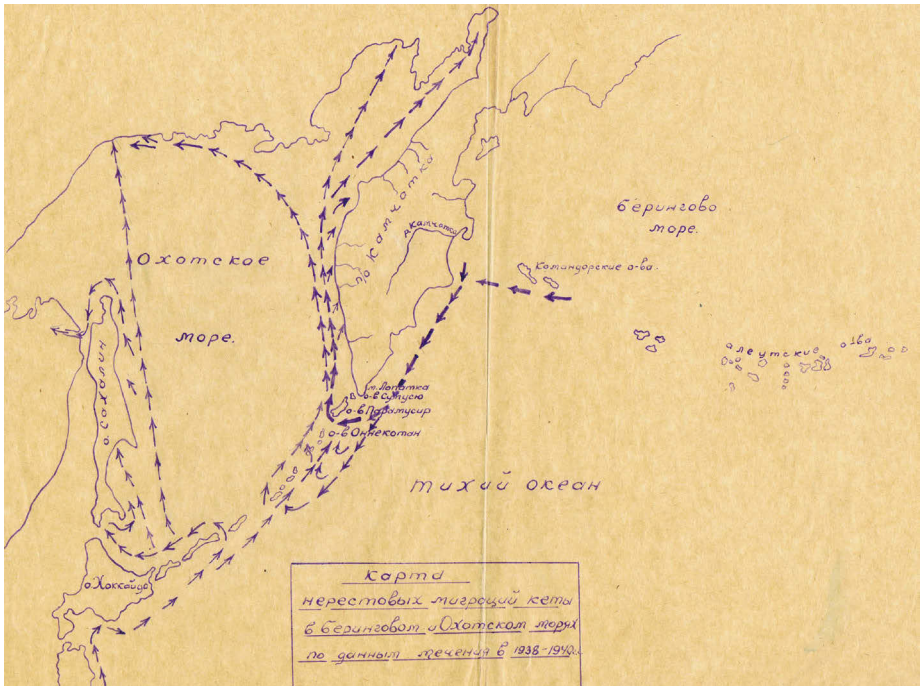


Рис. 6. Схема нерестовых миграций кеты*
Fig. 6. Scheme of chum salmon spawning migrations (from Lagunov, 1946)

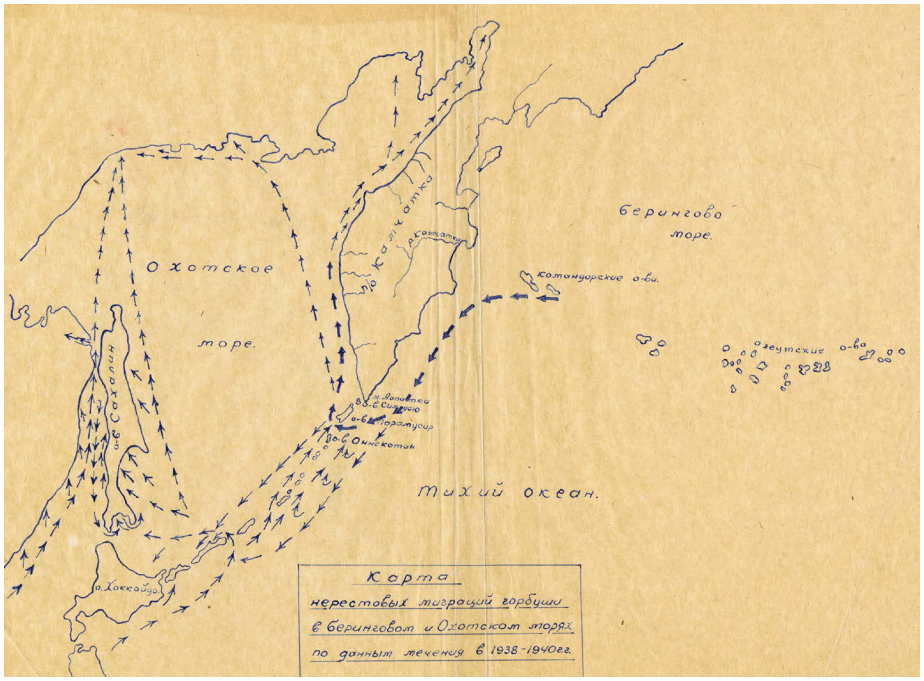


Рис. 7. Схема нерестовых миграций горбуши*
Fig. 7. Scheme of pink salmon spawning migrations (from Lagunov, 1946)

* Лагунов И.И. О рыболовстве японцев…, 1946.

Последующие исследования морского периода жизни и весенне-летних миграций азиатских стад тихоокеанских лососей [Kondo et al., 1965; Шунтов, 1994; Каев, 2001, 2002; Атлас…, 2002; Темных, 2004; Антонов и др., 2007; Байталюк и др., 2007; Шунтов, Темных, 2011] в определенной мере подтвердили обоснованность разработанных японцами миграционных схем.

Совершенствование технологий лососеводства, восприятие его результатов и значимости. В некоторых источниках проскальзывает мысль о том, что японцы вели хищнический промысел лососевых стад в том числе и российского происхождения. Такие оценки основаны на поступательном увеличении уловов, сведениях о сокрытии от учета части вылова японскими промышленниками и т.д. и т.п. [Мандрик, 2000; Иностранные концессии…, 2003; Антонов, 2011]. Вряд ли подобные суждения оправданы в полной мере.

Судя по трендам динамики численности [Макоедов, Макоедов, 2022а, б, 2023], усиление промыслового пресса (преимущественно со стороны японских рыбаков) в 1920–1930-е гг. совпало с ростом запасов тихоокеанских лососей российского происхождения. Возможности советского рыбного хозяйства того времени не позволяли в достаточной степени справиться с нахлынувшим изобилием рыбы. И при поступательном увеличении объемов добычи отечественные лососевые запасы оставались на очень высоком уровне.

Следует также отметить, что японские промышленники уделяли внимание сохранению запасов тихоокеанских лососей. Наиболее действенным способом в этом отношении считали искусственное разведение молоди. С этой целью была организована системная работа по строительству лососевых рыбоводных заводов.

Уже в то время сложилось устойчивое мнение, что хозяйственное освоение природных территорий, на которых расположены лососевые реки, а также нерегулируемый вылов производителей довольно быстро приводят к существенному сокращению рыбных запасов. Упрощенный подход к решению задачи по их восстановлению и управлению ими, основанный на багаже научных знаний второй половины XIX века, дал толчок развитию искусственного разведения лососевых рыб [Запорожец, Запорожец, 2011; Радченко, 2021; Макоедов, Макоедов, 2022в].

Опыты по инкубации икры кеты на о-вах Хонсю и Хоккайдо известны со второй половины 1870-х гг. В 1888 г. был построен первый японский лососевый рыбоводный завод (ЛРЗ). К середине 1890-х гг. в Японии существовало 28 ЛРЗ, в 1919 г. — 92 ЛРЗ. Разводили преимущественно кету и горбушу. Из-за прогрессирующей деградации природных нерестилищ естественный нерест постепенно был замещен искусственным разведением молоди [Kaeriyama, 1999; Nagata, Kaeriyama, 2004; Naish et al., 2007]. Несмотря на низкую эффективность первоначальных рыбоводных мероприятий, неуклонно увеличивали объемы закладки на инкубацию искусственно оплодотворенной икры и выпуска молоди. В зону искусственного разведения лососей попали южный Сахалин и Курильские острова, находившиеся до 1945 г. под юрисдикцией Японии.

Была организована целая сеть ЛРЗ на о. Сахалин* (в 1912 г. Сокольниковский; в 1923 г. Таранайский, Ясноморский; в 1924 г. Побединский, Буюкловский, Пугачевский, Березняковский; в 1925 г. Калининский; в 1928 г. Адо-Тымовский; в 1932 г. Охотский; в 1939 г. Анивский; в 1940 г. Соколовский, Лесной), на о. Итуруп (в 1919 г. Курильский; в 1927 г. Рейдовый), на о. Шумшу (1930-е гг. Беттобу).

В 1920-е гг. бытовало мнение, что вследствие нерегулируемого японского лова в российских прибрежных водах и истребления производителей в реках запасы лососей истощены и необходимо их искусственное разведение [Андрианов, 1924; Солдатов, 1924]. Под влиянием таких научных рекомендаций, сформированных в период низкой численности лососей российского происхождения [Макоедов, Макоедов, 2022а,

* Многие сахалинские ЛРЗ были реконструированы или построены вновь по японским проектам и с привлечением японского оборудования.

б, 2023], правительство включило в качестве одного из условий аренды рыболовных участков обязанность промышленников заниматься искусственным разведением молоди [Кузнецов, 1928; Запорожец, Запорожец, 2011]. Как показала практика, никакого более-менее заметного влияния на промысловую численность отечественных лососевых стад рыбоводные мероприятия тогда не оказали.

Несмотря на довольно неоднозначные результаты рыбоводных мероприятий [Запорожец, Запорожец, 2011; Коцюк, 2020; Радченко, 2021; Макоедов, Макоедов, 2022в], до сих пор сильна надежда, что именно лососеводство позволит преодолеть рыбохозяйственные изъяны, обусловленные природой тихоокеанских лососей (значительные изменения численности, непродолжительный период лова и т.д.) и недочетами при организации их промысла. По-видимому, определяющее влияние на лососевое хозяйство нашей страны в плане искусственного разведения также оказали японцы, оставившие после своего ухода с Сахалина и Курильских островов сеть ЛРЗ, которые постарались задействовать, чтобы не прослыть нерадивыми хозяйственниками.

Судя по объемам вылова в японских водах, на протяжении как минимум первых примерно 60 лет XX века рыбоводные мероприятия не приносили заметной практической пользы лососевому хозяйству Японии (рис. 8). Основу японского промысла в тот период, как было отмечено выше, составляли дикие стада лососей, воспроизводящиеся преимущественно в российских водах.

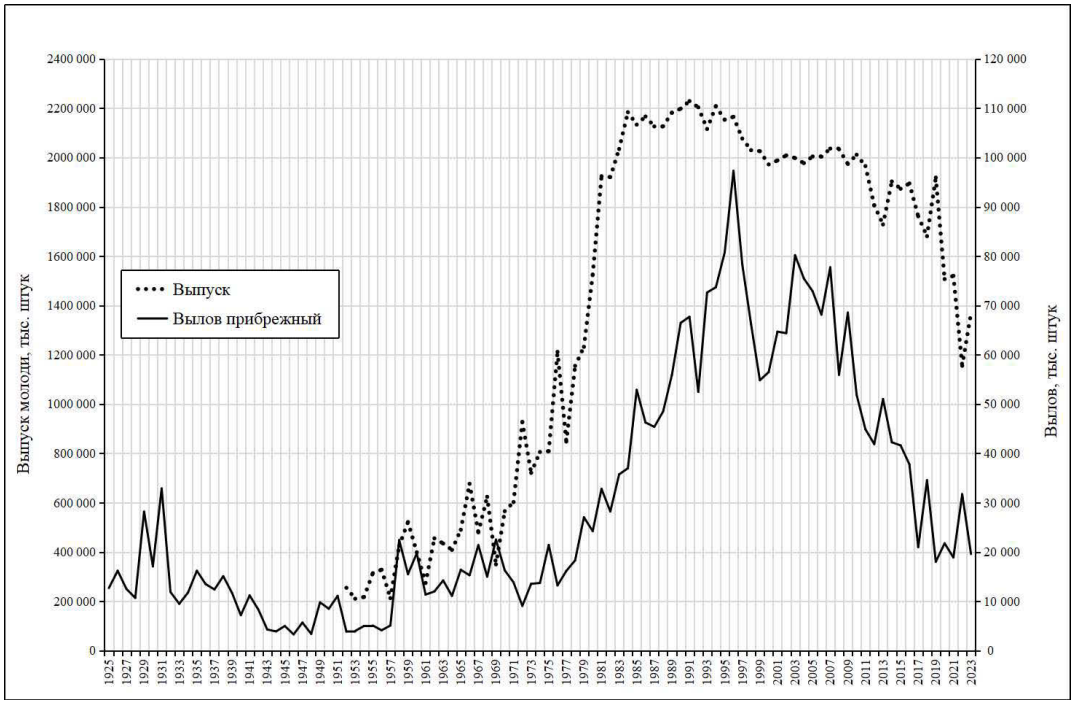


Рис. 8. Выпуск молоди и вылов лососей у побережий о-вов Хоккайдо и Хонсю

Fig. 8. Dynamics of the juveniles release and catch of salmon on the coasts of Hokkaido and Honshu

Технологический прогресс рыбоводства в 1950–1960-е гг. позволил существенно повысить выживаемость лососей на ранних стадиях онтогенеза, увеличить промысловые возвраты и улучшить экономические показатели деятельности ЛРЗ [Запорожец, Запорожец, 2011]. Высокие значения промысловых возвратов и продление сроков промысла были обозначены для искусственно разводимой на охотоморском побережье Хоккайдо горбуши [Hiroi, 1998; Kaeriyama, 1999; Saito et al., 2016]. Однако более тщательное изучение ситуации показало неэффективность рыбоводных мероприятий применительно к горбуше [Morita et al., 2006a, b; Радченко, 2021].

В уловах Японии с начала 1970-х гг. подавляющую долю устойчиво составляла кета (рис. 9). До начала 1980-х гг. это в значительной мере обусловливали морские дрифтерные уловы рыб российского происхождения. Затем основу японского вылова стала формировать искусственно разводимая кета. Среднегодовые объемы добычи этого вида в 1985–2013 гг. находились на уровне около 184 тыс. т, а максимальные значения достигали 266 тыс. т. Расчетный коэффициент возврата доходил почти до 7 % [Kitada, 2014]. Однако во втором десятилетии нынешнего века выживаемость искусственно разводимой кеты, а соответственно и ее уловы, резко пошли на спад. В 2023 г. японские рыбаки выловили 58,7 тыс. т кеты, в 2024 г. — 46,6 тыс. т.

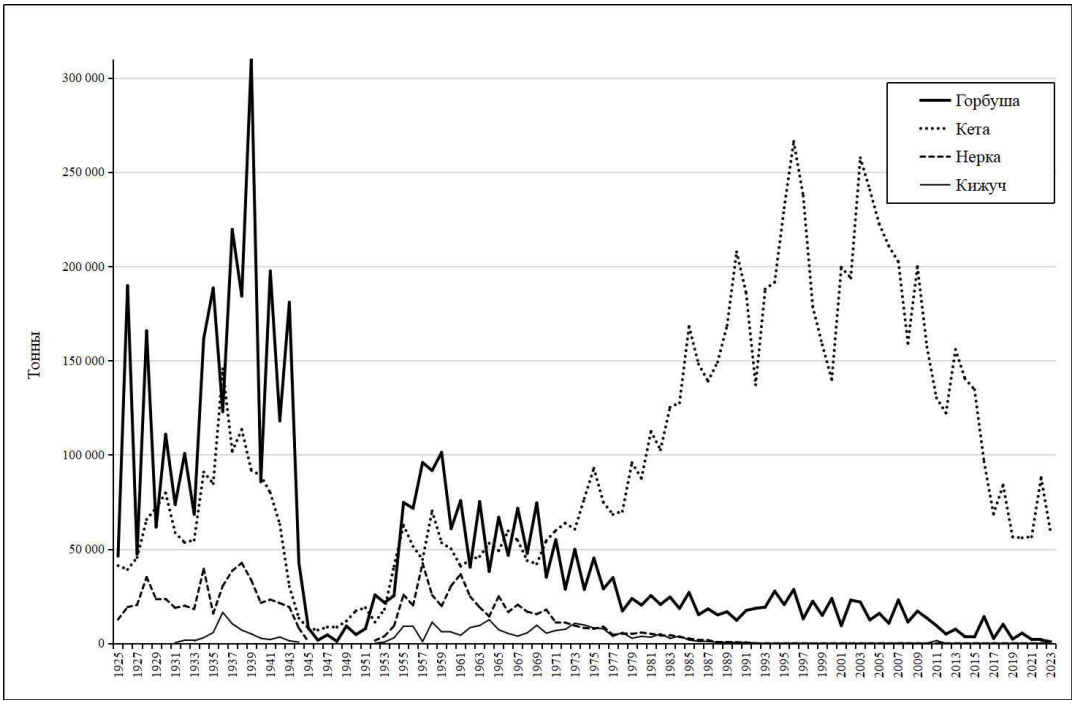


Рис. 9. Японский вылов тихоокеанских лососей
Fig. 9. Annual catch of pacific salmon by Japan

Современные объемы добычи кеты в 3–4 раза ниже, чем показатели 1990–2000-х гг. Коэффициент возврата сократился примерно до 1 %, т.е. приблизился к показателям естественного воспроизводства. Отмечено прогрессирующее старение рыбоводной кеты о. Хоккайдо, выразившееся в увеличении доли рыб старших возрастных классов в промысловых возвратах [Радченко, 2021]. Более того, установлено, что даже в годы максимального развития искусственного разведения кеты вклад диких особей в воспроизводство японской кеты составлял около 10 % [Колпаков, Кульбачный, 2023].

По-видимому, в Японии назревает переосмысление возможностей искусственного разведения тихоокеанских лососей. Во всяком случае количественные показатели выпуска заводской молоди (см. рис. 8) в начале 2020-х гг. сокращены почти в два раза по сравнению с 1980–1990-ми гг.

Высокие оценки эффективности японского лососеводства в 1980–1990-е гг. оказали значительное влияние на формирование позитивного восприятия рыбоводных мероприятий в нашей стране. Возникновение в конце 1980-х — начале 2000-х гг. ЛРЗ, расположенных на Камчатке и в Магаданской области, в той или иной мере также обусловлено японским участием. На рубеже минувшего и нынешнего веков предпосылки для строительства камчатских лососевых заводов были однотипными. Рыбопромышленные предприятия запрашивали у федерального органа исполнительной власти в

области рыболовства лимит на добычу нерки (5–6 тыс. т), а в качестве компенсации брали на себя обязательство построить рыбоводный завод.

Если учесть, что рыночная стоимость нерки была не менее 5 американских долларов за килограмм, то стоимость одного завода фактически обходилась государству в 25–30 млн долларов. При этом реальные затраты на строительство ЛРЗ не превышали 5 млн долларов.

С учетом современного состояния запасов камчатских стад лососей и оценок эффективности работы здешних лососевых заводов [Запорожец, Запорожец, 2011] вся эта история напоминает ситуацию, когда отдельные чудаки, чтобы стать красивее, ставили себе золотые коронки на совершенно здоровые зубы. Судя по некоторым проявлениям, подобное желание до сих пор будоражит умы и подталкивает управленцев к опрометчивым действиям.

Биологическое обоснование рыбоводных мероприятий обычно разрабатывают применительно к условиям каждого конкретного водоема с учетом различных критериев. Основной предпосылкой для начала искусственного разведения молоди прежде всего выступает значительное ухудшении ситуации на природных нерестилищах, сопровождаемое существенным сокращением возможностей для естественного нереста производителей. Недавняя смена столетий совпала с началом очередного периода высокой численности тихоокеанских лососей российского происхождения, который, по-видимому, продлится до середины 2030-х гг. [Макоедов, Макоедов, 2022а, б, 2023]. В таких условиях стремление реанимировать не оправдавшую себя практику начала прошлого века и вновь обозначать в качестве одного из обязательных условий пользования лососевыми рыболовными участками необходимость проведения рыбоводных мероприятий выглядит как минимум архаично. Особенно с учетом перечня работ, предваряющих лососеводство, их предполагаемой стоимости и не слишком обнадеживающих экономических перспектив [Коцюк, 2020, 2024].

В целом, когда речь заходит об искусственном разведении тихоокеанских лососей, особенно с учетом массовой практики игнорирования научно обоснованных требований к его проведению [Гринберг, 2021], сложно понять, что мотивирует приверженцев лососеводства в действительности: искреннее недопонимание всех последствий подобной «помощи» природе, основанное на недостатке профессиональных знаний, или стремление к прибыли любой ценой с хорошо организованным преднамеренным искажением действительной эффективности искусственного разведения тихоокеанских лососей и его влияния на природные экосистемы. Хочется надеяться, что природа очередной раз окажется победителем и лососям удастся выстоять.

Заключение

История российско-японских рыболовных отношений на Дальнем Востоке отражает сложное переплетение экономических интересов, технологического прогресса и геополитической конкуренции. С середины XIX века Япония, обладая более развитыми технологиями и финансовыми ресурсами, стала ключевым игроком в освоении лососевых ресурсов региона. Санкт-Петербургский (1875) и Портсмутский (1905) договоры закрепили ее права на промысел в российских водах, что привело к масштабной эксплуатации биоресурсов при слабом участии России.

Наиболее выраженное рыбохозяйственное влияние Япония оказывала на лососевое хозяйство Дальнего Востока России, которое проявилось прежде всего в развитии способов добычи и технологий переработки уловов; распределении промысловой нагрузки на тихоокеанских лососей российского происхождения; изучении биологии лососей, путей их морских миграций и условий обитания в море; совершенствовании технологий лососеводства, восприятии его результатов и значимости.

Советский период ознаменовался более действенными мерами по переводу управления отечественными водными биоресурсами под контроль государства. Кон-

цессии 1920–1940-х гг., предоставленные Японии, позволили привлечь иностранные инвестиции и технологии, но одновременно усилили зависимость от японского капитала. Внедрение ставных неводов, дрифтерного лова кардинально изменило подходы к промыслу, значительно повысив его эффективность.

Благодаря действиям российской стороны отечественные работники постепенно перенимали японский рыболовный опыт, приобретали необходимые профессиональные навыки и в полной мере осваивали наиболее эффективные способы добычи рыбы. Это касается не только берегового, но и морского промысла тихоокеанских лососей.

Однако японское влияние оставалось главенствующим вплоть до середины XX века, когда геополитические изменения после Второй мировой войны и укрепление советского контроля над рыбным хозяйством начали менять баланс сил.

Япония оказала существенное влияние на развитие технологий переработки дальневосточных лососей. По-видимому, не будет преувеличением считать, что решение проблемы с обеспечением рыбопереработки солью и последующее внедрение консервных производств дало новый импульс отечественному развитию лососевого хозяйства Дальнего Востока России.

Япония длительное время играла ведущую роль в освоении запасов азиатских стад лососей. В 1925–1944 гг. средняя доля рыб неяпонского происхождения в японском лососевом промысле составляла 86 %, а в 1953–1973 гг. — 80 %. Преобладающая часть рыб неяпонского происхождения принадлежала российским стадам. Средняя доля рыб российского происхождения в лососевом промысле Японии в 1906–1943 гг. составляла 67 %, в 1944–1953 гг. — 8, в 1954–1980 гг. — 54, в 1981–1990 гг. — 19, в 1991–2005 г. — 6, в 2006–2024 гг. — около 2–3 %.

Промысловую нагрузку на тихоокеанских лососей российского происхождения в исторической ретроспективе формировали следующие составляющие: отечественный вылов, японский вылов ставными неводами возле российского побережья, японский морской дрифтерный лов. Соотношение этих компонентов изменялось в различные отрезки времени.

До первой половины 1940-х гг. основные объемы добычи лососей российского происхождения определял японский прибрежный промысел.

Из соотношения показателей отечественного и японского рыболовства в предвоенный период следует, что расчетные возможные объемы вылова лососей российского происхождения при неизменной промысловой нагрузке в 1940–1951 гг. могли бы находиться преимущественно в интервале от 500 до 600 тыс. т и даже достигать 1000 тыс. т. Следовательно, современный уровень запасов тихоокеанских лососей российского происхождения не является чем-то сверхъестественным, и его следует воспринимать как вполне закономерное проявление долговременной динамики их численности.

В 1950–1970-е гг. большое развитие получил дрифтерный промысел. Морской японский вылов лососей, составлявший в 1952–1977 гг. в среднем 103,5 тыс. т, превышал береговой отечественный. Влияние японского дрифтерного промысла продолжалось до 2015 г. После запрета дрифтерного лова в российской исключительной экономической зоне Россия, как и прежде, предоставляет Японии на возмездной основе право добычи в японской ИЭЗ около 2,0 тыс. т лососей российского происхождения, а также чуть более 0,1 тыс. т лососей в российской ИЭЗ.

Еще в предвоенные годы японскими учеными были проведены масштабные исследования морского периода жизни тихоокеанских лососей, заложившие основу для понимания особенностей миграций и управления их запасами. Полученные результаты стали отправной точкой для советской и российской науки.

Японские промышленники большое внимание уделяли сохранению запасов тихоокеанских лососей. Наиболее действенным способом в этом отношении считали искусственное разведение молоди. Несмотря на низкую эффективность рыбоводных мероприятий, неуклонно наращивали объемы закладки на инкубацию искусственно оплодотворенной икры и выпуска молоди. Была организована системная работа по строительству ЛРЗ на о-вах Сахалин, Итуруп и Шумшу.

Высокие оценки эффективности японского лососеводства в 1980–1990-е гг. оказали значительное влияние на формирование позитивного восприятия рыбоводных мероприятий в нашей стране. Возникновение в конце 1980-х — начале 2000-х гг. ЛРЗ, расположенных на Камчатке и в Магаданской области, в той или иной мере также обусловлено японским участием.

Во втором десятилетии нынешнего века возвраты искусственно разводимой японской кеты, а соответственно и уловы, резко пошли на спад. Современные объемы добычи кеты в 3–4 раза ниже, чем показатели 1990–2000-х гг. Коэффициент возврата сократился примерно до 1 %, т.е. приблизился к показателям естественного воспроизводства. Также отмечено прогрессирующее старение рыбоводной кеты о. Хоккайдо. Количественные показатели выпуска заводской молоди в начале 2020-х гг. сокращены почти в два раза по сравнению с 1980–1990-ми гг.

Лососеводство, изначально стимулированное японскими практиками, заключает в себе очевидные противоречия. Несмотря на масштабные инвестиции, эффективность искусственного разведения остается спорной, а естественная динамика численности лососей по-прежнему играет основополагающую роль.

По-видимому, в самой Японии назревает переосмысление восприятия значимости искусственного разведения тихоокеанских лососей. Может быть, такое переосмысление начнется и в нашей стране, не обремененной, в отличие от Японии, высокопроизводительными мощностями по созданию рыбоводного оборудования.

Современный этап характеризуется усилением суверенитета России над своими водными биоресурсами. Запрет дрифтерного промысла стал одним из проявлений политики, направленной на минимизацию внешней зависимости. При этом продолжается сотрудничество с Японией в формате научного обмена и ограниченных квот, что подчеркивает взаимную заинтересованность в устойчивом и долгосрочном использовании тихоокеанских лососей.

Перспективы лососевого хозяйства Дальнего Востока России зависят от баланса между охраной популяций тихоокеанских лососей, экономической эффективностью, а также тесным международным взаимодействием. Опыт прошлого показывает, что технологии и инвестиции — важные инструменты развития. Для обеспечения долгосрочного и устойчивого сохранения запасов тихоокеанских лососей на максимально высоком для конкретного периода численности уровне будущие исследования должны фокусироваться на глубоком осмыслении исторических уроков, расширении знаний о популяционной биологии этих ценнейших промысловых объектов и совершенствовании механизмов рационального управлению их запасами.

Российско-японские взаимоотношения в сфере рыболовства стали важным фактором в освоении Дальнего Востока России, не только сформировали инфраструктуру и технологии, но и позволили получить ценнейший опыт для ответственной ресурсной политики в XXI веке.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают глубокую признательность рецензентам. Их конструктивные замечания в значительной мере способствовали повышению качества данной статьи.

The authors are deeply grateful to anonymous reviewers, whose constructive comments have contributed greatly to improvement of the article.

Финансирование работы (FUNDING)

Публикация подготовлена в рамках реализации ГЗ ЮНЦ РАН, № ГР проекта 122020100328-1.

The article is prepared as implementation of the State Order to the Southern Scientific Center of Russian Ac. Sci., Project № GR 122020100328-1.

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 литературы

Агапов И.Д. Рыбы и рыбный промысел Анадырского лимана // Рыбы и рыбный промысел в низовьях рек Енисея, в реке Хатанге и в Анадырском лимане : Тр. Науч. исслед. ин-та полярн. землед. и пром. хоз-ва. — 1941. — Вып. 16. — С. 73–113.

Алексин М.С. Современное положение рыбной промышленности на Дальнем Востоке и ее ближайшие перспективы // Рыбные и пушные богатства Дальнего Востока. — Хабаровск, 1925. — С. 3–109.

Анадырский край. Рукопись жителя села Марково Г. Дьячкова с предисловием Ф.Ф. Буссе : Зап. о-ва изуч. Амур. края. — Владивосток, 1893. — 158 с. https://kp.rusneb.ru/item/material/anadyrskiy-kray.

Андрианов Ф. Рыбное хозяйство Дальнего Востока // Бюл. рыб. хоз-ва. — 1924. — № 6–7. — С. 2–5.

Антонов А.А., Ковтун М.В., Полтев Ю.Н., Бадаев О.З. Результаты мониторинга преднерестовой миграции тихоокеанских лососей в прикурильских водах Тихого океана летом 2007 г. // Бюл. № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2007. — С. 128–133.

Антонов Н.П. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел : моногр. — М. : ВНИРО, 2011. — 244 с.

Атлас распространения в море различных стад тихоокеанских лососей в период весенне-летнего нагула и преднерестовых миграций / под ред. О.Ф. Гриценко. — М. : ВНИРО, 2002. — 190 с.

Байталюк А.А., Заволокин А.В., Заволокина Е.А. Лососи в составе нектонного сообщества северо-западной части Тихого океана в июне-июле 2007 г. // Бюл. № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2007. — С. 134–138.

Бугаев А.В., Зикунова О.В., Тепнин О.Б. и др. Основные принципы формирования и интерпретация оправдываемости промысловых прогнозов тихоокеанских лососей Камчатского края в современный период (аналитический обзор 2010–2020-х гг.) // Изв. ТИНРО. — 2024. — Т. 204, вып. 4. — С. 964–1002. DOI: 10.26428/1606-9919-2024-204-964-1002. EDN: UWVHLB.

Бугаев А.В., Тепнин О.Б. Климат и тихоокеанские лососи : моногр. — Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2024. — 280 с.

Бугаев В.Ф. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности) : моногр. — М. : Колос, 1995. — 464 с.

Вахрин С.И. Хроника неоконченной войны. Дрифтерному промыслу — НЕТ! — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2014. — 192 с.

Ведищева Е.В. Особенности биологии и возможности промыслового использования лососей рода *Oncorhynchus* северных Курильских островов : дис. … канд. биол. наук. — М., 2004. — 187 с.

Гантимуров И.П. Защита экономических интересов России в области морского рыболовства на Дальнем Востоке (1821–1944 гг.) // Вестн. ДВО РАН. — 2011. — № 1. — С. 13–21.

Глубоковский М.К., Лепская В.А., Ведищева Е.В., Кловач Н.В. Промысел тихоокеанских лососей в водах северных Курильских островов: история, современное состояние, перспективы // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 158. — С. 75–88.

Гринберг Е.В. Сто типичных ошибок и нарушений биотехники искусственного разведения тихоокеанских лососей // Рыб. хоз-во. — 2021. — № 5. — С. 80–88. DOI: 10.37663/0131-6184-2021-5-80-88.

Запорожец Г.В., Запорожец О.М. Лососевые рыбоводные заводы Дальнего Востока в экосистемах северной Пацифики : моногр. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2011. — 268 с.

Зиланов В.К. Сталинские рыбные наркомы. Полина Жемчужина. Александр Ишков : моногр. — М. : Родина, 2025. — 208 с.

Ильина В.А. Японский промышленный лов на Камчатке в 1907–1928 гг. // Вестн. Томск. ГУ. — 2007. — № 303. — С. 77–79.

Иностранные концессии в отечественном рыбном хозяйстве (1920–1930-е гг.): документы и материалы / под ред. М.М. Загорулько, А.Х. Абашидзе. — М. : Современная экономика и право, 2003. — 391 с.

Каев А.М. Временная структура миграционного потока горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в Охотском море // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. — С. 904–920.

Каев А.М. О миграционном потоке горбуши в Охотском море // Рыб. хоз-во. — 2001. — № 5. — С. 33–35.

Казарновский М.Я. Японский промысел лососей в северо-западной части Тихого океана. — М. : ВНИРО, 1987. — 50 с.

Кляшторин Л.Б., Любушин А.А. Циклические изменения климата и рыбопродуктивности : моногр. — М. : ВНИРО, 2005. — 235 с.

Колпаков Н.В., Кульбачный С.Е. Наблюдения за естественным и искусственным воспроизводством кеты на островах Хонсю и Хоккайдо (Япония) // Тр. СахНИРО. — 2023. — Т. 19-1. — С. 303–328.

Коротаев Ю.А., Макоедов А.Н., Коротаева О.Б. Популяционная биология и промысловое значение анадырской кеты : моногр. — М. : Вопросы рыболовства, 2002. — 147 с.

Коцюк Д.В. Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне р. Амур: история, современное состояние, перспективы // Изв. ТИНРО. — 2020. — Т. 200, вып. 3. — С. 530–550. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-530-550.

Коцюк Д.В. О повышении эффективности государственного регулирования рыбного хозяйства Хабаровского края с применением проектного управления // Вопр. рыб-ва. — 2024. —Т. 25, № 4. — С. 137–158. DOI: 10.36038/0234-2774-2024-25-4-137-158.

Кошкарева С.Г. Концессионная деятельность японских рыбопромышленников на Камчатке в 1907–1945 гг. // Вестн. КРАУНЦ. Гуманитарные науки. — 2015. — № 2(26). — С. 8–13.

Кошкарева С.Г. Советская концессионная политика на Дальнем Востоке страны (1920–1930-е гг.) // Вестн. КРАУНЦ. Гуманитарные науки. — 2012. — № 1(19). — С. 15–23.

Кошкарева С.Г. Советская концессионная политика на Северо-Востоке страны в 1920–1945 гг. : автореф. дис. … канд. истор. наук. — Петропавловск-Камчатский, 2007а. — 26 с.

Кошкарева С.Г. Содержание и специфика советской концессионной политики на Дальнем Востоке в 1920–1930-е гг. // Власть и управление на Востоке России. — 2007б. — № 3. — С. 154–160.

Кошкарева С.Г. Японская рыбная промышленность на Северо-Востоке Советского государства (1922–1927 гг.) // Социально-этнические процессы в микро- и макроистории : сб. мат-лов 5-й ежегод. науч.-теорет. конф. «Человек в истории». — Петропавловск-Камчатский : КамГУ им. Витуса Беринга, 2006. — С. 271–281.

Кошкарева С.Г., Спиридонов С.С. Русско-японские отношения на Камчатке в 1907–1923 гг.: к постановке проблемы исследования // Вестн. КРАУНЦ. Гуманитарные науки. — 2018. — № 1(31). — С. 14–18.

Крашенинников С.П. Описание земли Камчатки : моногр. Т. 1. — СПб. : Императорская академия наук, 1755. — 438 с.; Т. 2. — 319 с.

Крюков Н.А. Некоторые данные о положении рыболовства в Приамурском крае : Зап. приамур. отд. импер. рус. геогр. о-ва. Отдельный оттиск. — СПб., 1894. — 87 с.

Кузнецов И.И. Рыбоводные заводы на о. Сахалине и Камчатке и перспективы их деятельности // Бюл. рыб. хоз-ва. — 1928. — № 9. — С. 15–17.

Куклина А.С. Японский дрифтерный промысел на Дальнем Востоке и российско-японские отношения в сфере рыболовства // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Серия: История. — 2017. — Т. 19. — С. 101–113.

Куманцов М.И. Из истории развития рыболовства на Чукотке (конец XIX в. — 30-е годы XX в.) // Чукотка: природа и человек. — Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 1998. — С. 65–75.

Курмазов А.А. Обмены визитами министров рыболовства СССР и Японии и взгляд на современные рыболовные российско-японские отношения из 2023 года // Рыб. хоз-во. — 2023. — № 3. — С. 4–13. DOI: 10.37663/0131-6184-2023-3-4-13.

Курмазов А.А. Российско-японские рыболовные отношения в конце XIX — начале XX в. // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 142. — С. 391–402.

Куцобина Н.К. Рыбное хозяйство Японии : моногр. — М. : Наука, 1979. — 260 с.

Лагунов И.И. Состояние запасов дальневосточных лососей и меры по их восстановлению // Тр. ВНИРО. — 1975. — Т. 106. — С. 7–13.

Лепская В.А., Ведищева Е.В., Абрамов А.А. Тихоокеанские лососи в водах северных Курильских островов : моногр. — М. : ВНИРО, 2011. — 93 с.

Макоедов А.Н., Антонов Н.П., Куманцов М.И., Погодаев Е.Г. Теория и практика лососевого хозяйства на Дальнем Востоке // Вопр. рыб-ва. — 2006. — Т. 7, № 1. — С. 6–21.

Макоедов А.Н., Кожемяко О.Н. Основы рыбохозяйственной политики России : моногр. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2007. — 480 с.

Макоедов А.Н., Макоедов А.А. Динамика численности тихоокеанских лососей (Oncorhynchus, Salmonidae) российского происхождения и перспективы их добычи // Вестн. КамчатГТУ. — 2022а. — № 60. — С. 84–97. DOI: 10.17217/2079-0333-2022-60-84-97.

Макоедов А.Н., Макоедов А.А. Тихоокеанские лососи: состояние запасов и перспективы промысла // Изв. ТИНРО. — 2022б. — Т. 202, вып. 2. — С. 255–267. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-255-267.

Макоедов А.Н., Макоедов А.А. Искусственное воспроизводство и состояние запасов тихоокеанских лососей // Изв. ТИНРО. — 2022в. — Т. 202, вып. 3. — С. 661–678. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-661-678.

Макоедов А.Н., Макоедов А.А. Тихоокеанские лососи российского происхождения: на какие уловы рассчитывать? // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 1. — С. 46–57. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-46-57. EDN: QHAYVT.

Макоедов А.Н., Мясников В.Г., Куманцов М.И. и др. Биоресурсы внутренних водоемов Чукотки и прилегающих вод Берингова моря : моногр. — М. : Экономика и информатика, 1999. — 219 с.

Мандрик А.Т. История рыбной промышленности российского Дальнего Востока (50-е годы XVII в. — 20-е годы XX в.) : моногр. — Владивосток : Дальнаука, 1994. — 192 с.

Мандрик А.Т. История рыбной промышленности российского Дальнего Востока (50-е годы XVII — 30-е годы XX в.) : дис. … д-ра истор. наук. — Владивосток, 1998. — 458 с.

Мандрик А.Т. История рыбной промышленности российского Дальнего Востока, 1927–1940 гг. : моногр. — Владивосток : Дальнаука, 2000. — 158 с.

Мандрик А.Т. Подавляющее превосходство японского капитала в рыболовстве Дальнего Востока России (1923–1926 гг.) // Россия и АТР. — 2022. — № 1. — С. 119–130. DOI: 10.24412/1026-8804-2022-1-119-130.

Мандрик А.Т. Роль японского капитала в развитии рыболовства на Дальнем Востоке России в 20–30-е годы XX в. // Вглядываясь в прошлое. Дальневосточное общество в 1917–40-е годы XX в. — Владивосток : ДВО РАН, 2002. — С. 142–146.

Марьясова Н.В. Иностранный капитал на Дальнем Востоке России в 20–30-е гг. (концессии и концессионная политика Советского государства) : моногр. — Владивосток, 2000. — 168 с.

Нагорнов А.А., Коваленко М.Н., Адамов А.А. Современное состояние ставного неводного лова тихоокеанских лососей на Камчатке // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тих. океана. — 2016. — № 40. — С. 32–41. DOI: 10.15853/2072-8212.2016.40.32-41.

Нагорнов А.А., Коваленко М.Н., Адамов А.А., Сошин А.В. Результаты использования различных орудий лова на промысле тихоокеанских лососей в Камчатском крае в 2017 г. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тих. океана. — 2018. — № 49. — С. 85–99. DOI: 10.15853/2072-8212.2018.49.85-99.

Отчет дипломатического агента НКИД в Петропавловске-на-Камчатке за 1944 г. // Вопросы истории рыбной промышленности Камчатки. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2001. — Вып. 4. http://www.npacific.ru/np/library/publikacii/questhist/ist-3.htm.

Пестушко Ю. «… Вести дела в согласии с законом»: к истории рыболовства в системе русско-японских отношений (1907–1914 гг.) // Проблемы Дальнего Востока. — 2010. — № 6. — С. 146–162.

Потапова Н.В. Рыбный промысел на Сахалине в 1855–1904 гг.: деятельность японских и российских предпринимателей // Науч. тр. Дальрыбвтуза. — 2023. — Т. 64, № 2. — С. 14–29. DOI: 10.48612/dalrybvtuz/2023-64-02.

Прозоров А.А. Экономический обзор Охотско-Камчатского края. — СПб. : Тип. Сиб. Т-ва Печ. и Изд. дела «Трудъ», 1902. — 388 с. https://viewer.rusneb.ru/ru/002843_000083_194?page=4&rotate=0&theme=white.

Радченко В.И. Состояние запасов и промысла горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *O. keta* (Salmonidae, Salmoniformes) в районах их массового искусственного воспроизводства // Вопр. рыб-ва. — 2021. — Т. 22, № 4. — С. 140–181. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-140-181.

Рыбацкая летопись Сахалина и Курил / К.Е. Гапоненко, авт.-сост. — Южно-Сахалинск : Сахалинская обл. типография, 2011. — 490 с.

Рыбные промыслы Дальнего Востока в 1912 году : отчет заведующего рыбными промыслами П.А. Пушкова по материалам Приамурского управления государственных имуществ под редакцией помощника управляющего Б.А. Гейнемана : Материалы по изучению Приамурского края. — Хабаровск : Тип. канц. приамур. генерал-губернатора, 1913. — Вып. 14. — 189 с.

Рыбы Курильских островов / под ред. О.Ф. Гриценко. — М. : ВНИРО, 2012. — 384 с.

Сокольников П.П. Река Анадырь, ее рыбы и рыболовство // Русское судоходство. — 1911. — № 1. — С. 88–113.

Солдатов В.К. Нужно ли искусственное разведение тихоокеанских лососей // Бюл. рыб. хоз-ва. — 1924. — № 4–5. — С. 19–21.

Судзуки А. Японо-российские и японо-советские отношения в области рыболовства в период до Второй мировой войны // Вопросы истории рыбной промышленности Камчатки. — Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ, 2001. — Вып. 4. http://www.npacific.ru/np/library/publikacii/questhist/ist-2.htm

Темных О.С. Азиатская горбуша в морской период жизни: биология, пространственная дифференциация, место и роль в пелагических сообществах : дис. … д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-Центр, 2004. — 465 с.

Трагедия камчатского берега / автор-составитель С.И. Вахрин. — СПб. : Свое издательство, 2017. — 496 с.

Шубкин С.В., Бугаев А.В. Динамика запасов нерки *Oncorhynchus nerka* северо-восточной Камчатки в XX и начале XXI века // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тих. океана. — 2021. — № 62. — С. 5–25. DOI: 10.15853/2072-8212.2021.62.5-25.

Шунтов В.П. Новые данные о морском периоде жизни азиатской горбуши // Изв. ТИНРО. — 1994. — Т. 116. — С. 3–41.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — Т. 2. — 473 с.

Экономические отношения СССР с зарубежными странами. 1917–1967 : справочник / под ред. А.П. Зацаринского. — М. : Международные отношения, 1967. — 302 с. https://archive.org/details/ekonomicheskie_otnosheniya_sssr_s_zarubezhnymi_stranami_1917-1967/mode/2up.

Hiroi O. Historical trends of salmon fisheries and stock conditions in Japan // NPAFC Bull. — 1998. — № 1. — P. 23–27.

Kaeriyama M. Hatchery programmes and stock management of salmonid populations in Japan / eds B.R. Howell, E. Moksness, T. Svasand // Stock enhancement and sea ranching. — Oxford, UK : Blackwell Scientific Publications, 1999. — P. 153–167.

Kimie H. Japanese-Soviet / Russian relations since 1945: a difficult peace. — L. ; N.Y. : Routledge, 1998. — 279 p.

Kitada S. Japanese chum salmon stock enhancement: current perspective and future challenges // Fish. Sci. — 2014. — Vol. 80. — P. 237–249. DOI: 10.1007/s12562-013-0692-8.

Kondo H., Hirano Y., Nakayama V., Miyake M. Offshore distribution and migration of pacific salmon (genus Oncorhynchus) based on tagging studies (1958–1961) : Intern. North Pacif. Fish. Comiss. Bull. — 1965. — № 17. — 213 p.

Morita K., Morita S.H., Fukuwaka M. Population dynamics of Japanese pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*): are recent increases explained by hatchery programs or climatic variations? // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 2006a. — Vol. 63, № 1. — P. 55–62.

Morita K., Saito T., Miyakoshi Y. et al. A review of Pacific salmon hatchery programmes on Hokkaido Island, Japan // ICES J. Mar. Sci. — 2006b. — Vol. 63, Iss. 7. — P. 1353–1363. DOI: 10.1016/j.icesjms.2006.03.024.

Nagata M., Kaeriyama M. Chapter 9. Salmonid status and conservation in Japan // Proceedings from the World Summit on Salmon / edited by Gallaugher P. and Wood L. — Vancouver, 2004. — P. 89–97.

Naish K.A., Taylor J.E., Levin P.S. et al. An Evaluation of the Effects of Conservation and Fishery Enhancement Hatcheries on Wild Populations of Salmon Advances // Adv. Mar. Biol. — 2007. — Vol. 53. — P. 61–194. DOI: 10.1016/S0065-2881(07)53002-6.

Saito T., Hirabayashi Y., Suzuki K. et al. Recent decline of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) abundance in Japan // N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull. — 2016. — № 6. — P. 279–296. DOI: 10.23849/npafcb6/279.296.

References

Agapov, I.D., Fish and fisheries of the Anadyr estuary, in *Ryby i rybnyy promysel v nizov'yakh reki Yeniseya, v reke Khatange i v Anadyrskom limane, Tr. Nauch. issled. in-ta polyarn. zemled. i prom. khoz-va* (Fish and fisheries in the lower reaches of the Yenisei River, in the Khatanga River and in the Anadyr estuary. Tr. Research Institute of Polar. Agriculture, animal husbandry and commercial farming, 1941, no. 16., pp. 73–113.

Aleksin, M.S., The current situation of the fishing industry in the Far East and its immediate prospects, in *Sovremennoye polozheniye rybnoy promyshlennosti na Dal'nem Vostoke i yeye blizhayshiye perspektivy* (Fish and fur wealth of the Far East), Khabarovsk, 1925, pp. 3–109.

Anadyrskiy kray. Rukopis'zhitelya sela Markovo G. D'yachkova s predisloviyem F.F. Busse (The Anadyr region. The manuscript of G. Dyachkov, a resident of the village of Markovo, with a preface by F.F. Busse), *Zap. o-va izuch. Amur. Kraya,* Vladivostok, 1893, vol. 11.

Andrianov, F., Fisheries of the Far East, *Byul. ryb. khoz-va,* 1924, no. 6–7, pp. 2–5.

Antonov, A.A., Kovtun, M.V., Poltev, Yu.N., and Badaev, O.Z., The results of monitoring the pre-spawning migration of Pacific salmon in the Amur waters of the Pacific Ocean in the summer of 2007, in *Byull. no. 2 realizatsii "Kontseptsii dal'nevostochnoi basseinovoi programmy izucheniya tikhookeanskikh lososei"* (Bull. No. 2 Implementation "Concept of the Far Eastern Basin Program for the Study of Pacific Salmon"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2007, pp. 128–133.

Antonov, N.P., Commercially harvested species of fish of the Kamchatka Region: biology, stocks and fisheries, Moscow: VNIRO, 2011.

Atlas rasprostraneniya v more razlichnykh stad tikhookeanskikh lososey v period vesenne-letnego nagula i prednerestovykh migratsiy (Atlas of the distribution in the sea of various herds of Pacific salmon during the spring-summer feeding and pre-spawning migrations), Gritsenko, O.F., ed., Moscow: VNIRO, 2002.

Baitalyuk, A.A., Zavolokin, A.V., and Zavolokina, E.A., Salmon in the nectonic community of the Northwestern Pacific Ocean in June-July 2007, in *Byull. no. 2 realizatsii "Kontseptsii dal'nevostochnoi basseinovoi programmy izucheniya tikhookeanskikh lososei"* (Bull. No. 2 Implementation "Concept of the Far Eastern Basin Program for the Study of Pacific Salmon"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2007, pp. 134–138.

Bugaev, A.V., Zikunova, O.V., Tepnin, O.B., Artyukhina, N.B., and Shpigalskaya, N.Yu., Basic principles of developing and interpretation of validity for fishery forecasts of pacific salmon in the Kamchatka Region in the modern period (analytical review for 2010–2020s), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2024, vol. 204, no. 4, pp. 964–1002. doi 10.26428/1606-9919-2024-204-964-1002. EDN: UWVHLB

Bugaev, A.V. and Tepnin, O.B., *Klimat i tikhookeanskiye lososi* (Climate and Pacific salmon), Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2024.

Bugaev, V.F., *Aziatskaya nerka (presnovodnyi period zhizni, struktura lokal'nykh stad, dinamika chislennosti)* (Asian Sockeye Salmon (Freshwater Life History, Structure of Local Stocks, and Population Dynamics)), Moscow: Kolos, 1995.

Vakhrin, S.I., *Khronika neokonchennoy voyny. Drifternomu promyslu — NET!* (Chronicle of an unfinished war. NO to drift fishing!), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2014.

Vedishcheva, E.V., Features of biology and possibilities of commercial use of salmon of the genus Oncorhynchus of the northern Kuril Islands, *Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, 2004.

Gantimurov, I.P., Protection of Russia's economic interests in the field of marine fisheries, *Vestn. Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 2011, no. 1, pp. 13–21.

Glubokovsky, M.K., Lepskaya, V.A., Vedishcheva, E.V., and Klovach, N.V., Fishery for Pacific salmon in the North Kuril waters: history, current status and prospects, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 158, pp. 75–88.

Greenberg, E.V., One hundred typical mistakes and violations of biotechnics of artificial breeding of Pacific salmon, *Rybn. Khoz.*, 2021, no. 5, pp. 80–88. DOI: 10.37663/0131-6184-2021-5-80-88

Zaporozhets, G.V. and Zaporozhets, O.M., *Lososevye rybovodnye zavody Dal'nego Vostoka v ekosistemakh severnoi Patsifiki* (Salmon Hatcheries of the Far East in the Ecosystems of the North Pacific), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2011.

Zilanov, V.K., *Stalinskiye rybnyye narkomy. Polina Zhemchuzhina. Aleksandr Ishkov* (Stalin's fish commissars. Polina Zhemchuzhina. Alexander Ishkov), Moscow: Rodina, 2025.

Ilyina, V.A., Japanese industrial fishery on Kamchatka in 1907–1928, Vestn. Tomsk. GU, 2007, no. 303, pp. 77–79.

Inostrannyye kontsessii v otechestvennom rybnom khozyaystve (1920–1930-ye gg.): dokumenty i materialy (Foreign concessions in the domestic fish industry (1920–1930s): documents and materials), Zagorulko, M.M., Abashidze A.H., eds, Moscow: Sovremennaya ekonomika i pravo, 2003.

Kaev, A.M., Temporal structure of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* migratory run to the Okhotsk Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 130, pp. 904–920.

Kaev, A.M., On the migration flow of pink salmon in the Sea of Okhotsk, *Rybn. Khoz.*, 2001, no. 5, pp. 33–35.

Kazarnovsky, M.Ya., *Yaponskiy promysel lososey v severo-zapadnoy chasti Tikhogo okeana* (Japanese salmon fisheries in the Pacific Northwest), Moscow: VNIRO, 1987.

Klyashtorin, L.B. and Lyubushin, A.A., *Tsiklicheskiye izmeneniya klimata i ryboproduktivnosti* (Cyclic Changes in Climate and Fish Capacity), Moscow: VNIRO, 2005.

Kolpakov, N.V. and Kulbachny, S.E., Observations on natural and artificial reproduction of chum salmon *Oncorhynchus keta* at the Honshu and Hokkaido (Japan), *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2023, vol. 19, pt I, pp. 303–328.

Korotaev, Yu.A., Makoedov, A.N., and Korotaeva, O.B., *Populyatsionnaya biologiya i promyslovoye znacheniye anadyrskoy kety* (Population biology and commercial importance of the Anadyr chum), Moscow: Voprosy rybolovstva, 2002.

Kotsyuk, D.V., Artificial reproduction of pacific salmons in the Amur River basin: history, current state, prospects, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2020, vol. 200, no. 3, pp. 530–550. doi 10.26428/1606-9919-2020-200-530-550

Kotsiuk, D.V., On increasing the effectiveness of state regulation of fisheries in the Khabarovsk Region with the application of project management, *Vopr. Rybolov.*, 2024, vol. 25, no. 4, pp. 137–158. doi: 10.36038/0234-2774-2024-25-4-137-158

Koshkaryova, S.G., Concessionary activities of Japan's fisheries in Kamchatka in 1907–1945, *Vestn. KRAUNTS. Gumanitarnyye nauki*, 2015, no. 2(26), pp. 8–13.

Koshkaryova, S.G., Soviet concessionary policy in Russian Far East (1920–1930), *Vestn. KRAUNTS. Gumanitarnyye nauki*, 2012, no. 1(19), pp. 15–23.

Koshkareva, S.G., The Soviet concession policy in the North-East of the country in 1920–1945, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Hist.) Dissertation*, Petropavlovsk-Kamchatsky, 2007.

Koshkareva, S.G., The content and peculiarities of the Soviet concession policy in the Far East in 1920–1930s, *Vlast' i upravleniye na Vostoke Rossii*, 2007, no. 3, pp. 154–160.

Koshkareva, S.G., The Japanese fishing industry in the North-East of the Soviet State (1922–1927), in *Sotsial'no-etnicheskiye protsessy v mikro- i makroistorii : sb. materialov 5-y yezhegod. nauch.-teoret. konf. «Chelovek v istorii»* (Socio-ethnic processes in micro- and macrohistory Collection of materials of the V Annual Scientific and theoretical conference "Man in History"), Petropavlovsk-Kamchatsky: KamGU im. Vitusa Beringa, 2006, pp. 271–281.

Koshkaryova, S.G. and Spiridonov, S.S., Russian-Japanese relationships in Kamchatka in 1907–1923: on setting the problem of investigation, *Vestn. KRAUNTS. Gumanitarnyye nauki*, 2018, no. 1(31), pp. 14–18.

Krasheninnikov, S.P., *Opisaniye zemli Kamchatk* (Description of the land of Kamchatka), vol. 1, 2, St. Petersburg: Imperial Academy of Sciences, 1755.

Kryukov, N.A., Some data on the fishing situation in the Amur Region, *Zap. Priamurskogo Otd. Imp. Russ. Geogr. O-va*, St. Peteresburg, 1894.

Kuznetsov, I.I., Fish hatcheries on Sakhalin Island and Kamchatka and the prospects of their activities, *Byul. ryb. khoz-va*, 1928, no. 9, pp. 15–17.

Kuklina, A.S., Japanese drift-net fishing in the Russian Far East and Russia-Japan fisheries relations, *Izv. Irkutsk. Gos. Univ.*, *Ser.: Istoriya*, 2017, vol. 19, pp. 101–113.

Kumantsov, M.I., From the history of fishing development in Chukotka (the end of the nineteenth century — the 30s of the twentieth century), in *Chukotka: priroda i chelovek* (Chukotka: nature and man), Magadan: Sev.-Vost. Nauchn. Tsentr Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk, 1998, pp. 65–75.

Kurmazov, A.A., Russia-Japan fisheries relations in the end of the XIX and beginning of the XX centuries, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2005, vol. 142, pp. 391–402.

Kurmazov, A.A., Exchanges of visits of the ministers of fisheries of the USSR and Japan and a look at modern fishing Russian-Japanese relations from 2023, *Rybn. Khoz.*, 2023, no. 3, pp. 4–13. doi 10.37663/0131-6184-2023-3-4-13

Kutsobina, N.K., *Rybnoye khozyaystvo Yaponii* (Fisheries of Japan), Moscow: Nauka, 1979.

Lagunov, I.I., The status of stocks of Pacific salmon and measures on restoration, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1975, vol. 106, pp. 7–13.

Lepskaya, V.A., Vedishcheva, E.V., and Abramov, A.A., *Tikhookeanskiye lososi v vodakh severnykh Kuril'skikh ostrovov* (Pacific salmon in the waters of the Northern Kuril Islands), Moscow: VNIRO, 2011.

Makoedov, A.N., Antonov, N.P., Kumantsov, M.I., and Pogodaev, E.G., Theory and practice of salmon fisheries in the Far East, *Vopr. Rybolov.*, 2006, vol. 7, no. 1, pp. 6–21.

Makoedov, A.N. and Kozhemyako, O.N., *Osnovy rybokhozyaystvennoy politiki Rossii* (The Principles of fishery policy in Russian Federation), Moscow: Natsionalnye Rybnye Resursy, 2007.

Makoedov, A.N. and Makoedov, A.A., Sopulation dynamics and catch prospects of russian pacific salmon (Ohcorhynchus, Salmonidae), *Vestn. Kamchatskogo Gos. Tekh. Univ.*, 2022, no. 60, pp. 84–97. doi 10.17217/2079-0333-2022-60-84-97

Makoedov, A.N. and Makoedov, A.A., Pacific Salmon: Status of Stocks and Prospects for the Fishery, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2022, vol. 48, no. 7, pp. 547–554. doi 10.1134/s1063074022070112

Makoedov, A.N. and Makoedov, A.A., Artificial reproduction and status of stock for pacific salmon, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2022, vol. 202, no. 3, pp. 661–678. doi 10.26428/1606-9919-2022-202-661-678

Makoedov, A.N. and Makoedov, A.A., Russian pacific salmon: what catches may we expect?, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2023, vol. 49, no. 7, pp. 579–586. doi 10.1134/s1063074023070088

Makoedov, A.N., Myasnikov, V.G., Kumantsov, M.I., Datsky, A.V., Smirnov, G.P., Andropov, P.Yu., Korotaev, Yu.A., and Tchikilev, V.G., *Bioresursy vnutrennikh vodoyemov Chukotki i prilegayushchikh vod Beringova morya* (Bioresources of Chukotka freshwater basins and contiguous waters of the Bering Sea), Moscow: Economics and Informatics, 1999.

Mandrik, A.T., *Istoriya rybnoy promyshlennosti rossiyskogo Dal'nego Vostoka (50-ye gody XVII v. — 20-ye gody XX v.)* **(**The history of the fishing industry of the Russian Far East (the 50s of the XVII century — the 20s of the XX century)), Vladivostok: Dalnauka, 1994.

Mandrik, A.T., The history of the fishing industry of the Russian Far East (the 50s of the XVII century — the 30s of the XX century), *Doctoral (Hist.) Dissertation*, Vladivostok, 1998.

Mandrik, A.T., *Istoriya rybnoy promyshlennosti rossiyskogo Dal'nego Vostoka, 1927–1940 gg.* (The history of the fishing industry of the Russian Far East, 1927–1940), Vladivostok: Dalnauka, 2000.

Mandrik, A.T., The overwhelming superiority of Japanese capital in the fishery of the Russian Far East (1923–1926), *Rossiya i ATR*, 2022, no. 1, pp. 119–130. doi 10.24412/1026-8804-2022-1-119-130

Mandrik, A.T., The role of Japanese capital in the development of fishing in the Russian Far East in the 20–30s of the XX century, in *Vglyadyvayas' v proshloye. Dal'nevostochnoye obshchestvo v 1917–40-ye gody XX v.* (Looking into the past. The Far Eastern Society in the 1917–40-ies of the XX century), Vladivostok: Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk, 2002, pp. 142–146.

Maryasova, N.V., *Inostrannyy kapital na Dal'nem Vostoke Rossii v 20–30-ye gg. (kontsessii i kontsessionnaya politika Sovetskogo gosudarstva)* (Foreign capital in the Russian Far East in the 20–30s: concessions and the concession policy of the Soviet State), Vladivostok, 2000.

Nagornov, A.A., Kovalenko, M.N., and Adamov, A.A., Modern state of trap-net fishing of Pacific salmon in Kamchatka, *Issled. Vodn. Biol. Resur. Kamchatki Sev.-Zapadn. Chasti Tikhogo Okeana*, 2016, no. 40, pp. 32–41. doi 10.15853/2072-8212.2016.40.32-41

Nagornov, A.A., Kovalenko, M.N., Adamov, A.A., and Soshin, A.V., Results of the use of various fishing gears during Pacific salmon fishery campaign in Kamchatka Region in 2017, *Issled. Vodn. Biol. Resur. Kamchatki Sev.-Zapadn. Chasti Tikhogo Okeana*, 2018, no. 49, pp. 85–99. doi 10.15853/2072-8212.2018.49.85-99

Report of the diplomatic agent of the NKID in Petropavlovsk in Kamchatka for 1944, *Voprosy istorii rybnoy promyshlennosti Kamchatki*, Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatGTU, 2001, no. 4. http://www.npacific.ru/np/library/publikacii/questhist/ist-3.htm

Pestushko, Yu., "... Conduct business in accordance with the law": the history of fishing in the Russian-Japanese relations (1907–1914), *Problemy Dal'nego Vostoka*, 2010, no. 6, pp. 146–162.

Potapova, N.V., Fishing industry on Sakhalin in 1855-1904: activities of Japanese and Russian entrepreneurs, *Nauchn. Tr. Dal'rybvtuza*, 2023, vol. 64, no. 2, pp. 14–29. doi 10.48612/dalrybvtuz/2023-64-02

Prozorov, A.A., *Ekonomicheskiy obzor Okhotsko-Kamchatskogo kraya* (Economic review of the Okhotsk-Kamchatka territory), St. Petersburg: Tip. Sib. T-va Pech. i Izd. dela «Trud», 1902.

Radchenko, V.I., Pink Oncorhynchus gorbuscha and chum O. keta (Salmonidae, Salmoniformes) salmon stock and fishery conditions in places of their intensive hatchery propagation, *Vopr. Rybolov.*, 2021, vol. 22, no. 4, pp. 140–181. doi 10.36038/0234-2774-2021-22-4-140-181

Gaponenko, K.E., *Rybatskaya letopis' Sakhalina i Kuril* (Fisherman's Chronicle of Sakhalin and the Kuriles), Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalinskaya obl. tipografiya, 2011.

The fisheries of the Far East in 1912. Report of the head of fisheries P.A. Pushkov based on the materials of the Amur State Property Department edited by Assistant Manager B.A. Heineman, *Materialy po izucheniyu Priamurskogo kraya*, Khabarovsk: Tip. kants. priamur. general-gubernatora, 1913, no. 14.

Ryby Kuril'skikh ostrovov (Fishes of the Kuril Islands), Gritsenko, O.F., ed., Moscow: VNIRO,2012.

Sokolnikov, P.P., The Anadyr River, its fish and fisheries, Russkoye sudokhodstvo, 1911, no. 1, pp. 88–113.

Soldatov, V.K., Is artificial breeding of Pacific salmon necessary?, *Byul. ryb. khoz-va*, 1924, no. 4–5, pp. 19–21.

Suzuki, A., Japanese-Russian and Japanese-Soviet relations in the field of fisheries in the period before World War II, *Voprosy istorii rybnoy promyshlennosti Kamchatki*, Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatGTU, 2001, no. 4. http://www.npacific.ru/np/library/publikacii/questhist/ist-2.htm

Temnykh, O.S., Asian pink salmon in the marine period of life: biology, spatial differentiation, place and role in pelagic communities, *Doctoral (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2004.

Vakhrin, S.I., *Tragediya kamchatskogo berega* (The tragedy of the Kamchatka coast), St. Petersburg: Svoye izdatel'stvo, 2017.

Shubkin, S.V. and Bugaev, A.V., Dynamics of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* stock of northeast Kamchatka in the XX — early XXI centuries, *Issled. Vodn. Biol. Resur. Kamchatki Sev.-Zapadn. Chasti Tikhogo Okeana*, 2021, no. 62, pp. 5–25. doi 10.15853/2072-8212.2021.62.5-25

Shuntov, V.P., New data on marine life stage of Asian pink salmon, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1994, vol. 116, pp. 3–41.

Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S., *Tikhookeanskie lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh* (Pacific Salmon in Marine and Ocean Ecosystems), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2011, vol. 2.

Ekonomicheskiye otnosheniya SSSR s zarubezhnymi stranami. 1917–1967 (Economic relations of the USSR with foreign countries: 1917–1967), edited by A.P. Zatsarinsky, Moscow: International Relations, 1967.

Hiroi, O., Historical trends of salmon fisheries and stock conditions in Japan, *NPAFC Bull.*, 1998, no. 1, pp. 23–27.

Kaeriyama, M., Hatchery programmes and stock management of salmonid populations in Japan, in *Stock enhancement and sea ranching*, Howell, B.R., Moksness, E., Svasand T., eds, Oxford, UK: Blackwell Scientific Publications, 1999, pp. 153–167.

Kimie, H., Japanese-Soviet / Russian relations since 1945: a difficult peace, L. ; N.Y.: Routledge, 1998.

Kitada, S., Japanese chum salmon stock enhancement: current perspective and future challenges, *Fish. Sci.*, 2014, vol. 80, pp. 237–249. doi 10.1007/s12562-013-0692-8

Kondo, H., Hirano, Y., Nakayama, V., and Miyake, M., Offshore distribution and migration of pacific salmon (genus Oncorhynchus) based on tagging studies (1958–1961), *Intern. North Pacif. Fish. Comiss. Bull.,* 1965, no. 17.

Morita, K., Morita, S.H., and Fukuwaka, M., Population dynamics of Japanese pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*): are recent increases explained by hatchery programs or climatic variations?, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 2006, vol. 63, no. 1, pp. 55–62.

Morita, K., Saito, T., Miyakoshi, Y., Fukuwaka, M., Nagasawa, T., and Kaeriyama, M., A review of Pacific salmon hatchery programmes on Hokkaido Island, Japan, *ICES J. Mar. Sci.*, 2006, vol. 63, no. 7, pp. 1353–1363. doi 10.1016/j.icesjms.2006.03.024

Nagata, M. and Kaeriyama, M., Chapter 9. Salmonid status and conservation in Japan, *Proceedings from the World Summit on Salmon*, edited by Gallaugher P. and Wood, L., 2004, pp. 89–97.

Naish, K.A., Taylor, J.E., Levin, P.S., Quinn, T.P., Winton, J.R., Huppert, D., and Hilborn, R., An Evaluation of the Effects of Conservation and Fishery Enhancement Hatcheries on Wild Populations of Salmon Advances, *Adv. Mar. Biol.*, 2007, vol. 53, pp. 61–194. doi 10.1016/S0065-2881(07)53002-6

Saito, T., Hirabayashi, Y., Suzuki K., Watanabe, K., and Saito, H., Recent decline of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) abundance in Japan, *N. Pac. Anadr. Fish Comm. Bull.*, 2016, no, 6, pp. 279–296. doi 10.23849/npafcb6/279.296

Rybolovnaya konventsiya mezhdu Soyuzom SSR i Yaponiyey: so vsemi otnosyashchimisya k ney materialami (The Fishing Convention between the USSR and Japan with all related materials), Moscow: Litizdat NKID, 1928.

Convention on the Basic Principles of Relations between the USSR and Japan dated January 20, 1925, *Dokumenty vneshney politiki SSSR: 1 yanv.—31 dek. 1925 g.* (Documents of the Foreign Policy of the USSR: January 1—December 31, 1925), Moscow: Gospolitizdat, 1963, vol. 8, pp. 70–77.

Protocol between the USSR and Japan on the extension of the existing fishing regime for 1937 dated December 28, 1936, *Dokumenty vneshney politiki SSSR: 1 yanv.—31 dek. 1936 g.* (Documents of the USSR Foreign policy: January 1—December 31, 1936), Moscow: Politizdat, 1974, vol. 19, p. 690.

Vakhrin, S.I., (The Fishing chronicle of the peninsula. Kamchatka: 1896–2016), Petropavlovsk-Kamchatsky, 2018.

Zilanov, V.K., Fishing samurai and the past with a ghostly future, 08.01.2025a. https://iarex.ru/articles/144050.html

Ulovy tikhookeanskikh lososey (1900–1986 gg.) (Pacific salmon catches (1900–1986)), Moscow: VNIRO, 1989.

Gondatti, N., Information about settlements in Anadyr, *Zap. Priamur. Otd. Imperat. Rus. Geogr. O-va*, Khabarovsk, 1897, vol. 3, no. 1, pp. 71–110.

Lagunov, I.I., *O rybolovstve yapontsev na severnykh Kuril'skikh ostrovakh (otchet o poyezdke)* (About Japanese fishing in the northern Kuril Islands (trip report)), Petropavlovsk-Kamchatsky (KamchatNIRO Archives), 1946.

Kanevets, D.A. and Kaganovsky, A.G., *Kratkaya spravka o rybakh i rybnom promysle v vodakh Kuril'skikh ostrovov, yuzhnogo Sakhalina i Korei* (Brief information about fish and fisheries in the waters of the Kuril Islands, South Sakhalin and Korea), Vladivostok (TINRO archive), 1945.

Makoedov, A.A. and Makoedov, A.N., *Otsenka rybokhozyaystvennogo potentsiala ozerno-rechnoy sistemy Bettobu (o. Shumshu, severnyye Kuril'skiye ostrova)* (Assessment of the fisheries potential of the Bettobu lake and river system (Shumshu Island, Northern Kuril Islands)), Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO (in print).

Antonenko, S.P., *Kray moy lyubimyy, Kurily...: zapiski krayeveda* (My beloved region, the Kuril Islands...: notes of a local historian), Kaliningrad: Yantarny skaz, 2004.

Soglasheniye mezhdu Pravitel'stvom SSSR i Pravitel'stvom Yaponii o vzaimnykh otnosheniyakh v oblasti rybolovstva u poberezh'ya obeikh stran ot 7 dekabrya 1984 g. (Agreement between the Government of the USSR and the Government of Japan on mutual relations in the field of fisheries off the coast of both countries, December 7, 1984).

Soglasheniye mezhdu Pravitel'stvom SSSR i Pravitel'stvom Yaponii o sotrudnichestve v oblasti rybnogo khozyaystva ot 12 maya 1985 g. (Agreement between the Government of the USSR and the Government of Japan on cooperation in the field of fisheries, May 12, 1985).

Поступила в редакцию 24.04.2025 г.

После доработки 10.06.2025 г.

Принята к публикации 16.06.2025 г.

The article was submitted 24.04.2025; approved after reviewing 10.06.2025; accepted for publication 16.06.2025

Известия ТИНРО

2025 **Том 205, вып. 2. С. 249–283.**

Izvestiya TINRO, 2025, Vol. 205, No. 2, pp. 249–283.

Обзорная статья
УДК 597.552.511
DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-249-283
EDN: BYJLTT

САХАЛИНСКИЙ ТАЙМЕНЬ *PARAHUCHO PERRYI*: ОСОБЕННОСТИ СТРОЕНИЯ, РАСПРОСТРАНЕНИЯ, ЧИСЛЕННОСТИ И БИОЛОГИИ

О.В. Зеленников*
Санкт-Петербургский государственный университет,
199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

Аннотация. Выполнено обобщение имеющихся в литературе сведений по систематическому положению, внутривидовой дифференциации, распространению, динамике численности, особенностям физиологии и различным аспектам биологии сахалинского тайменя *Parahucho perryi*.

Ключевые слова: сахалинский таймень, *Parahucho perryi*, Сахалин, Приморский край, Хабаровский край, Япония

Для цитирования: Зеленников О.В. Сахалинский таймень *Parahucho perryi*: особенности строения, распространения, численности и биологии // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 2. — С. 249–283. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-249-283. EDN: BYJLTT.

Review article

Japanese huchen *Parahucho perryi*: features of morphology, distribution, abundance, and biology

Oleg V. Zelennikov
Sankt-Peterburg State University, 7/9 Universitetskaya Emb., Sankt-Peterburg, 199034, Russia
D.Biol., assistant professor, oleg_zelennikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-8779-7419

Abstract. Scientific literature data on systematic position, intraspecific differentiation, distribution, population dynamics, physiological features and some aspects of biology for japanese huchen *Parahucho perryi* are summarized.

Keywords: japanese huchen, *Parahucho perryi*, Sakhalin, Primorye, Khabarovsk Region, Hokkaido

For citation: Zelennikov O.V. Japanese huchen *Parahucho perryi*: features of morphology, distribution, abundance, and biology, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr*., 2025, vol. 205, no. 2, pp. 249–283. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-249-283. EDN: BYJLTT.

* *Зеленников Олег Владимирович, доктор биологических наук, доцент, oleg_zelennikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-8779-7419.*

© Зеленников О.В., 2025

Введение

Сахалинский таймень *Parahucho perryi* (рис. 1) — весьма противоречивый объект для исследования. С одной стороны, этот вид занимает сравнительно небольшой ареал, характеризуется невысокой численностью и на большей части ареала не является объектом вылова. Однако с другой стороны, таймень — это крупный лосось и даже при небольшой численности является заметным элементом прибрежных и пресноводных биологических сообществ, а также хорошо известным элементом ихтиоцена для жителей дальневосточных регионов, причем как связанных, так и не связанных с рыбным промыслом и любительским рыболовством. Более того, благодаря работе природоохранных организаций и ихтиологов-энтузиастов сахалинский таймень постепенно приобретает статус вида, на примере которого можно воспитывать людей в духе ответственного отношения к окружающей среде и сохранения биологического разнообразия [Макеев и др., 2014; Макеев, 2023].

Рис. 1. Сахалинский таймень из оз. Лебединого (о. Итуруп, фото автора)
Рис. 1. Japanese huchen from Lake Lebedinoe (Iturup Island). Photo by the author

К настоящему времени в литературе накоплены многочисленные данные, характеризующие сахалинского тайменя в самых разных аспектах. Однако, на наш взгляд, отсутствует обобщающая публикация, по прочтении которой можно было бы получить относительно полное представление об этом виде.

Цель нашей работы — обобщить максимум сведений, имеющихся в научной литературе, и в формате реферата проанализировать современные представления о систематическом положении, распространении, внутривидовой дифференциации, численности, миграциях и других особенностях биологии сахалинского тайменя, а также представить единым списком максимальное количество научных публикаций, посвященных сахалинскому тайменю.

Систематическое положение и название

Сахалинский таймень был назван в честь коммодора Пэрри, который считается лицом, открывшим Японию Западному миру. Командуя американской эскадрой, он прибыл 8 июля 1853 г. к берегам Японии и, встав на якорь около города Эдо, сделал предложение о торговом договоре, от которого власти страны не смогли отказаться. Бреворт [Brevoort, 1856], впервые описавший сахалинского тайменя под названием *Salmo perryi*, пишет, что именно усилиям этого способного командира Японской экспедиции Соединенных Штатов ученые обязаны скудными, но интересными зоологическими коллекциями и рисунками, сделанными при неблагоприятных обстоятельствах, пока эскадра находилась в тех далеких морях.

Несколько позже независимо от первого описания сахалинский таймень вновь был описан под названием *Salmo blackistoni* Hilgendorf, 1876. Однако дальнейшие исследования выявили значительные отличия рыб этого вида от благородных лососей. В результате с тем же видовым названием сахалинский таймень был назван *Hucho*

blackistoni. С помещением этого вида в состав нового рода согласились и другие исследователи. П.Ю. Шмидт [1904], сравнивая этот вид с европейским *Hucho (Salmo) hucho L.*, пришел к убеждению, что оба вида чрезвычайно сходны и должны быть отнесены к одному особому роду, отличающемуся и от рода Salvelinus, и от родов Oncorhynchus и Salmo. Здесь, впрочем, необходимо отметить, что в те годы этого лосося не называли сахалинским тайменем, П.Ю. Шмидт в своей работе использует термин «вид».

Спустя непродолжительное время первоописание вида было признано, сахалинский таймень был представлен в печати как *Hucho perryi* Brevoort, 1856 [Берг, 1916], и именно так специалисты именовали этот вид рыб на протяжении практически всего XX века.

Вместе с тем по мере продолжения работ накапливались данные, свидетельствующие о том, что сахалинский таймень существенно отличается от других видов тайменей как особенностями биологии, так и морфологически [Рябова и др., 1981; Holčik, 1982; Осинов, 1991; Phillips et al., 1995; и др.], и сначала он был выделен в отдельный подрод Parahucho [Шапошникова, 1968, 1975; Vladykov, Gruchy, 1972], а затем в отдельный род лососевых рыб [Глубоковский, 1983]. Последующее применение к исследованию сахалинского тайменя генетических методов подтвердило обоснованность выделения этого вида в самостоятельный род. Оказалось, что он весьма далек от когда-то родственных ему тайменей, но существенно ближе к гольцам рода Salvelinus и тихоокеанским лососям рода Oncorhynchus [Shedko et al., 1996; Oakley, Phillips, 1999; Matveev et al., 2007]. Впрочем, оставалось мнение, что выделение сахалинского тайменя не только в отдельный род, но даже в отдельный подрод необоснованно и нецелесообразно [Гриценко, 2002].

К настоящему времени уже определен полный митохондриальный геном сахалинского тайменя [Shedko et al., 2014], исследованы с применением генетических методов многие его популяции [Hatakeyama et al., 2005; Kopun et al., 2009; Edo et al., 2012; и др.], а в литературе накоплены сведения о систематическом положении разных видов лососевых рыб. Эти данные в абсолютном большинстве являются непротиворечивыми или расходятся незначительно. Согласно общему представлению первыми в эволюции лососевых рыб от общего предкового ствола отделились таймени, а также ленки рода Brachymystax, затем благородные лососи рода Salmo. По срокам появления в фауне сахалинского тайменя есть некоторые разногласия. Одни специалисты считают, что он отделился от предкового ствола вслед за благородными лососями [Осинов, 2004; Шедько и др., 2012; Lappin et al., 2016]. Другие полагают, что сначала произошло разделение на группу тихоокеанские лососи плюс тихоокеанские форели Parasalmo, с одной стороны, и на группу гольцы и сахалинский таймень — с другой. И уже затем произошло выделение тайменя из последней группы [Crête-Lafrenière et al., 2012; Wang et al., 2022]. В любом случае при морфологическом исследовании разных видов лососевых рыб было установлено, что именно сахалинский таймень отличается от других видов наибольшим числом плезиоморфных особенностей и является наиболее древним из всех ныне живущих лососевых рыб [Глубоковский, 1983]. На основании этих данных была высказана мысль, что именно сахалинский таймень первым выделился от предкового ствола в эволюции лососевых [Глубоковский, 1995]. И хотя представления о времени его появления в настоящее время несколько изменились, сахалинский таймень по-прежнему считается самым древним из всех видов лососевых рыб. Дело в том, что Parahucho — это единственный монотипический род в семействе лососевых, в состав которого входит только один вид рыб. В отличие от этого, во всех остальных родах, в том числе выделившихся ранее, еще шло видообразование. В своем современном состоянии сахалинский таймень появился ориентировочно 27,0 [Crête-Lafrenière et al., 2012] или 24,0 млн лет назад [Horreo, 2017]. Следующим за ним по старшинству является атлантический лосось *Salmo salar*, появившийся 15,7 млн лет назад, затем сима *Oncorhynchus masou* — 15,2 млн лет назад и т.д. [Horreo, 2017].

В завершение раздела обсудим название, которое случайно «приклеилось» к сахалинскому тайменю, но с которым неизменно столкнется любой исследователь этого вида — чевица. Оно очевидно созвучно с названием самого крупного из тихоокеанских лососей — чавыча *Oncorhynchus tschawytscha*, которая была описана в науке значительно раньше сахалинского тайменя. А.М. Никольский [1889] под именем чевица и латинским названием *Oncorhynchus orientalis* сообщал именно о чавыче. В первую очередь об этом свидетельствует то, что в синонимии к этому разделу присутствует латинское название, данное чавыче Иоганном Вальбаумом, который в 1792 г. первым описал этот вид. Однако приведенное описание вида никак не может соответствовать сахалинскому тайменю. «*Чевица свойственна северной части Великого океана, откуда заходит в реки северной Америки и северной Азии на юг до северного Китая. Заходит она и в реки Сахалина, но, по-видимому, в небольшом количестве, так как о ней упоминают немногие*» [Никольский, 1889, с. 303]. Во-первых, в конце XIX века таймень в реках и прибрежье Сахалина не был таким уж редким. А вот чавыча и ранее, и сейчас, действительно, является в этом регионе крайне редкой рыбой. Но главное, сахалинский таймень ни при каких обстоятельствах не может оказаться в реках Северной Америки. Здесь же есть ссылка на первое упоминание чавычи на Сахалине в работе купца Федора Шемелина от 1816 г., который сообщил, что они поймали неводом одного большого лосося, или камчатскую чавычу [Шемелин, 1816]. Поскольку свой дневник автор вел в формате вахтового журнала, нам известна точная дата поимки — 11 мая 1805 г. где-то в зал. Терпения. Вполне вероятно, что это была чавыча, однако нельзя исключать и того, что под этим названием был пойман сахалинский таймень, который к тому времени еще не был известен научному сообществу.

Отметим, что есть и другие описания, которые не оставляют сомнений, что под названием чевица упоминается именно сахалинский таймень. Например, в отчете от 1876 г. читаем: «*Вестником весны является* чевица *(Salmo orientalis) или, на айнском языке,* чирай, *величиной от одного до полутора аршин;* чевица *подымается вверх по течению речек с первых чисел апреля, но нужно при этом заметить, что подымается каждогодно в одни и те же определенные речки. Появление* чевицы *составляет для туземца настоящий праздник…*» [Депрерадович, 1876, с. 39–40]. Есть и другие сообщения о сахалинском таймене под названием чевица [Мицуль, 1873]. Понятно, что в тот период знания как о чавыче, так и о сахалинском таймене были крайне скудными, особенно если учесть, что оба вида на Сахалине являются несопоставимо более редкими, чем многие другие виды лососевых рыб.

Однако по мере того как осваивалась территория острова, закономерно пополнялись и знания о рыбах. Уже А.Я. Таранец, изучая ихтиофауну советской части о. Сахалин, писал: «*На Сахалине Hucho perryi русские зовут «гой» (название взято у гиляков) «таймень». Название «чевица» я нигде не встретил. На мои вопросы местные жители везде отвечали, что такой рыбы они не знают.*» [Таранец, 1937, с. 14]. Таким образом, название чевица на практике не употреблялось, но, несмотря на это, оно в течение почти 80 лет навязчиво «перемещалось» из одной научной публикации в другую, присутствуя в самых известных монографиях [Шмидт, 1904, 1950; Солдатов, 1928; Солдатов, Линдберг, 1930; Лебедев и др., 1969; и др.] и учебниках [Никольский, 1971], в тексте статей [Бушуев, 1983], даже встречалось в названии научных публикаций [Хаткевич, 1973]. И только к концу XX века это название применительно к сахалинскому тайменю наконец-то перестало употребляться в научной литературе.

Ареал и внутривидовая дифференциация

Описывая ареал любого вида животных, исследователи, как правило, соединяют линией крайние точки его обнаружения на той или иной территории или акватории. Однако такое представление ареала для сахалинского тайменя [Zolotukhin et al., 2013; Барабанщиков и др., 2023], к сожалению, не вполне оправданно. Проблема в

том, что численность вида во всех частях его присутствия в целом сокращается или по меньшей мере находится под угрозой сокращения. Для всех географических или административных регионов в печати имеются сведения о водоемах и водотоках, в которых когда-то обитал сахалинский таймень. Именно поэтому самой достоверной картой распространения этого вида является та, что предложена в работе Фукусимы с соавторами (рис. 2) [Fukushima et al., 2011], на которой ареал представлен фрагментарно.

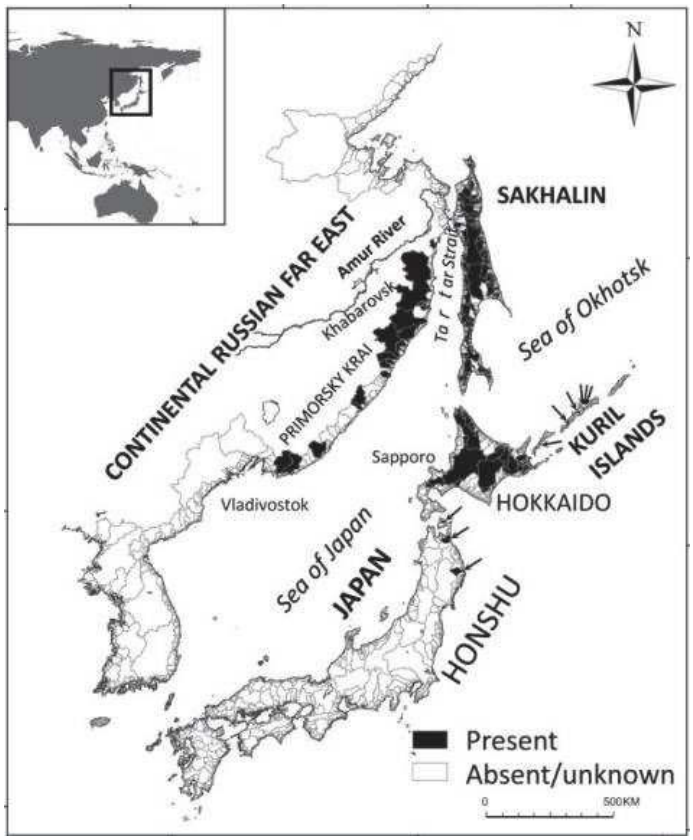


Рис. 2. Ареал сахалинского тайменя [Fukushima et al., 2011]

Fig. 2. Habitat of japanese huchen [Fukushima et al., 2011]

Можно видеть, что южная граница распространения сахалинского тайменя находится на о. Хонсю, где хоть и отдельными точками, но еще указано его присутствие (рис. 2). Северная граница ареала находится на о. Сахалин, за исключением самой северной его части [Никифоров, 2001]. Сахалинский таймень присутствует также на о. Хоккайдо, где известны по крайней мере 6 [Edo, 2007] или 7 [Fukushima et al., 2011; Mizumoto et al., 2020] популяций с относительно постоянной численностью; на южных Курильских островах [Takajasu et al., 1955; Рыбы…, 2012]; практически повсеместно на о. Сахалин [Спрингмейер и др., 2007], а также на территории Приморского и Хабаровского краев [Шедько, 2001; Золотухин, 2002; Барабанщиков и др., 2023; и др.]. Интересно, что на северо-западе Сахалина сахалинский таймень обитает симпатрично с сибирским тайменем *Hucho taimen*. Еще недавно это утверждение ставилось под сомнение, поскольку не был известен факт нереста сибирского тайменя в водотоках о. Сахалин [Семенченко, Золотухин, 2011]. Однако к настоящему времени есть сообщение о поимке молоди этого вида в р. Лангры [Сафронов и др., 2024].

Далее мы еще рассмотрим динамику численности сахалинского тайменя в разных частях ареала в связи с его промыслом, воспроизводством и охраной. Пока же отметим, что ареал этого вида, и так сравнительно небольшой, последовательно сокращается, причем это выражается как в суживании границ ареала, так и в исчезновении популяций в пределах области обитания [Krupianko, 2002]. Например, на

о. Итуруп ранее тайменя промышляли даже с океанский стороны [Веденский, 1949], где сейчас он не встречается. Говоря об исчезновении популяций внутри ареала, отметим многочисленные реки среднего и южного Приморья, в которых ранее обитал сахалинский таймень и где позднее его присутствие не показывали (рис. 2). Например, Л.С. Берг [1948] представил выборку особей из р. Амгу, где позднее популяция была утрачена [Парпура, 1990]. На о. Хоккайдо сахалинский таймень определен как вымирающий вид [Akiba et al., 2012] или вид под угрозой уничтожения [Hatakeyama et al., 2005], а в ряде водотоков его называют рыба-призрак, поскольку он вроде бы как есть, но его уже давно никто не видел [Nagasawa, Torisawa, 1991, цит. по: Сафронов, Сухонос, 2006].

Здесь, впрочем, необходимо обсудить само понятие «вид отсутствует» применительно к такому редкому элементу ихтиофауны, как сахалинский таймень. Например, есть информация, что воспроизводство тайменя на юге Приморья сохранилось только в реках Киевка и Черная [Шедько, 2001]. Южнее, например в бассейне р. Партизанской, где ранее обитал таймень, позднее его не обнаруживали [Krupianko, 2002]. Этим сведениям соответствует указание южной границы ареала тайменя на рис. 2. Однако, по устному сообщению промысловиков, отдельные особи тайменя попадаются в прилове и значительно южнее устья р. Киевка — в бухте Новгородской зал. Посьета [Барабанщиков и др., 2023], т.е. уже у границы России с КНДР. В свою очередь, северная граница по материковому побережью ограничивается р. Дуй, впадающей в бухту Мосолова. Известно, что отдельные экземпляры тайменя вылавливали значительно севернее, в реках, впадающих в Амурский лиман [Семенченко, Золотухин, 2011]. Вероятно, могут быть и другие примеры обнаружения некоторых экземпляров сахалинского тайменя за пределами тех водоемов и водотоков или участков побережья, где вид указан по литературным данным. Автор настоящей статьи сам как рыболов-любитель на о. Итуруп ловил тайменя в тех водотоках, где он не указан [Сидоров, Пичугин 2005; Рыбы…, 2012], например в р. Аргунь. Очевидно, что таймень после выхода в морскую среду может перемещаться вдоль побережья и заходить при этом в «чужие» реки. Однако для вида, находящегося под угрозой исчезновения, под ареалом продуктивнее рассматривать именно те водотоки, где хоть единично, но присутствует его молодь.

Можно полагать, что уязвимости сахалинского тайменя способствует его крайне низкая для лососевых рыб экологическая пластичность, особенно для вида с длительным периодом полового созревания. Фактически таймень является фенотипически однородным монотипическим видом [Гриценко, 2002]. Например, для него неизвестны карликовые формы, а различия в жизненных стратегиях выражаются лишь в том, какая доля особей и в каком возрасте в данной популяции выходит на нагул в морскую среду. Однако это больше характеризует не вид и его способность к адаптации, а речную систему, в которой обитает конкретная популяция.

Показано, что кариотип сахалинского тайменя, включающий 62 хромосомы [Анбиндер и др., 1982], формировался путем их множественных слияний. У других видов лососевых рыб, отличающихся высокой адаптивной пластичностью, например симы, кумжи *Salmo trutta* или арктического гольца *Salvelinus alpinus*, хромосом значительно больше. Сопоставление этих фактов позволило заключить, что крупные перестройки кариотипа связаны с уменьшением экологического и морфологического разнообразия [Makhrov, 2017].

Вместе с тем особенности биологии тайменя, не совершающего отдаленных миграций, вероятно, должны были привести к существенной генетической дифференциации разных популяций, между которыми не может быть масштабного обмена особями. Действительно, с применением специальной методики исследования [Froufe et al., 2004; Шитова и др., 2012] было установлено, что значимая генетическая дифференциация выявляется даже между выборками тайменя из разных притоков одной реки [Zhivotovsky et al., 2015]. К такому же выводу ранее пришли и японские авторы [Edo et al., 2012]. Помимо этого, было установлено, что соседние популяции тайменя

оказываются ближе друг к другу в зонах, характеризующихся более сходными условиями обитания (направление стока рек, особенности ландшафта, климатические параметры и др.). Например, на Сахалине все популяции тайменя сначала подразделяются на группы рек восточного и западного направлений [Маляр, 2017]. Затем в пределах каждого из побережий из групп соседних популяций естественным образом формируются так называемые эко-географические единицы [Животовский, 2016]. При этом уровень внутригрупповой дифференциации оказывается в 1,5–2,0 раза ниже, чем уровень дифференциации между группами. Таким образом, у сахалинского тайменя были выявлены локальные популяции на уровне отдельных водоемов и группы популяций на уровне крупных географических регионов [Юрченко, 2015].

В завершение коснемся такого показателя, как уровень генетического разнообразия внутри каждой из исследованных популяций, имеющего огромное значение в связи с проблемой сокращения численности вида и занимаемого им ареала. Согласно имеющимся данным, самые низкие значения гетерозиготности выявлены у тайменя на о. Итуруп и в водохранилище Тайном, построенном в 1920-е гг. около г. Холмск для снабжения жителей питьевой водой. Наибольшее же аллельное разнообразие выявлено в популяциях из крупнейших рек на юге Хабаровского края — Тумнин и Коппи, а также из некоторых популяций с о. Сахалин, в частности в оз. Айнском [Юрченко, 2015; Zhivotovsky et al., 2015]. К сожалению, для большинства исследованных популяций тайменя величина численности, определенная на молекулярном уровне, оказывается предельно низкой или даже недопустимой для перспективы их длительного существования [Олейник, Скурихина, 2008], а численность некоторых изолированных популяций не превышает нескольких десятков особей [Шитова и др., 2012].

Внешняя морфология и половой диморфизм

Считается, что сахалинский таймень является одной из самых крупных лососевых рыб. Практически в каждом исследовании отмечаются экземпляры около или крупнее 20 кг в возрасте до 19+ лет [Парпура, 1991; Гриценко, Кловач, 2006]. Так, в р. Богатой (о. Сахалин) был отмечен таймень в возрасте 15+, длиной 123 см и массой 19,97 кг [Гриценко и др., 1974], в р. Киевка (южное Приморье) — до 24,30 кг [Золотухин и др., 2000], в реках северного Приморья — до 143 см и 22,70 кг [Барабанщиков и др., 2023], а в более раннем сообщении — до 130 см и 27,0 кг [Парпура, 1991]. Очевидно, что чем крупнее экземпляры, тем реже они встречаются. Однако для характеристики тайменя как биологического вида необходимо отметить и наиболее крупных особей. В р. Набиль (о. Сахалин) был пойман экземпляр, возраст которого определить не удалось, но его длина составила 134 см, а масса 37 кг [Гриценко, Кловач, 2006]. Без ссылки на конкретные факты есть информация о достижении сахалинским тайменем длины до 150 см и массы 40 [Nomoto, 2010] и 50 кг [Золотухин и др., 2000]. Можно полагать, что возможны и более крупные особи. Например, у особи, пойманной в 1937 г. в р. Токацугава (о. Хоккайдо), массу не определили, но ее длина составила 210 см [Zolotukhin et al., 2013].

На родовом уровне от других видов лососевых рыб сахалинский таймень отличается наличием темных пятен на теле и тем, что зубы на небе и сошнике образуют непрерывную подковообразную пластинку, а от других видов тайменей — более крупной чешуей. Так, если у дунайского *Hucho hucho* и сибирского *H. taimen* тайменей около 200 поперечных рядов чешуй, то у сахалинского тайменя — 100–120 [Берг, 1948].

Преднерестовые изменения костей висцерального скелета хондрокраниума у сахалинского тайменя незначительны [Романов, 1988], а полового диморфизма у рыб этого вида фактически нет. Самки и самцы даже в преднерестовом состоянии малоразличимы по внешнему облику [Гриценко, Чуриков, 1980; Бушуев, 1983]. Впрочем, непосредственно перед нерестом у самцов на спинном, анальном и хвостовом плав-

никах появляется ярко-малиновая кайма. При этом плавники самок пигментируются в красно-малиновый цвет более равномерно [Парпура, 1990].

По размерам самки и самцы также не различаются ни в какой из возрастных групп [Иванков и др., 1984]. Соотношение по полу близко 1 : 1 [Парпура, 1991]. Сообщения о том, что у тайменя крупнее самцы или, напротив, самки [Гриценко, Чуриков, 1977; Гриценко, Кловач, 2006], не сопровождаются статистическим анализом и характеризуют лишь рыб в конкретных выборках. Например, в Ныйском заливе в возрасте 8–9 лет крупнее самцы, а в возрасте 10 лет крупнее самки [Гриценко, Чуриков, 1977]. А в р. Очепуха отмечена противоположная ситуация: в возрасте 9–10 лет были крупнее самки тайменя, а в возрасте 11 лет — самцы [Бурлаченко, 1997]. Представляется очевидным, что такие противоречивые данные всего лишь отражают отсутствие репрезентативности групп, отобранных для сравнения.

Нерест

Как мы отметили ранее, сахалинский таймень обитает в водоемах и водотоках на территории России и Японии, а японская школа имеет давние традиции и большие достижения в области репродуктивной биологии рыб. И конечно, сахалинский таймень, являясь заметным элементом ихтиоцена, не раз становился как объектом, так и моделью при исследовании репродуктивной функции. Есть в этом направлении работы и от российских ихтиологов. Так, данные, полученные в том числе и на таймене, привели к пониманию того, что половые стероидные гормоны синтезируются в гонадах на стадии дифференцировки пола и выступают в роли половых индукторов [Higashino et al., 2003]. Именно на таймене изучали рецепцию к вителлогенину [Hiramatsu et al., 2001a] и состав белков в ходе вителлогенеза [Hiramatsu, Hara, 1996; Tokushima et al., 2005]. В числе прочих рыб на сахалинском таймене были проведены работы по гормональной стимуляции развития ооцитов, наблюдали стимулирование вителлогенеза у неполовозрелых самок тайменя после воздействия эстрадиолом [Hiramatsu et al., 1997; Shimizu et al., 2000; Amano et al., 2010]. В целом на таймене были выявлены те особенности, которые характерны не только для лососевых рыб, но и для рыб в целом, по крайней мере для рыб-гонохористов, в онтогенезе которых не происходит смена половой дифференциации. Так, у самцов увеличение концентрации кетотестостерона (11-KT) наблюдается от периода размножения гониев и в течение всего цикла созревания спермиев. Затем, примерно за две недели до нереста, содержание этого гормона в крови многократно понижается при значительном увеличении концентрации гормона, стимулирующего созревание, — 17a,20ß-DHP. Эстрадиол присутствует у всех особей, но его концентрация у самцов индивидуально сильно варьирует [Amer et al., 2001]. Единственное отличие сахалинского тайменя в области гонадо- и гаметогенеза связано с тем, что липидные вакуоли в период вителлогенеза распределяются по внешней и внутренней зоне ооцитов, тогда как в ооцитах у благородных и тихоокеанских лососей они преимущественно располагаются в периферической зоне [Иванков, 1987].

Полового созревания производители сахалинского тайменя достигают в возрасте 6–8 лет [Бушуев, 1983; Животовский, 2016]. Самые скороспелые самцы в возрасте 6+ [Золотухин, Шишаев, 2004] или 7+, тогда как самки — в возрасте 8+ [Сафронов и др., 2016]. Массовое созревание происходит в возрасте 9–11 лет [Гриценко, Чуриков, 1977; Сафронов и др., 2016]. При этом самцы созревают на 1–2 года раньше самок [Бурлаченко, 1997]. В дальнейшем возможен как ежегодный нерест, так и с пропуском года [Бушуев, 1983]. Интересно, что количество невыметанной икры может быть весьма значительным — до 4,5 тыс. икринок [Гриценко и др., 1974].

Нерестится таймень на верхних участках основного русла рек или в притоках [Honda et al., 2017]. Например, в р. Поронай, где функционирует одна из наиболее крупных в настоящее время популяций сахалинского тайменя [Semenchenko, Zolotukhin, 2012], нерестилища тайменя в основном русле начинаются после 310 км [Никифоров

и др., 1997] при общей длине водотока 350 км. Для нереста при возможности производители выбирают наиболее извилистые участки русла со сравнительно медленным течением [Sagawa et al., 2002], закрытые прибрежной растительностью, которая, как считается, снижает температуру воды [Mori et al., 1997; Nakamura, Yamada, 2005].

Есть сведения, что непосредственно во время нерестового хода в реке производители не питаются [Никаноров, 1960; Крыхтин и др., 1964]. Самцы в среднем раньше прибывают на нерестилища [Rand, Fukushima, 2014], а образование нерестовых пар может предваряться турнирами самцов [Парпура, 1991].

Нерест осуществляется в весенне-летнее время, в разных частях ареала с середины марта [Kimura, 1966], с середины [Бушуев, 1983] или конца апреля [Fukushima, 1994] до начала [Крыхтин и др., 1964] или середины июня [Никифоров и др., 1997; Гриценко, 2002]. В свете накопленных данных информацию о том, что сахалинский таймень нерестится в июле [Линдберг, Легеза, 1965], можно было бы признать ошибочной. Однако Л.С. Берг [1948] пишет, что В.К. Солдатов в устье одной из речек, впадающих в Татарский пролив, наблюдал нерест этой рыбы именно в июле. Таким образом, нерест сахалинского тайменя в разных водотоках осуществляется в течение пяти месяцев, с марта по июль, начинаясь в более южных районах раньше, в более северных — позже, но в любом случае является протяженным для лосося с весьма ограниченным ареалом и относительно ограниченной численностью.

Как и представители всех видов лососевых рыб, производители тайменя устраивают гнездо, которое часто имеет специфичную V-образную форму [Edo et al., 2000] и в связи с размерами рыб может достигать по одним данным 80–150 см в длину и 50–70 см в ширину [Парпура, 1991], а по другим — соответственно 227 ± 60 и 122 ± 42 см [Fukushima, 2001]. Интересно, что самки после нереста сразу зарывают оплодотворенную икру, тогда как таймени рода Hucho после нереста выдерживают паузу [Esteve et al., 2009].

Глубина закапывания икры — 5–30 см — оказывается небольшой [Парпура, 1991], что характерно для весенне-летнего нереста и сравнительно быстрого развития зародышей. Интересно, что объем грунта, который используется для устройства гнезда, у тайменя оказывается в разы меньше, чем у более мелких производителей тихоокеанских лососей: в 2 раза, чем у горбуши, в 3 раза, чем у симы (на Сахалине), в 4 раза, чем у кеты, и в 7 раз, чем у кижуча *Oncorhynchus kisutch* [Кольцов, 1995]. При этом самка может отложить икру в 3 разных гнезда [Edo et al., 2000], а количество икринок в гнезде может быть сравнительно невелико — от 11 до 920 [Edo et al., 2000] или 1358 шт. [Kimura, 1966].

Как и у всех лососевых рыб — ярко выраженных к-стратегов, у самок сахалинского тайменя относительно низкая абсолютная плодовитость, которая в зависимости от размера и возраста изменяется от 3380 до 17680 ооцитов [Гриценко, Чуриков, 1977; Парпура, 1990; Сафронов и др., 2016]. Диаметр икринок до или уже после оплодотворения по данным разных исследователей изменяется весьма существенно — 5,0–6,4 мм при массе 117,0–154,9 мг [Kimura, 1966; Гриценко и др., 1974; Kimura, Hara, 1989; Парпура, 1990; Рыбы…, 2012], составляя в среднем 6,35 мм при массе 154,9 мг [Зеленкин, Федорова, 1997] и даже 6–7 мм при массе 200–230 мг [Сафронов и др., 2016].

Жизненный цикл, миграции и особенности хоминга

В общем виде биологический цикл сахалинского тайменя можно рассмотреть следующим образом. После нереста производители мигрируют в морскую воду и активно питаются в прибрежье [Крыхтин и др., 1964]. Скорость миграции от места нереста в среднем составляет 33,4 км за 1–4 дня [Honda et al., 2009], впрочем, отдельные особи могут задерживаться в пресной воде до месяца [Гриценко, Чуриков, 1977; Сафронов и др., 2016]. В прибрежье чем крупнее рыбы, тем дальше они отходят от берегов в открытые воды [Бушуев, 1983], а во время морского нагула таймень может заходить в пресную воду и вновь возвращаться в море [Гриценко и др., 1974]. Осенью таймень

начинает обратное перемещение в пресные воды — зимовальную миграцию, которая является обязательной. Известно, что таймень не может перезимовать в воде с морской соленостью. Более того, зимой он может погибнуть и в эстуарной зоне реки, если в результате шторма туда попадает значительное количество морской воды [Барабанщиков, 2002]. Причину гибели сахалинского тайменя в морской воде не изучали, но по аналогии с радужной форелью можно предположить, у особей этого вида при низкой температуре наблюдается солевое отравление. Причиной этого является нарушение в работе натриевого насоса, при котором в клетках мышц происходят значительная потеря калия и напротив, увеличение содержания натрия [Бушуев, 1983]. После зимовки по крайней мере часть особей в южных частях ареала на короткое время вновь откочевывает в солоноватые воды, где активно питается [Гриценко, Чуриков, 1977].

К этой общей схеме необходимо сделать два важных дополнения. Во-первых, доля особей, выходящих в морскую среду, в разных популяциях может существенно различаться, а при наличии хорошей кормовой базы рыбы могут совсем не выходить в морскую воду, создавая только пресноводную популяцию. Этот факт был надежно выявлен с применением современной технологии, многократно примененной к исследованию сахалинского тайменя, а именно по содержанию стронция в чешуе [Suzuki et al., 2008] или по соотношению стронция и кальция в отолитах рыб [Arai et al., 2004; Arai, 2010; Honda et al., 2010a; Fukushima et al., 2019]. Например, в одной из самых крупных и многочисленных популяций в р. Коппи (на юге Хабаровского края) особи тайменя не выходят в морскую среду [Zimmerman et al., 2011]. Фактически не выходит в море и таймень из оз. Тунайча [Сафронов и др., 2016].

Во-вторых, осенью вслед за мигрирующими в пресные воды корюшкой или миногой таймень заходит в реки, начиная так называемую кормовую миграцию, которая по наступлении зимы переходит в зимовальную [Бушуев, 1983]. Отметим, что кормовой миграции может и не быть, если в конкретном биоценозе нет выраженного хода на нерест рыб — кормовых объектов тайменя. В этом случае рыбы до холодного периода могут оставаться в прибрежье. Скорость миграции возрастает с повышением температуры воды и понижается с увеличением потока [Rand, Fukushima, 2014].

Как и у всех рыб, темп развития зародышей и личинок сахалинского тайменя зависит от температуры воды. При температуре 8–10 °С массовое вылупление зародышей осуществляется через 41 сут (345,7 градусо-дня), а подъем на плав — через 74 сут после оплодотворения (652,9 градусо-дня) [Кораблина, Иванова, 2001]. Впрочем, в литературе можно найти как сходные, так и несколько отличные данные. Так, при температуре 8 °С выклев наблюдали через 37–40 сут, полное рассасывание желтка — через 52 сут от оплодотворения [Kimura, 1966], а при температуре 5,7–12,0 °С — соответственно только через 59 (450 градусо-дней) и 79 сут [Парпура, 1990]. Молодь тайменя обитает на сравнительно глубоких участках водотоков, поэтому ее обычно нет в верхнем течении рек там, где они имеют характер горных ручьев [Гриценко, Чуриков, 1977].

Вопрос о том, в каком возрасте молодь тайменя начинает выходить в морскую среду, остается дискуссионным, ясно только, что в разном: из коротких рек — в 1–4 года при длине 10–25 см [Крыхтин и др., 1964; Бушуев, 1983; Бурлаченко, 1997; Honda et al., 2010a], из протяженных рек — в возрасте 5–7 лет при длине 40–50 см [Гриценко, Чуриков, 1977]. Впрочем, дискуссия по этому вопросу представляется излишней, особенно с учетом того обстоятельства, что в каких-то популяциях все особи выходят на нагул в морскую среду, а в каких-то не выходит ни одна из них.

В реке локализация тайменей, очевидно, тесно связана с температурой воды. Весной они в значительном количестве располагаются в среднем течении водотоков, летом — в верхнем и осенью — в нижнем [Honda et al., 2009], предпочитая наиболее извилистые участки рек, максимально прикрытые лесами [Honda et al., 2010b]. С повышением температуры рыбы преимущественно перемещаются в верховья водотоков

[Honda et al., 2012]. Поведение их также зависит от местообитания. Наиболее подвижными рыбы оказываются тогда, когда обитают преимущественно в нижнем течении рек [Honda et al., 2017]. При обитании в низовьях рек они держатся на сравнительно небольшой глубине, а двигательная активность оказывается сходной в светлое и темное время суток. В отличие от этого, при обитании преимущественно в верховьях рек более активным таймень оказывается в темное время суток [Honda et al., 2014]. Впрочем, миграционная активность существенно варьирует индивидуально, что было установлено при помощи акустической телеметрии. Так, 6,1 % рыб все время находились только в основном русле, 39,4 — использовали два и более притока, около 20,0 — постоянно располагались только в верховьях водотоков и около 40,0 % особей занимали речную систему на всей ее протяженности [Honda et al., 2012].

Показано, что у тайменя самый выраженный хоминг, по крайней мере для многократно размножающихся лососевых рыб [Fukushima, Rand, 2021]. Объективно у нас нет возможности сравнить стабильность хоминга тайменя и других рыб, известных в этом плане, например кеты. Теоретически вполне можно предположить, что хоминг у этих видов был бы сопоставим. Все-таки таймень по сравнению с тихоокеанскими лососями отходит на значительно меньшее расстояние от устьев рек, из которых вышел на нагул в море, но при этом все равно частично отклоняется в соседние водотоки. Впрочем, данных по протяженности его морских миграций в литературе найти не удалось. Полагаем, что для пользы дела оправданно пропагандировать информацию о максимально выраженном хоминге у сахалинского тайменя. Это поможет внедрить в сознание обывателей и рыбаков-любителей мысль о том, что разреженная популяция этих рыб является нежизнеспособной, а популяция, выловленная в реке, никогда уже в ней не возродится [Макеев, 2023]. Впрочем, в практическом плане эта мысль и так представляется бесспорной.

Питание и динамика роста

Считается, что сахалинский таймень — ярко выраженный хищник, находящийся на вершине пищевой цепи, у которого в связи с питанием крупной пищей даже частично редуцировались тычинки на первой жаберной дуге [Парпура, Семенченко, 1989; Пичугин, Сидоров, 2006]. И действительно, в южной части ареала при наличии большого количества доступной пищи, в частности молоди гольянов разных видов (вероятно, родов Phoxinus и Rhynchocypris (в работе не указано)) и щиповки *Cobitis lutheri*, таймень, уже сеголеткой переходит на питание рыбой [Бушуев, 1983]. Однако в реках Сахалинской области сеголетки питаются только беспозвоночными животными. Основу их питания составляют бокоплавы, а также личинки хирономид и водных клопов [Сафронов и др., 2016]. По мере роста рыб в рацион начинают входить и другие беспозвоночные — личинки поденок, веснянок и ручейников, взрослые особи хирономид и воздушных насекомых [Крыхтин и др., 1964; Гриценко и др., 1974]. У рыб длиной 15–30 см бокоплавы продолжают оставаться главным пищевым объектом с долей 50,8 %. Вместе с тем у тайменя такого размера в пищевом комке в большом объеме встречается рыба — 42,4 %, среди которой преобладает девятииглая колюшка — 13,7 %. У рыб длиной 31–50 см доля рыб фактически остается прежней — 40,3 %, доля бокоплавов снижается до 37,9, а в рационе в значительном объеме появляются мышевидные грызуны — 12,4 %. У особей более 50 см, которые главным образом уже нагуливаются в морской воде, рыбы (песчанка, мойва, навага) становятся доминирующими кормовыми объектами, составляя 74,8 % от доли пищевого комка. Однако у крупных рыб в пищевом комке присутствуют мышевидные грызуны — 12,4 %, бокоплавы — 5,9 и макрофиты — 3,6 % [Гриценко и др., 1974]. И только особи тайменя крупнее 60 см питаются исключительно рыбой [Сафронов и др., 2016]. В водах Японии при длине 2,9–3,2 см молодь ест личинок водных насекомых, при длине 14,0–18,0 см переходит на питание рыбами [Kimura, 1966]. Питание

крупных особей тайменя мышевидными грызунами и лягушками хорошо известно и для водотоков Японии [Ondachi, Seo, 2004].

Таким образом, можно заключить, что в питании сахалинский таймень является всеядным, потребляя те организмы, которые наиболее доступны для него в текущий момент. Так, в большинстве озер и водотоков таймень предпочитает бентосные организмы, однако при относительно бедном бентосе и богатом планктоне массово питается и планктонными организмами [Edo et al., 2005]. На питание рыбой молодь переходит тогда, когда та по своему размеру становится доступным объектом. При этом набор рыб — объектов питания — также зависит от того, какие именно рыбы находятся рядом [Завгородняя и др., 1964; Ключарева, Световидова, 1968]. Это может быть и собственная молодь [Sagawa et al., 2003], и преимущественно пелагические или массовые виды донных рыб [Kawamura et al., 1983].

Хорошо известно питание тайменя тихоокеанскими лососями, причем объектом питания является как молодь при ее миграции в прибрежье, так и производители при миграции на нерест. Впрочем, пока молодь кеты находится на мелководье, она массово избегает встреч с молодью тайменя, которая преимущественно находится на стрежне русла. Однако в период массового ската молодь и кеты [Воловик, Гриценко, 1970], и горбуши становится основным объектом питания. При этом интенсивность потребления мальков горбуши оказывается пропорциональна интенсивности ската [Тагмазьян, 1974]. Что касается производителей, то известен случай, когда у тайменя, пойманного ставным неводом, в желудке были обнаружены взрослые особи горбуши [Семенченко, 2003].

Известно также и то, что таймень делит среду обитания с основными видами-конкурентами и тем самым уходит от пищевой конкуренции с ними. Это, вероятно, является следствием того, что в ходе эволюции таймень не выдержал конкуренции с более эволюционно пластичными и потому более многочисленными гольцами рода Salvelinus. Например, на о. Кунашир, несмотря на большое количество озер, соединенных с морем и, казалось бы, пригодных для обитания тайменя, его устойчивые популяции обнаружены только в озерах Серебряном и Валентины [Соков, 1998]. При этом наиболее крупная популяция присутствует в первом из них, которое летом сильно зарастает высшей водной растительностью. Но в этом озере сравнительно небольшое количество гольца, как кунджи, так и мальмы [Ключарева, 1967]. Практически такая же ситуация и на о. Итуруп, где в самых известных и крупных озерах, например таких как Красивое или Сопочное, таймень отсутствует, но есть популяции нерки, озерная кета, в значительном количестве гольцы [Зеленников и др., 2016]. Что касается сахалинского тайменя, есть только две заметные популяции, приуроченные к озерно-речным системам озер Куйбышевского и Лебединого [Сидоров, Пичугин 2005]. Последнее из них является аналогом оз. Серебряного, в котором температура воды летом поднимается до 20–22 °С, что для молоди тайменя является приемлемым [Бушуев, 1983], а для видов-конкурентов, по всей видимости, нет. По крайней мере кунджа и молодь симы в озере присутствуют штучно, а мальму мы не обнаружили [Зеленников, Семенов, 2023, 2025].

При совместном обитании таймень делит с конкурентами либо объекты питания, либо кормовые участки. Так, в водотоках Японии молодь тайменя питается преимущественно организмами бентоса, тогда как молодь симы — воздушными насекомыми [Sagawa et al., 2003]. В одном водотоке молодь тайменя располагается в основном на глубине на участках медленного течения, тогда как молодь симы, мальма, кижуч и частично кунджа — чаще на мелководье и участках с более быстрым течением [Живоглядов, 2004].

По общему представлению многих исследователей [Yamashiro, 1965; Ключарева, Световидова, 1968; Сафронов и др., 2016], рост молоди тайменя ускоряется после ее перехода на питание рыбой. Показано также, что темп роста тайменя в пресной воде

может быть весьма различным. Например, темп роста рыб в р. Тымь оказывается заметно ниже, чем у рыб этого же возраста, выходящих на нагул в морскую среду [Гриценко, Чуриков, 1977]. А вот у рыб в оз. Тунайча темп роста практически такой же, как и у рыб в море [Сафронов и др., 2016]. В связи с этим отметим, что сахалинский таймень растет значительно медленнее, чем таймень сибирский, который является исключительно пресноводным [Завгородняя и др., 1964].

Численность и промысел

Предполагается, что сравнительно высокой для себя численности сахалинский таймень достигал 10–12 тыс. лет назад, после последнего периода оледенения [Маляр, Брыков, 2016]. Однако с учетом своей биологии и низкой экологической «пластичности» особенно многочисленным он не был никогда, хотя и являлся объектом промысла. Так, в 1950–1960-е гг. его вылов на территории Советского Союза достигал 50 т и более [Крыхтин и др., 1964]. Например, в 1978 г. только в Ныйском заливе добыли 81,3 т [Сафронов, Сухонос, 2006]. При этом в разных регионах, например в реках северного Приморья, сахалинский таймень наряду с гольцами рода Salvelinus считался основным компонентом рыбной части сообщества [Парпура, 1991].

Интересно отметить, что в период относительно высокой численности тайменя его рассматривали как вид-мелиоратор, как ценного «помощника» при организации рыбного хозяйства, основанного на озерном выращивании карася *Carassius gibelio* и карпа *Cyprinus rubrofuscus* [Ключарева, 1964].

Впоследствии численность тайменя начала сокращаться. И несмотря на то что по крайней мере до начала 1990-х гг. он оставался объектом официального промысла, многократное уменьшение вылова отметили как для различных районов Сахалинской области [Сафронов, Сухонос, 2006], так и для Хабаровского края [Золотухин и др., 2000]. В 2000 г. сахалинский таймень был внесен в Красную книгу Сахалинской области, а затем в 2001 г. — в Красную книгу России [Макеев и др., 2014].

Вообще, применительно к динамике численности сахалинского тайменя к началу текущего века сложилась странная, противоречивая и даже какая-то запутанная ситуация. С одной стороны, вид был наконец-то включен в Красную книгу Сахалинской области и России и, казалось бы, получил охранный статус.

С другой стороны, в связи с особенностями природоохранного законодательства России он оказался без охраны совсем, поскольку те организации, которые могли охранять этих рыб, например органы рыбоохраны или Федеральная пограничная служба, по закону не имели права на охрану краснокнижных видов. Та же организация, которая должна была заниматься этой деятельностью — Росприроднадзор, — по факту не имела такой возможности [Бушуев, 2011].

Некоторые исследователи, проводя специальные работы, считали, что состояние многих популяций является стабильным, и полагали, что, например, на Сахалине включение сахалинского тайменя в Красную книгу является необоснованным [Золотухин, Семенченко, 2008].

Одновременно в печати появлялись научные публикации, авторы которых предлагали, с какого возраста можно вести промысел тайменя [Гриценко, Кловач, 2006] или как перспективно организовать с использованием тайменя любительское рыболовство на Сахалине [Сафронов и др., 2004], как будто само внесение этого вида в Красную книгу региона не являлось барьером для любого вида его вылова.

Кроме того, крайне противоречивой является информация по заповедным территориям. Одни исследователи говорят, что их площадь в зоне обитания тайменя увеличивается, другие — что уменьшается [Сафронов и др., 2004]. Можно полагать, что правы были обе стороны. Ведь само увеличение площади заповедных территорий не свидетельствует об увеличении возможности для охраны конкретного вида рыб. И действительно, широко известный Сихотэ-Алинский биосферный заповедник в При-

морском крае не может заниматься охраной проходных рыб, поскольку на его территории находятся лишь верховья рек [Подушко, 1991]. Такая же ситуация в отношении тайменя и у единственного на о. Сахалин заповедника «Поронайский», на территории которого находится лишь часть бассейна р. Владимировка [Макеев и др., 2014]. Природный заказник «Восточный» на Сахалине может осуществлять охрану тайменя, но по его территории протекает лишь несколько сравнительно некрупных водотоков [Сабиров и др., 2017]. Заповедные территории на о. Хоккайдо с точки зрения охраны тайменя также расположены неудачно [Fukushima, Kameyama, 2006].

Весь этот клубок противоречий никак не способствовал эффективной охране тайменя, и его численность продолжала сокращаться во многих частях ареала до практически полного исчезновения [Hatakeyama et al., 2005; Suzuki et al., 2011]. Например, на Сахалине из 110 наиболее заметных водотоков, в которых известно воспроизводство тайменя, только в 11 присутствуют относительно многочисленные популяции, хоть они и определяются как уязвимые. Еще 37 популяций находятся под угрозой исчезновения, а в оставшихся 62 заметное воспроизводство практически отсутствует [Makeev, 2012]. В результате в 2002 г. вид был внесен отдельно в Красную книгу Приморского края [Макеев и др., 2014], в 2006 — в международный IUCN Red List of Threatened Species как вид, находящийся под угрозой уничтожения [Rand, 2006], и, наконец, в список 50 видов животных, нуждающихся в приоритетном спасении [Edmondstone et al., 2022].

Конечно, для вида с небольшой численностью любые формы антропогенного воздействия нежелательны. Сокращению численности тайменя способствуют многие факторы, например гидростроительство, в частности постройка плотин [Fukushima et al., 2007; Fukushima, 2012], увеличение масштабов сельского хозяйства в поймах рек [Fukushima et al., 2011] и др. На уменьшение численности тайменя выраженное воздействие оказывают инвазионные виды, особенно другие виды лососевых рыб, например радужная форель *Parasalmo mykiss*, ручьевая форель *Salmo trutta* и голец *Salvelinus fontinalis* [Kitano, 2004; Han et al., 2008a, b]. Особая опасность форели связана с тем, что у нее также весенний нерест. Несмотря на то что в среднем форель значительно мельче, закладка икры производится на такой же глубине. Гнездо тайменя в 5 раз больше, но на практике оно оказывается буквально обложено гнездами форели [Nomoto et al., 2010].

Однако, по единому мнению исследователей [Семенченко, Золотухин, 2011; Zolotukhin et al., 2013; Rand, Fukusima, 2014; и др.], главной причиной сокращения численности сахалинского тайменя является браконьерство. Например, в одной из работ для Хабаровского края [Золотухин, Шишаев, 2004] браконьерству отвели 50 % причин сокращения численности тайменя. Еще 25 % зависит от рыболовства на зимовальных ямах, которое в свое время было широко развито в Сахалинской области. Если учесть, что тайменя как представителя краснокнижного вида ловить нельзя, то получаем, что это тоже браконьерство.

Удивительно, но для лосося, который лето и начало осени нагуливается в прибрежье, оказывается весьма незначительным его изъятие при промысле горбуши и кеты. Например, для популяции р. Коппи оно составляет всего 5 % причин сокращения популяции [Золотухин, Шишаев, 2004]. Впрочем, это данные для популяции, из которой рыбы не выходят в морскую среду [Zimmerman et al., 2011]. На Сахалине, за небольшим исключением [Сафронов и др., 2016], таймень нагуливается в море. А масштаб промысла тихоокеанских лососей значительно больше, чем в Хабаровском крае. Однако и на Сахалине сокращение численности тайменя на 62,0 % определяется браконьерством, на 18,7 — любительским рыболовством и только на 12,8 % — изъятием в качестве прилова при промысле тихоокеанских лососей [Макеев, 2023].

Интересно отметить, что браконьерский, но тогда еще законный, промысел рыбы имеет на Сахалине давние традиции. Есть сообщение, что зимой в р. Набиль из одной зимовальной ямы за ночь могли поймать до ста и более тайменей [Федорчук, 1998]. А еще ранее доктор Н. Слюнин [1895, с. 82] писал о результатах варварского промысла японских рыбаков: *«Где недавно кипела жизнь, давая пищу инородцам-айнам и солид-*

ные барыши промышленникам, там теперь — пустыня». К сожалению, после того как Сахалин в 1875 г. отошел в состав России, за японцами оставили право беспошлинно ловить рыбу у устьев сахалинских рек.

В завершение раздела отметим, что до настоящего времени на Сахалине остаются относительно многочисленные популяции тайменя и даже есть биоценозы, в которых таймень является одним из доминирующих видов, например в р. Набиль (северо-восточный Сахалин) [Никитин, Лабай, 2017] или в отдельных притоках р. Поронай [Живоглядов и др., 2011]. Вспомним, что именно территория нынешнего Сахалина считается центром появления и распространения этого вида рыб [Скурихина и др., 2013]. Отметим и то, что просветительские меры, вероятно, начинают приносить плоды. В одной из последних работ [Барабанщиков и др., 2023] впервые за многие годы отмечается увеличение численности сахалинского тайменя в отдельных популяциях, например в р. Самарга, в северной части Приморья. Популяция в этой реке ранее была определена как эталонная [Семенченко, 2003]. В настоящее время в реках Самарга и Единка не только становится более многочисленным поголовье тайменя, но и присутствуют особи крупнее 20 кг [Барабанщиков и др., 2023]. Среди наиболее значимых рек для воспроизводства вида значатся Поронай (о. Сахалин; 350 км) и Тумнин (Хабаровский край; 365 км) [Золотухин и др., 2000]. Судя по численности рыб (0,108 экз./м^2), именно Поронай оказывается той рекой, в бассейне которой в настоящее время обитает самая многочисленная популяция сахалинского тайменя [Semenchenko, Zolotukhin, 2012].

Особенности заводского воспроизводства

На фоне дискуссии о спасении тайменя как вида стали актуальными работы по искусственному воспроизводству его молоди, которые в России начались в Сахалинской области в 1990 г. и продолжаются по настоящее время [Литвиненко и др., 2022]. Вначале эти работы были эпизодическими, не обеспеченными длительной программой и скоординированными усилиями. В печати буквально можно прочитать, что не было финансирования и в 1992 г. работы пришлось прекратить [Кораблина, 2002]. Однако еще раньше работы по искусственному воспроизводству тайменя были начаты в Японии [Kimura, 1966]. Опасаясь инбридинга и поставив перед собой задачу обновить генофонд тайменя, японские специалисты обратились к коллегам на Сахалине с заказом на поставку икры тайменя местного стада. Для выполнения этого заказа в 1996 г. на Сахалине возобновили работы с тайменем [Кораблина, 2002].

В результате за 30 лет, как скоординированно, так и независимо друг от друга, в Сахалинской области и в Японии была разработана методика воспроизводства молоди тайменя. Успешному выполнению этой задачи способствовали два главных обстоятельства. Во-первых, в обоих регионах работы выполняли не только на рыбоводных заводах [Зеленкин, Федорова, 1997; Kimura, Hara, 1989], но и в лабораториях исследовательских институтов [Kimura, 1966; Kimura, Hara, 1993; Иванова, Иванов, 1999], где молодь дополнительно и всесторонне изучали [Yoshitomi et al., 2010].

Во-вторых, в работе опирались на биотехнику выращивания молоди горбуши и кеты, применяя отработанные приемы оплодотворения, противопаразитарной профилактики, кормления и др. При этом очевидным преимуществом работы с молодью тайменя было то, что летом производственные мощности, предназначенные для воспроизводства молоди тихоокеанских лососей, пустуют. Так, апробируя разные температурные режимы, от 5,4 до 10,5 °С, установили, что период инкубации икры может растягиваться от 34 до 49 сут (314,6–390,1 градусо-дня); период от оплодотворения икры до подъема личинок на плав — от 68 до 83 сут (625,5–706,7 градусо-дня) [Зеленкин, Федорова, 1997; Иванова и др., 2001а; Литвиненко и др., 2022]. При выращивании в более широком температурном диапазоне, от 0 до 21,1 °С, исследователи добились выклева (при 9,4 °С) через 34 дня [Kimura, Hara, 1989]. В конечном итоге были определены наиболее благоприятные температурные режимы, условия содержания, особенности противопаразитарной

профилактики [Иванова и др., 2001б; Кораблина, Иванова, 2001] при работе на пяти рыбоводных заводах, максимально различающихся термическими условиями [Makeyev et al., 2013]. Более того, рыбоводы не ограничились выращиванием привычных для них сеголеток. Молодь тайменя выращивали до двух- и трехлетнего возраста [Иванова и др., 2001в] и даже до возраста 7+, создав на Охотском лососевом рыбозаводе маточное стадо этого вида [Микодина, Любаев, 2005; Микодина, Новосадов, 2016].

Отдельным фрагментом работ по совершенствованию биотехники выращивания тайменя было исследование его паразитофауны. Установили, что, как и другие виды лососевых рыб, таймень подвержен заражению паразитами из многих систематических групп: простейших, плоских и круглых червей, ракообразных и др. [Nagasawa et al., 1987]. Интересно, что большинство гельминтов из типов плоских и круглых червей представлены кишечными взрослыми формами, а следовательно, именно таймень является их окончательным хозяином [Popiojek et al., 2013]. Оказалось, что у тайменя есть даже специфичные паразиты, для которых он является единственным видом-хозяином. Таким, например, является копепода *Salmincola stellatus,* паразитирующая в ротовой полости [Шедько, Шедько, 2003], к которой у тайменя вырабатывается даже специфический глобулин [Hiramatsu et al., 2001b]. Отметим, что при заводском выращивании молоди этот паразит оказывает существенное негативное воздействие [Nagasawa, Urawa, 1991; Nagasawa et al., 1994].

В настоящее время при действительно масштабном сокращении численности отдельных популяций сахалинского тайменя заводское воспроизводство молоди представляется уже обязательным пунктом программы восстановления вида [Макеев, Самарский, 2013]. Этот путь предлагают и специалисты-генетики, рекомендуя лишь выполнять отбор производителей из популяций в пределах эко-географических единиц [Животовский, 2016]. Для более надежного обеспечения заинтересованных организаций посадочным материалом было показано, как при использовании поваренной соли можно увеличить время подвижности спермиев [Hirai et al., 1987], а также проведены работы по криоконсервации спермы тайменя для ее длительного хранения, в ходе которых определили состав консервирующих смесей и режим заморозки [Kusuda et al., 2004, 2005].

Заключение

При обобщении имеющихся данных становится очевидным, что сахалинский таймень в связи с особенностями своего жизненного цикла и биологии весьма предрасположен к дальнейшему сокращению численности.

Во-первых, он является фактически одинаковым в разных местообитаниях, отличаясь крайне низкой экологической «пластичностью» в быстро меняющихся условиях обитания. Некоторые популяционные различия отражают не его способность приспосабливаться к среде обитания, а особенности водотоков. Например, осуществляется ли вынос речной воды прямо в море, в озеро или опресненную лагуну.

Во-вторых, массовое половое созревание тайменя происходит в возрасте 9–11 лет. Если учесть, что главный фактор, способствующий сокращению численности тайменя, — это браконьерство плюс любительское рыболовство (что применительно к сахалинскому тайменю на территории Сахалинской области и Приморского края по сути также является браконьерством), то даже до первого нереста доживает незначительная часть каждого поколения.

В-третьих, современный природоохранный статус тайменя делает фактически невозможным его законное исследование и получение современных данных. Как следствие, в результате фактического ограничения на исследования (длительная и непрозрачная процедура получения разрешения из центрального офиса Росприроднадзора в Москве) в российской части ареала сахалинского тайменя ощущается недостаток сведений не только об общей численности вида, но и о биологии молоди и местах расположения нерестилищ [Барабанщиков и др., 2023].

Некоторое увеличение численности тайменя в отдельных популяциях скорее выглядит как результат стечения обстоятельств, а не итог планомерной природоохранной работы, которая по данному виду не является заметной. В любом случае исследователи [Барабанщиков и др., 2022], проведя специальную работу по ревизии видов рыб, внесенных в Красную книгу Приморского края, предлагают в новой редакции оставить всего два вида, в том числе и сахалинского тайменя, тогда как остальные 29 видов по различным причинам исключить.

То, что сокращению численности сахалинского тайменя способствует только одна причина, по сравнению с действием которой остальными можно пренебречь, дает большую надежду на сохранение этого вида. Как известно, в течение последних 30–40 лет произошло качественное изменение во взаимодействии человека с природной средой. Мы осознали, что являемся частью экосистемы, уже не делим виды животных на нужных и ненужных, вредных и полезных. И рыболовы-любители при должной и качественной пропаганде могут стать надежными помощниками в деле сохранения сахалинского тайменя как биологического вида [Cooke et al., 2014]. Сам же таймень может стать не только объектом охраны, но и своего рода «зонтичным видом», вместе с которым можно будет защитить и других, столь же редких, но не таких известных и заметных представителей флоры и фауны [Sloat, 2023].

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Автор выражает благодарность Сергею Степановичу Макееву, начальнику Анивского отдела ихтиологии Сахалинского филиала ФБГУ «Главрыбвод», большому знатоку сахалинского тайменя и энтузиасту, ведущему просветительскую работу и работу с детьми, за ценные советы и помощь в подготовке публикации.

The author is grateful to Sergey Stepanovich Makeev, head of the Aniva ichthyology department of the Sakhalin Glavrybvod office, who knows japanese huchen very well and conducts a lot of educational work with local residents and children, for his valuable advices and assistance in the study.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Для выполнения представленной работы живых животных не использовали. Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

Live animals were not used in the study. The author states that he has no conflict of interest.

Список литературы

Анбиндер Е.М., Глубоковский М.К., Покозий Н.В. Кариотип сахалинского тайменя // Биол. моря. — 1982. — № 4. — С. 59–60.

Барабанщиков Е.И. Японский мохнаторукий краб (*Eriocheir japonicus* De Haan) эстуарно-прибрежных систем Приморского края // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 131. — С. 228–248.

Барабанщиков Е.И., Баланов А.А., Семенченко А.Ю., Прозорова Л.А. Нуждающиеся в охране виды рыб Приморского края Дальнего Востока России (к обновлению региональной Красной книги) // Биота и среда природных территорий. — 2022. — Т. 10, № 4. — С. 49–58. DOI: 10.25221/2782-1978_2022_4_5.

Барабанщиков Е.И., Назаров В.А., Прозорова Л.А. Предварительная оценка состояния популяций сахалинского тайменя *Parahucho perryi* (Brevoort, 1856) в Приморском крае // Биота и среда природных территорий. — 2023. — Т. 11, № 2. — С. 32–43. DOI: 10.25221/2782-1978_2023_2_2.

Берг Л.С. Рыбы пресных вод Российской империи. — М. : Тип. т-ва Рябушинских, 1916. — 563 с.

Берг Л.С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 1 : моногр. — 4-е изд., испр. и доп. — М. ; Л. : АН СССР, 1948. — 468 с. (Определители по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР, т. 27.)

Бурлаченко О.В. О пресноводном периоде жизни сахалинского тайменя реки Очепуха // Биомониторинг и рациональное исследование гидробионтов : тез. докл. конф. мол. ученых. — Владивосток : ТИНРО-центр, 1997. — С. 8–9.

Бушуев В.П. Биология тайменя *Hucho perryi* (*Brevoort*) из реки Киевка (Южное Приморье) // Экология и систематика пресноводных организмов Дальнего Востока. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1983. — С. 61–72.

Бушуев В.П. Проблемы «краснокнижных» рыб // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2011. — Вып. 5. — С. 82–85.

Веденский А.П. Заметки о рыбах и рыбном промысле на Южно-Курильских островах // Рыб. хоз-во. — 1949. — № 7. — С. 32–39.

Воловик С.П., Гриценко О.Ф. О влиянии хищных рыб на выживание молоди лососей в реках Сахалина // Тр. ВНИРО. — 1970. — Т. 71, вып. 2. — С. 193–209.

Глубоковский М.К. Эволюционная биология лососевых рыб : моногр. — М. : Наука, 1995. — 343 с.

Глубоковский М.К. Эволюция и классификация лососевых рыб подсемейства Salmoninae // Биологические проблемы Севера. — Магадан : ДВНЦ АН СССР, 1983. — С. 161.

Гриценко О.Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел) : моногр. — М. : ВНИРО, 2002. — 248 с.

Гриценко О.Ф., Кловач Н.В. Сообщество рыб Ныйского залива (Северо-Восточный Сахалин) в 1972–1974 гг. до начала нефтегазовых разработок : моногр. — М. : ВНИРО, 2006. — 84 с.

Гриценко О.Ф., Малкин Е.М., Чуриков А.А. Сахалинский таймень *Hucho perryi* (Brevoort) реки Богатой (восточное побережье Сахалина) // Изв. ТИНРО. — 1974. — Т. 93. — С. 91–101.

Гриценко О.Ф., Чуриков А.А. Географическая и размерная изменчивость сахалинского тайменя *Hucho perryi* (Brevoort) // Лососевидные рыбы. — Л. : Наука, 1980. — С. 92–100.

Гриценко О.Ф., Чуриков А.А. Исследования экологии тайменя *Hucho perryi* (Brevoort) Северного Сахалина : науч. отчет по теме 11. — М. : ВНИРО, 1977. — 26 с.

Депрерадович Ф.М. Этнографический очерк Южного Сахалина // Сб. ист.-стат. сведений о Сибири и сопредельных странах. Т. 2, вып. 1. — СПб, 1876. — С. 1–67.

Живоглядов А.А. Структура и механизмы функционирования сообщества рыб малых нерестовых рек острова Сахалин : моногр. — М. : ВНИРО, 2004. — 128 с.

Живоглядов А.А., Никитин В.Д., Промашкова О.А., Прохоров А.П. Некоторые подходы к изучению видовой и пространственной структуры сообществ рыб равнинной части русла р. Поронай // Тр. СахНИРО. — 2011. — Т. 12. — С. 55–71.

Животовский Л.А. Популяционная структура вида: эко-географические единицы и генетическая дифференциация популяций // Биол. моря. — 2016. — Т. 42, № 5. — С. 323–333.

Завгородняя Н.Г., Ключарева О.А., Световидова А.А. Рост и питание сахалинского тайменя *Hucho perryi* (Brevoort) в озерах Южного Сахалина // Вопр. ихтиол. — 1964. — Т. 4, вып. 3(32). — С. 523–533.

Зеленкин С.А., Федорова Л.К. Эксперимент по искусственному воспроизводству сахалинского тайменя *Hucho perryi* (Brevoort) // Биомониторинг и рациональное использование гидробионтов : тез. докл. конф. мол. ученых. — Владивосток : ТИНРО-центр, 1997. — С. 24–25.

Зеленников О.В., Погодин В.П., Отставная Е.Г. Распределение молоди тихоокеанских лососей и сопутствующих видов рыб в озере Сопочное (остров Итуруп) // Биол. моря. — 2016. — Т. 42, № 2. — С. 153–155. DOI: 10.1134/S1063074016020139.

Зеленников О.В., Семенов Р.А. Новые сведения об условиях обитания и состоянии популяции сахалинского тайменя *Parahucho perryi* в озере Лебединое (о. Итуруп) // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 1. — Р. 39–53. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-39-53. EDN: YOGVMN.

Зеленников О.В., Семенов Р.А. О состоянии ихтиофауны озера Лебединого (остров Итуруп) в связи с функционированием лососевых рыбоводных заводов // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203. вып. 3. — С. 490–498. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-490-498. EDN: ABPIHO.

Золотухин С.Ф. Анадромные рыбы российского материкового побережья Японского моря и современный статус их численности // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. — С. 800–818.

Золотухин С.Ф., Семенченко А.Ю. Рост и распространение сахалинского тайменя *Hucho perryi* (Brevoort) в речных бассейнах // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2008. — Вып. 4. — С. 317–338.

Золотухин С.Ф., Семенченко А.Ю., Беляев В.А. Таймени и ленки Дальнего Востока России : моногр. — Хабаровск : ХфТИНРО, 2000. — 128 с.

Золотухин С.Ф., Шишаев А.В. Состояние популяции сахалинского тайменя в реках западного побережья Татарского пролива и перспективы его рационального использования //

Особо охраняемые природные территории для защиты лосося и среды его обитания в северо-тихоокеанском регионе : мат-лы междунар. конф. — Хабаровск : ХГТУ, 2004. — С. 42–51.

Иванков В.Н. Строение яйцеклеток и систематика рыб : моногр. — Владивосток : ДВГУ, 1987. — 159 с.

Иванков В.Н., Падецкий С.Н., Карпенко С.Н., Лукьянов П.Е. Биология проходных рыб южного Приморья // Биология проходных рыб Дальнего Востока. — Владивосток : ДВГУ, 1984. — С. 10–36.

Иванова Л.В., Иванов А.Н. Инкубация икры и выдерживание личинок сахалинского тайменя в лабораторных условиях // Биомониторинг и рациональное использование морских и пресноводных гидробионтов : тез. докл. конф. мол. ученых. — Владивосток : ТИНРО-центр, 1999. — С. 42–43.

Иванова Л.В., Кораблина О.В., Иванов А.Н. Результаты инкубации икры и выдерживания личинок сахалинского тайменя // Наука-техника-технология на рубеже 3-го тысячелетия : мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф. — Находка, 2001а. — С. 28–29.

Иванова Л.В., Кораблина О.В., Иванов А.Н. Материалы по инкубации икры и выдерживанию личинок сахалинского тайменя *Parahucho perryi* (Brevoort, 1856) // Вопр. рыб-ва. Прил. 1. — 2001б. — С. 104–108.

Иванова Л.В., Иванов А.Н., Кораблина О.В. Темп роста сахалинского тайменя в лабораторных условиях // Тез. докл. VIII съезда гидробиол. о-ва РАН. — Калининград, 2001в. — Т. 2. — С. 35–37.

Ключарева О.А. Ихтиофауна лагунных озер о-ва Кунашир (Курильские острова) // Зоол. журн. — 1967. — Т. 46, вып. 3. — С. 384–392.

Ключарева О.А. Материалы по ихтиофауне и рыбному хозяйству озер Южного Сахалина // Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна. — М. : МГУ, 1964. — С. 223–266.

Ключарева О.А., Световидова А.А. Зависимость роста рыб от особенностей кормовой базы в озерах юга Сахалинской области // Вопр. ихтиол. — 1968. — Т. 8, вып. 6(58). — С. 1022–1033.

Кольцов Д.В. Средообразующая деятельность проходных рыб в период нереста (на примере ихтиоцена реки Даги, северо-восточный Сахалин) // Вопр. ихтиол. — 1995. — Т. 35, № 1. — С. 78–85.

Кораблина О.В. Сахалинский таймень // Под созвездием Персея: СахНИРО 70 лет. — Владивосток : Рубеж, 2002. — С. 85–86.

Кораблина О.В., Иванова Л.В. Опыт разведения сахалинского тайменя *Hucho perryi* (Brevoort, 1856) на лососевых рыбоводных заводах и в лабораторных условиях // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2001. — Вып. 1. — С. 359–366.

Крыхтин М.Л., Марцинкевичене М.Л., Спановская В.Д. Новые данные о сахалинском таймене *Hucho taimen* (Pallas) // Вестн. МГУ. Сер. 16. Биология. — 1964. — № 6. — С. 19–25.

Лебедев В.Д., Спановская В.Д., Савваитова К.А. и др. Рыбы СССР : справочник. — М. : Мысль, 1969. — 446 с.

Линдберг Г.У., Легеза М.И. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 2 : моногр. — М. ; Л. : Наука, 1965. — 394 с. (Определители по фауне СССР, изд. ЗИН АН СССР, т. 84.)

Литвиненко А.В., Гринберг Е.В., Гурова Ю.Н. Сахалинский таймень (*Parahucho perryi* (Brevoort, 1856)), как объект искусственного разведения в условиях Охотского лососевого рыбоводного завода // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование : мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф. — Симферополь : КГМТУ, 2022. — С. 326–330.

Макеев С.С. О современном состоянии и необходимости принятия срочных мер по сохранению сахалинского тайменя // Экологические исследования на Дальнем Востоке России: история и современность. — Владивосток : ВВГУ, 2023. — Гл. 14. — С. 131–136.

Макеев С.С., Самарский В.Г. Искусственное воспроизводство как элемент стратегии сохранения сахалинского тайменя // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : тез. докл. XIV междунар. науч. конф., посвящ. 100-летию со дня рождения известного дальневосточного ученого, д.б.н., профессора В.Я. Леванидова. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2013. — С. 392–396.

Макеев С.С., Семенченко А.Ю., Золотухин С.Ф. и др. Стратегия сохранения сахалинского тайменя // Биоразнообразие наземных и водных животных. Зооресурсы : мат-лы II Всерос. науч. интернет-конф. с междунар. участием. — Казань, 2014. — С. 50–56.

Маляр В.В. Сравнительная филогеография четырех видов рыб семейств Salmonidae и Cyprinidae в Японском и Охотском морях : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : СахГУ, 2017. — 25 с.

Маляр В.В., Брыков В.А. Генетическая изменчивость у анадромных рыб кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) и сахалинского тайменя *Parahucho perryi* (Brevoort, 1856) из северо-западной Пацифики как отражение осцилляций палеоклимата // Биол. моря. — 2016. — Т. 42, № 4. — С. 289–299.

Микодина Е.В., Любаев В.Я. Выращивание маточного стада сахалинского тайменя *Parahucho perryi* (Brevoort) на лососевых заводах юго-восточного Сахалина // Аквакультура и интегрированные технологии: проблемы и возможности. — М. : ВНИИР, 2005. — Т. 3. — С. 195–212.

Микодина Е.В., Новосадов А.Г. Морфометрические и физиологические показатели культивируемого сахалинского тайменя *Parahucho perryi* Brevoort, 1856 // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов и пути их рационального использования : мат-лы докл. Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 85-летию Татарского отделения ГОСНИОРХ. — Казань : ГосНИОРХ, 2016. — С. 697–704.

Мицуль М.С. Очерк острова Сахалина в сельскохозяйственном отношении. — СПб. : Общедоступ. тип. и лит. А. Е. Ландау и К°, 1873. — 159 с.

Никаноров В.Е. Внутренние водоемы и любительское рыболовство на Сахалине : моногр. — Южно-Сахалинск : Сахалин. кн. изд-во, 1960. — 111 с.

Никитин В.Д., Лабай В.С. Сахалинский таймень (*Parahucho perryi*) в структуре ихтиофауны р. Набиль по данным исследований в 2015–2016 гг. // Уч. зап. СахГУ. — 2017. — № 13–14. — С. 19–32.

Никифоров С.Н. Ихтиофауна пресных вод Сахалина и ее формирование : автореф. дис. … канд. биол. наук. — Владивосток : ИБМ ДВО РАН, 2001. — 25 с.

Никифоров С.Н., Гришин А.Ф., Захаров А.В., Шелепаха Г.Н. Состав ихтиофауны и распределение рыб в бассейнах рек Поронай и Тымь (Сахалин) // Вопр. ихтиол. — 1997. — Т. 37, № 3. — С. 329–337.

Никольский А.М. Островъ Сахалинъ и его фауна позвоночныхъ животныхъ. Приложение к LX тому Записок Имп. Акад. наук № 5. Санкт-Петербургъ, 1889. — 334 с.

Никольский Г.В. Частная ихтиология : моногр. — М. : Высш. шк., 1971. — 472 с.

Олейник А.Г., Скурихина Л.А. Филогенетические связи сахалинского тайменя *Parahucho perryi* по данным PCL-RFLP-анализа митохондриальной ДНК // Генетика. — 2008. — Т. 44, № 7. — С. 885–895.

Осинов А.Г. Генетическая дивергенция и филогенетические взаимоотношения ленков рода Brachymystax и тайменей родов Hucho и Parahucho // Генетика. — 1991. — Т. 27, № 12. — С. 2127–2136.

Осинов А.Г. Лососевые рыбы (Salmonidae, Salmoniformes): происхождение, эволюция, филогения, систематика, охрана : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — М., 2004. — 48 с.

Парпура И.З. Биология сахалинского тайменя Parahucho perryi и гольцов рода Salvelinus в водах северного Приморья : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО, 1991. — 23 с.

Парпура И.З. Сравнительное морфобиологическое описание сахалинского тайменя из вод северного Приморья // Биология шельфовых и проходных рыб. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1990. — С. 39–46.

Парпура И.З., Семенченко А.Ю. Фауна и биология рыб рек северного Приморья // Систематика и экология речных организмов. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1989. — С. 120–137.

Пичугин М.Ю., Сидоров Л.К. О числе и форме жаберных тычинок у сахалинского тайменя *Parahucho perryi* // Вопр. ихтиол. — 2006. — Т. 46, № 1. — С. 139–141.

Подушко М.В. Ихтиологический аспект сбережения природы на Дальнем Востоке // Природоохранные территории и акватории Дальнего Востока и проблемы сохранения биологического разнообразия : тез. докл. науч. конф. — Владивосток : ДВО РАН, 1991. — С. 59–61.

Романов Н.С. Сравнение сахалинского тайменя с тихоокеанскими лососями по постэмбриональным изменениям скелета головы // III Всесоюз. совещ. по лососевым рыбам : сб. докл. — Тольятти, 1988. — С. 269–270.

Рыбы Курильских островов : моногр. / под ред. О.Ф. Гриценко. — М. : ВНИРО, 2012. — 384 с.

Рябова Г.Д., Гончарова А.А., Бушуев В.П. Электрофоретический анализ родственных взаимоотношений сахалинского тайменя *Hucho perryi* (Brevoort) с некоторыми тихоокеанскими лососевыми // Рыбы в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. — С. 96–101.

Сабиров Р.Н., Сабирова Н.Д., Воронов Г.А. Современное состояние биоты природного заказника «Восточный» на острове Сахалин // Вестн. ДВО РАН. — 2017. — № 1. — С. 108–115.

Сафронов С.Н., Звездов Т.В., Афанасьев С.П. и др. Особо охраняемые территории Сахалина и перспективы сохранения редких видов лососевых рыб // Особо охраняемые природные территории для защиты лосося и среды его обитания в северо-тихоокеанском регионе : мат-лы междунар. конф. — Хабаровск : ХГТУ, 2004. — С. 70–73.

Сафронов С.Н., Никитин В.Д., Заварзина Н.К. и др. Фауна круглоротых и рыб озера Тунайча // Водная биота озера Тунайча (Южный Сахалин) и условия ее существования. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2016. — Гл. 9. — С. 113–166.

Сафронов С.Н., Никитин В.Д., Лабай В.С., Заварзина Н.К. Круглоротые и рыбы пресных и олигогалинных вод острова Сахалин : моногр. — Владивосток : Дальпресс, 2024. — 344 с.

Сафронов С.Н., Сухонос П.С. Морфологическая характеристика и состояние популяции сахалинского тайменя (*Parahucho perryi*) реки Даги (Ныйский залив, о. Сахалин) // Экономические, социальные, правовые и экологические проблемы Охотского моря и пути их решения : мат-лы межрегион. науч.-практ. конф. — Петропавловск-Камчатский : РИО КамчатГТУ, 2006. — С. 62–65.

Семенченко А.Ю. Рыбы р. Самарга (Приморский край) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2003. — Вып. 2. — С. 337–354.

Семенченко А.Ю., Золотухин С.Ф. Эффективность воспроизводства сахалинского тайменя *Parahucho perryi* в реках Сахалина и стратегия его охраны // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2011. — Вып. 5. — С. 472–482.

Сидоров Л.К., Пичугин М.Ю. Состав ихтиофауны и особенности биологии рыб южных Курильских островов в связи с абиотическими условиями и происхождением водоемов // Тр. ВНИРО. — 2005. — Т. 144. — С. 151–175.

Скурихина Л.А., Олейник А.Г., Кухлевский А.Д., Маляр В.В. Внутривидовой полиморфизм мтДНК сахалинского тайменя *Parahucho perryi* // Генетика. — 2013. — Т. 49, № 9. — С. 1065–1078.

Слюнин Н. Промысловыя богатства Камчатки, Сахалина и Командорскихъ острововъ. Отчет д-ра Н. Слюнина за 1892–1893. — СПб. : Типографія В. Киршбаума, 1895. — 150 с.

Соков Д.В. Сахалинский таймень *Hucho perryi* (Brevoort) острова Кунашир // Вестн. сахалинского музея. — 1998. — № 1(5). — С. 333–336.

Солдатов В.К. Рыбы и рыбный промысел: курс частной ихтиологии : моногр. — М. ; Л. : Госиздат, 1928. — 320 с.

Солдатов В.К., Линдберг Г.У. Обзор рыб дальневосточных морей : Изв. ТИРХ. — 1930. — Т. 5. — 576 с.

Спрингмейер Д., Пинский М., Портли Н. и др. Ранжирование сахалинских речных бассейнов для сохранения лососевых // Тр. СахНИРО. — 2007. — Т. 9. — С. 264–294.

Тагмазьян З.И. Питание хищных рыб покатной молодью горбуши в реках Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1974. — Т. 92. — С. 65–76.

Таранец А.Я. Материалы к познанию ихтиофауны Советского Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1937. — Т. 12. — С. 5–50.

Федорчук В.В. Зимнее речное рыболовство нивхов Сахалина // Вестн. Сахалинского музея. — Южно-Сахалинск, 1998. — № 1(5). — С. 187–189.

Хаткевич В. Чевица — перспективный объект лососеводства // Рыбоводство и рыболовство. — 1973. — № 1. — С. 29.

Шапошникова Г.Х. Систематические отношения некоторых представителей семейства *Salmonidae* // Зоол. журн. — 1975. — Т. 54, вып. 4. — С. 575–582.

Шапошникова Г.Х. Сравнительно-морфологическое изучение тайменей и ленка // Вопр. ихтиол. — 1968. — Т. 8, вып. 3(50). — С. 440–464.

Шедько М.Б., Шедько С.В. Морфология и распространение *Salmincola stellatus* (Copepoda: lernaeopodidae) от сахалинского тайменя *Parahucho perryi* (Salmonidae) из Приморья // Паразитология. — 2003. — Т. 37, вып. 1. — С. 60–68.

Шедько С.В. Список круглоротых и рыб пресных вод побережья Приморья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2001. — Вып. 1. — С. 229–249.

Шедько С.В., Мирошниченко И.Л., Немкова Г.А. Филогения лососевых рыб (Salmoniformes: Salmonidae) и ее молекулярная датировка: анализ ядерного гена RAG1 // Генетика. — 2012. — Т. 48, № 5. — С. 676–680.

Шемелин Ф.И. Журнал перваго путешествия россиян во круг земнаго шара, сочиненный под высочайшим Его Императорского Величества покровительством Российско-Американской компании главным комиссионером московским купцом Федором Шемелиным. — СПб. : в Медицинской типографии, 1816. — Ч. 1. — 168 с.

Шитова М.В., Юрченко А.А., Шайхаев Е.Г., Животовский Л.А. Панель микросателлитных локусов для популяционных исследований сахалинского тайменя *Parahucho perryi* (Brevoort) // Генетика. — 2012. — Т. 48, № 8. — С. 976–982.

Шмидт П.Ю. Рыбы восточных морей Российской империи : моногр. — СПб. : Изд-во Император. рус. геогра. о-ва, 1904. — 466 с.

Шмидт П.Ю. Рыбы Охотского моря : моногр. — М. ; Л. : АН СССР, 1950. — 370 с.

Юрченко А.А. Генетическая структура популяций сахалинского тайменя *Parahucho perryi* Brevoort и вопросы природоохранной генетики вида : дис. … канд. биол. наук. — М., 2015. — 168 с.

Akiba K., Edo K., Oomiya H., Kawahara M. The establishment of monitoring procedures to ensure adequate conservation of the endangered salmonid Sakhalin taimen (*Parahucho perryi*) in Hokkaido, Japan // Book of abstracts II International Hucho Symposium. — Lopuszna, Poland, 2012. — P. 15.

Amano H., Mochizuki M., Fujita T. et al. Purification and characterization of a novel incomplete-type vitellogenin protein (VgC) in Sakhalin taimen (*Hucho perryi*) // Comp. Biochem. Physiol. Part A: Molecular & Integrative Physiology. — 2010. — Vol. 157, № 1. — P. 41–48. DOI: 10.1016/j.cbpa.2010.05.006.

Amer M.A., Miura T., Miura C., Yamauchi K. Involvement of sex steroid hormones in the early stages of spermatogenesis in Japanese huchen (*Hucho perryi*) // Biol. Reprod. — 2001. — Vol. 65, № 4. — P. 1057–1066. DOI: 10.1095/biolreprod65.4.1057.

Arai T. Effect of salinity on strontium: calcium ratios in the otoliths of Sakhalin taimen, *Hucho perryi* // Fish. Sci. — 2010. — Vol. 76. — P. 451–455. DOI: 10.1007/s12562-010-0235-5.

Arai T., Kotake A., Morita K. Evidence of downstream migration of Sakhalin taimen, *Hucho perryi*, as revealed by Sr:Ca ratios of otolith // Ichthyol. Res. — 2004. — Vol. 51. — P. 377–380. DOI: 10.1007/s10228-004-0230-x.

Brevoort J.C. Notes on some figures of Japanese fish taken from recent specimens by the artists of the U. S. Japan Expedition // Narrative of the Expedition of an American Squadron to the China Seas and Japan, performed in the years 1852, 1853, and 1854 under the command of Commodore M.C. Perry, United States Navy, by order of the Government of the United States, Vol. 2, U.S. Senate Ex. Doc. No. 79, 33rd Congress, 2nd Session. — Washington, 1856. — P. 253–288. DOI: 10.5962/bhl.title.13771.

Cooke S.J., Hogan Z.S., Butcher P.A. et al. Angling for endangered fish: conservation problem or conservation action? // Fish and Fisheries. — 2014. — Vol. 17, № 1. — P. 249–265. DOI: 10.1111/faf.12076.

Crête-Lafrenière A., Weir L.K., Bernatchez L. Framing the Salmonidae family phylogenetic portrait: A more complete picture from increased taxon sampling // PLoS One. — 2012. — Vol. 7. — e46662. DOI: 10.1371/journal.pone0046662.

Edmondstone M.R.J., Böhm M., Harrison I. et al. Fantastic freshwater: 50 landmark species for conservation. — London: SHOAL, Indianapolis Zoo Global Center for Species Survival, International Union for Conservation of Nature Species Survival Commission, Freshwater Conservation Committee, 2022. — 80 p.

Edo K. Ecology and conservation of Sakhalin taimen // Nat. Hokkaido. — 2007. — Vol. 45. — P. 2–10 (in Jap.).

Edo K., Kawaguchi Y., Nunokawa M. et al. Morphology, stomach contents and growth of the endangered salmonid, Sakhalin taimen *Hucho perryi*, captured in the Sea of Okhotsk, northern Japan: evidence of an anadromous form // Environ. Biol. Fish. — 2005. — Vol. 74. — P. 1–7. DOI: 10.1007/s10641-004-6115-z.

Edo K., Kawamula H., Higashi S. The structure and dimensions of redds and egg pockets of the endangered salmonid, Sakhalin taimen // J. Fish Biol. — 2000. — Vol. 56, № 4. — P. 890–904. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2000.tb00879.x.

Edo K., Kitanishi S., Akiba K. et al. Genetic population structure of the endangered salmonid, Sakhalin taimen Hucho perryi in Japan: implications for conservation // Book of abstracts II International Hucho Symposium. — Lopuszna, Poland, 2012. — P. 20.

Esteve M., McLennan D.A., Kawahara M. Spawning behaviour of Sakhalin taimen, *Parahucho perryi*, from northern Hokkaido, Japan // Environ. Biol. Fish. — 2009. — Vol. 85, № 3. — P. 265–273. DOI: 10.1007/s10641−009−9495−2.

Froufe E., Sefc K.M., Alexandrino P., Weiss S. Isolation and characterization of *Brachymystax lenok* microsatellite loci and cross-species amplification in *Hucho* spp. and *Parahucho perryi* // Mol. Ecol. Notes. — 2004. — Vol. 4, № 2. — P. 150–152. DOI: 10.1111/j.1471-8286.2004.00594.x.

Fukushima M. Salmonid habitat-geomorphology relationships in low-gradient streams // Ecology. — 2001. — Vol. 82, № 5. — P. 1238–1246. DOI: 10.1890/0012-9658(2001)082[1238:SHGRIL]2.0.CO;2.

Fukushima M. Spatially Explicit Models for Freshwater Fish for Conservation Planning // The Biodiversity Observation Network in the Asia-Pacific Region: Toward Future Development of Monitoring. — Springer, Japan, 2012. — P. 329–345. DOI: 10.1007/978-4-431-54032-8_24.

Fukushima M. Spawning migration and redd construction of Sakhalin taimen, *Hucho perryi* (Salmonidae) on northern Hokkaido Island, Japan // J. Fish Biol. — 1994. — Vol. 44, Iss. 5. — P. 877–888. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1994.tb01261.x.

Fukushima M., Harada C., Yamakawa A., Iizuka T. Anadromy sustained in the artificially land-locked population of Sakhalin taimen in northern Japan // Environ. Biol. Fish. — 2019. — Vol. 102. — P. 1219–1230. DOI: 10.1007/s10641-019-00904-4.

Fukushima M., Kameyama S. The effects of damming on masu salmon and the Sakhalin taimen and the assessment of their conservation areas based on predictive habitat models // Ecology and Civil Engineering. — 2006. — Vol. 8, № 2. — P. 233–244 (in Jap.). DOI: 10.3825/ece.8.233.

Fukushima M., Kameyama S., Kaneko M. et al. Modelling the effects of dams on freshwater fish distributions in Hokkaido, Japan // Freshwater Biology. — 2007. — Vol. 52, № 8. — P. 1511–1524. DOI: 10.1111/j.1365-2427.2007.01783.x.

Fukushima M., Rand P.S. High rates of consecutive spawning and precise homing in Sakhalin taimen (*Parahucho perryi*) // Environ. Biol. Fish. — 2021. — Vol. 104, № 7. — P. 41–52. DOI: 10.1007/s10641-021-01052-4.

Fukushima M., Shimazaki H., Rand P.S., Kaeriyama M. Reconstructing Sakhalin Taimen Parahucho perryi historical distribution and identifying causes for local extinctions // Trans. Am. Fish. Soc. — 2011. — Vol. 140, Iss. 1. — P. 1–13. DOI: 10.1080/00028487.2011.544999.

Han M., Fukushima M., Fukushima T. A spatial linkage between dams and non-native fish species in Hokkaido, Japan // Ecol. Freshwater Fish. — 2008a. — Vol. 17, Iss. 3. — P. 416–424. DOI: 10.1111/j.1600-0633.2008.00294.x.

Han M., Fukushima M., Fukushima T. Species richness of exotic and endangered fishes in Japan's reservoirs // Environ. Biol. Fish. — 2008b. — Vol. 83, № 4. — P. 409–416. DOI: 10.1007/s10641-008-9362-6.

Hatakeyama M., Watanabe T., Ikeda M. et al. Isolation and characterization of microsatellite DNA loci for endangered fish, Japanese huchen (*Hucho perryi*) // Mol. Ecol. Notes. — 2005. — Vol. 5, № 4. — P. 893–895. DOI: 10.1111/j.1471-8286.2005.01101.x.

Higashino T., Miura T., Miura C., Yamauchi K. Effects of two sex steroid hormones on early oogenesis in Japanese huchen (*Hucho perryi*) // Fish Physiol. Biochem. — 2003. — Vol. 28, № 1–4. — P. 343–344. DOI: 10.1023/B:FISH.0000030580.95994.77.

Hirai H., Kawamura H., Izumi T. et al. Sperm motility of the Japanese huchen, *Hucho perryi (Brevoort)* // Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery. — 1987. — № 42. — P. 13–18 (in Jap.).

Hiramatsu N., Fukada H., Sullivan C.V., Hara A. Simple and sensitive detection of vitellogenin receptors in Sakhalin taimen (*Hucho perryi*) // Bull. Fish. Sci. Hokkaido Univ. — 2001a. — Vol. 52, № 1. — P. 5–9.

Hiramatsu N., Fukada H., Kitamura M. et al. Serum Immunoglobulin M (IgM) in Sakhalin Taimen (*Hucho perryi*): Purification, Characterization, Circulating Levels, and Specific IgM Production by the Parasitic *Salmincola stellatus* // Suisanzoshoku. — 2001b. — Vol. 49, № 3. — P. 347–355.

Hiramatsu N., Hara A. Relationship Between Vitellogenin and Its Related Egg Yolk Proteins in Sakhalin Taimen (*Hucho perryi*) // Comp. Biochem. Physiol. Part A: Physiology. — 1996. — Vol. 115, Iss. 3. — P. 243–251. DOI: 10.1016/0300-9629(96)00055-2.

Hiramatsu N., Shimizu M., Fukada H. et al. Transition of serum vitellogenin cycle in Sakhalin taimen (*Hucho perryi*) // Comp. Biochem. Physiol. Part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology. — 1997. — Vol. 118, Iss. 2. — P. 149–157. DOI: 10.1016/S0742-8413(97)00084-4.

Holčik J. Review and evolution of Hucho (Salmonidae) // Acta Sci. Natur. Acad. Sci. Bohemicae Brno. — 1982. — Vol. 16, № 3. — P. 1–29.

Honda K., Arai T., Takahashi N., Miyashita K. Life history and migration of Sakhalin taimen, *Hucho perryi*, caught from Lake Akkeshi in eastern Hokkaido, Japan, as revealed by Sr:Ca ratios of otoliths // Ichthyol. Res. — 2010a. — Vol. 57, № 4. — P. 416–421. DOI: 10.1007/s10228-010-0174-2.

Honda K., Kagiwada H., Tojo N., Miyashita K. Riverine environmental characteristics and seasonal habitat use by adult Sakhalin taimen *Hucho perryi* // J. Fish Biol. — 2010b. — Vol. 77, Iss. 7. — P. 1526–1541. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2010.02790.x.

Honda K., Kagiwada H., Takahashi N., Miyashita K. Movement patterns of adult Sakhalin taimen, Parahucho perryi, between stream habitats of the Bekanbeushi River system, eastern Hokkaido, Japan // Ichthyol. Res. — 2014. — Vol. 61, № 2. — P. 142–151. DOI: 10.1007/s10228-013-0387-2.

Honda K., Kagiwada H., Takahashi N., Miyashita K. Seasonal stream habitat of adult Sakhalin taimen, *Parahucho perryi*, in the Bekanbeushi River system, eastern Hokkaido, Japan // Ecol. Freshwater Fish. — 2012. — Vol. 21, Iss. 4. — P. 640–657. DOI: 10.1111/j.1600-0633.2012.00585.x.

Honda K., Noda Y., Tsuda Y. et al. Tracing the seasonal migration of adult Sakhalin taimen, *Hucho perryi*, using acoustic telemetry // Jap. J. Ecol. — 2009. — Vol. 59, № 3. — P. 239–247.

Honda K., Takahashi N., Yamamoto K. et al. First documentation of detailed behaviors of endangered adult Sakhalin taimen *Parahucho perryi* in the Bekanbeushi River system, eastern Hokkaido, Japan, using bio-logging and acoustic telemetry concurrently // Ichthyol. Res. — 2017. — Vol. 64, № 3. — P. 1–8. DOI: 10.1007/s10228-016-0570-3.

Horreo J.L. Revisiting the mitogenomic phylogeny of Salmoninae: new insights thanks to recent sequencing advances // PeerJ. — 2017. — 5:e3828. DOI: 10.7717/peerj.3828.

Kawamura H., Mabuchi M., Yonekawa T. The Japanese Huchen, *Hucho perryi* (Brevoort), collected in brackish water Lake Akkeshi, eastern Hokkaido, Japan // Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery. — 1983. — Vol. 38. — P. 47–55 (in Jap.).

Kimura S. On the life history of the salmonid fish *Hucho perryi* (Brevoort), found in Nemuro, Hokkaido // Jap. J. Ichtyol. — 1966. — Vol. 14, № 1/3. — P. 17–25 (in Jap.).

Kimura S., Hara A. Culture and artificial fertilization of Japanese Huchen *Hucho perryi* // Suisanzoshoku. — 1989. — Vol. 37, № 2. — P. 121–128.

Kimura S., Hara A. New record of albino Japanese Huchen *Hucho perryi* // Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. — 1993. — Vol. 44, № 2. — P. 76–79.

Kitano S. Ecological Impacts of Rainbow, Brown and Brook Trout in Japanese Inland Waters // Global Environment Research. — 2004. — Vol. 8, № 1. — P. 41–50.

Kopun T., Winkler K.A., Weiss S. Eight new polymorphic microsatellite DNA markers Sakhalin taimen *Parahucho perry* // Conserv. Genet. — 2009. — Vol. 10, № 4. — P. 1089–1091. DOI: 10.1007/s10592-008-9716-9.

Krupianko N.I. Distribution and reproduction of charr, taimen and grayling in the Primorie rivers // Fish productivity of the Amur River fresh waters and adjacent rivers: First International Symposium : abstracts. — Khabarovsk, 2002. — P. 21–22.

Kusuda S., Koide N., Kawamula H. et al. Cryopreservation diluents for spermatozoa of Sakhalin taimen *Hucho perryi* // Fish. Sci. — 2005. — Vol. 71, № 2. — P. 293–298. DOI: 10.1111/j.1444-2906.2005.00963.x.

Kusuda S., Koide N., Kawamula H. et al. Cryopreservation of Sakhalin Taimen Hucho perryi Spermatozoa: Effect of Cryoprotectants on Post-thaw Fertility // Suisanzoshoku. — 2004. — Vol. 52, № 2. — P. 171–175.

Lappin F.M., Shaw R.L., Macqueen D.J. Targeted sequencing for high-resolution evolutionary analyses following genome duplication in salmonid fish: Proof of concept for key components of the insulin-like growth factor axis // Marine Genomics. — 2016. — Vol. 30. — P. 15–26. DOI: 10.1016/j.margen.2016.06.003.

Makeev S. Regional conservation strategy of the Sakhalin Taimen (*Parahucho perryi*) // Book of abstracts II International Hucho Symposium. — Lopuszna, Poland, 2012. — P. 34–35.

Makeev S.S., Samarskiy V.G., Sukhonos P.S. et al. Artificial rearing of sakhalin taimen (*Parahucho perryi*) on salmonid fish farms in the district of Sakhalin region (Russia) // Arch. Pol. Fish. — 2013. — Vol. 21, № 3. — P. 215–217. DOI: 10.2478/aopf-2013-0020.

Makhrov A.A. A narrowing of the phenotypic diversity range after large rearrangements of the karyotype in salmonidae: the relationship between saltational genome rearrangements and gradual adaptive evolution // Genes. — 2017. — Vol. 8, № 11. — P. 297. DOI: 10.3390/genes8110297.

Matveev V., Nishihara H., Okada N. Novel SINE families from salmons validate *Parahucho* (Salmonidae) as a distinct genus and give evidence that SINEs can incorporate LINE-related 3'–tails of other SINEs // Mol. Biol. Evol. — 2007. — Vol. 24, № 8. — P. 1656–1666. DOI: 10.1093/molbev/msm083.

Mizumoto H., Mitsuzuka T., Araki H. An environmental DNA survey on distribution of an endangered salmonid species, *Parahucho perryi*, in Hokkaido, Japan // Front. Ecol. Evol. — 2020. — Vol. 8. — P. 569425. DOI: 10.3389/fevo.2020.569425.

Mori Y., Fukushima M., Ono Y., Kurashige Y. Spawning habitat selection of Sakhalin taimen in the Sarufutsu River, Hokkaido // Wildlife Conservation Japan. — 1997. — Vol. 3, № 1. — P. 41–51 (in Jap.).

Nagasawa K., Urawa S. New records of the parasitic copepod Salmincola stellatus from Sakhalin taimen (*Hucho perryi*) in Hokkaido, with a note on its attachment site // Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery. — 1991. — Vol. 45. — P. 57–59.

Nagasawa K., Urawa S., Awakura T. A checklist and bibliography of parasites of salmonids of Japan // Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery. — 1987. — Vol. 41. — P. 1–75.

Nagasawa K., Watanabe J.R., Kimura S., Hara A. Infection of Salmincola stellatus (Copepoda: Lernaeopodidae) on Sakhalin taimen Hucho perryi reared in Hokkaido, with a note on its attachment site // Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ. — 1994. — Vol. 45, № 4. — P. 109–112.

Nakamura F., Yamada H. Effects of pasture development on the ecological functions of riparian forests in Hokkaido in northern Japan // Ecological Engineering. — 2005. — Vol. 24, № 5. — P. 539–550. DOI: 10.1016/j.ecoleng.2005.01.010.

Nomoto K. Conservation biology on endangered salmonid species Sakhalin taimen Hucho perryi inhabiting river basins of eastern Hokkaido: A Ph.D. Dissertation Submitted to Division of Environmental Science Development, Graduate School of Environmental Science. — Hokkaido University, 2010. — 91 p.

Nomoto K., Omiya H., Sugimoto T. et al. Potential negative impacts of introduced rainbow trout on endangered Sakhalin taimen through redd disturbance in an agricultural stream, eastern Hokkaido // Ecol. Freshwater Fish. — 2010. — Vol. 19, № 1. — P. 116–126. DOI: 10.1111/j.1600-0633.2009.00396.x.

Oakley T.H., Phillips R.B. Phylogeny of Salmonine Fishes Based on Growth Hormone Introns: Atlantic (*Salmo*) and Pacific (*Oncorhynchus*) Salmon are not Sister Taxa // Mol. Phylogenet. Evol. — 1999. — Vol. 11, № 3. — P. 381–393. DOI: 10.1006/mpev.1998.0599.

Ondachi S.D., Seo Y. Small mammals and a frog found in the stomach of a Sakhalin taimen *Hucho perryi* (Brevoort) in Hokkaido // Mammal. Study. — 2004. — Vol. 29, Iss. 1. — P. 85–87. DOI: 10.3106/mammalstudy.29.85.

Phillips R.B., Oakley T.H., Davis E.L. Evidence supporting the paraphyly of Hucho (Salmonidae) based on ribosomal DNA restriction maps // J. Fish Biol. — 1995. — Vol. 47, № 6. — P. 956–961.

Popiojek M., Kusznierz J., Kotusz J., Witkowski A. Parasites of *Hucho hucho* (L.), *Hucho taimen* (Pall.), and *Parahucho perryi* (Brevoort) (Salmonidae, Actinopterygii) — the state of knowledge // Arch. Pol. Fish. — 2013. — Vol. 21, № 3. — P. 233–239. DOI: 10.2478/aopf-2013-0024.

Rand P.S. Hucho perryi. The IUCN Red List of Threatened Species 2006: e.T61333A12462795. DOI: 10.2305/IUCN.UK.2006.RLTS.T61333A12462795.

Rand P.S., Fukushima M. Estimating the size of the spawning population and evaluating environmental controls on migration for a critically endangered Asian salmonid, Sakhalin taimen // Global Ecology and Conservation. — 2014. — Vol. 2. — P. 214–225.

Sagawa S., Yamashita S., Nakamura F. Summer habitat use of adult Sakhalin taimen in a tributary of the Teshio River, Hokkaido, Japan: management implications for habitat conservation // Jap. J. Ecology. — 2002. — Vol. 52, № 2. — P. 167–176 (in Jap.).

Sagawa S., Yamashita S., Sato K., Nakamura F. Fall habitat use and foraging mode of immature Sakhalin taimen in the river tributaries in northern Hokkaido, Japan // Jap. J. Ecol. — 2003. — Vol. 53, № 2. — P. 95–105 (in Jap.).

Semenchenko A.Y., Zolotukhin S.F. Current status of the Sakhalin (*Parahucho perryi*) and Siberian Taimen (*Hucho taimen*) on the mainland coast of the Sea of Japan and in the Amur River basin // Book of abstracts II International Hucho Symposium. — Lopuszna, Poland, 2012. — P. 40–41.

Shedko S.V., Ginatulina L.K., Parpura I.Z., Ermolenko A.V. Evolutionary and taxonomic relationships among Far-Eastern salmonid fishes inferred from mitochondrial DNA divergence // J. Fish Biol. — 1996. — Vol. 49. — P. 815–829. DOI: 10.1111/j.1095-8649.1996.tb00081.x.

Shedko S.V., Miroshnichenko I.L., Nemkova G.A. Complete mitochondrial genome of the endangered Sakhalin taimen *Parahucho perryi* (Salmoniformes, Salmonidae) // Mitochondrial DNA. — 2014. — Vol. 25, № 4. — P. 265–266. DOI: 10.3109/19401736.2013.800498.

Shimizu M., Fukada H., Fujita T. et al. Serum levels of precursors to vitelline envelope proteins (choriogenins) in Sakhalin taimen after treatment with oestrogen and during oocyte growth // J. Fish Biol. — 2000. — Vol. 57, Iss. 1. — P. 170–181. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2000.tb00784.x.

Sloat M.R. What the Taimen Said: An Urgent Call for Conservation of the World's Largest Salmonids // Fisheries. — 2023. — Vol. 48, № 4. — P. 137–140. DOI: 10.1002/fsh.10887.

Suzuki K., Yoshitomi T., Kawaguchi Y. et al. Application of micro-pixe analysis for a migration history study of *Hucho perryi* focused on strontium distribution in fish scales // International Journal of PIXE. — 2008. — Vol. 18, Iss. 01n02. — P. 39. DOI: 10.1142/S0129083508001326.

Suzuki K., Yoshitomi T., Kawaguchi Y. et al. Migration history of Sakhalin taimen *Hucho perryi* captured in the Sea of Okhotsk, northern Japan, using otolith Sr:Ca ratios // Fish. Sci. — 2011. — Vol. 77. — P. 313–320. DOI: 10.1007/s12562-011-0335-x.

Takajasu M., Kondo K., Ohigashi S., Kuroda K. Limnological studies on the lakes of Kunasiri Island // Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery. — 1955. — Vol. 10, № 12. — P. 169–216.

Tokushima Y., Ito Y., Shimizu M. et al. Immunochemical comparison between sera from the primary and secondary circulations in a salmonid fish, Sakhalin Taimen (*Hucho perryi*) // Fish Physiol. Biochem. — 2005. — Vol. 30, № 2. — P. 179–188. DOI: 10.1007/s10695-005-1264-3.

Vladykov V.D., Gruchy C.G. Comments on the nomenculature of some subgenera of Salmonidae // J. Fish. Res. Board Can. — 1972. — Vol. 29, № 11. — P. 1631–1632.

Wang Y., Xiong F., Song Z. Molecular Phylogeny and Adaptive Mitochondrial DNA Evolution of Salmonids (Pisces: Salmonidae) // Front. Genet. — 2022. — 13:903240. DOI: 10.3389/fgene.2022.903240.

Yamashiro S. Age and growth of the ito (*Hucho perryi*) in northwestern Hokkaido // Bull. Jap. Sco. Sci. Fish. Nippon Suisan Gakkaishi. — 1965. — Vol. 31, № 1. — P. 1–7. (In Jap.).

Yoshitomi T., Suzuki K., Ichimura H. et al. Visualization of skeletal structure in Sakhalin taimen, *Hucho perryi* using in vivo three-dimensional micro X-ray computed tomography // Coastal Marine Science. — 2010. — Vol. 34, № 1. — P. 55–58.

Zhivotovsky L.A., Yurchenko A.A., Nikitin V.D. et al. Eco-geographic units, population hierarchy, and a two-level conservation strategy with reference to a critically endangered salmonid, Sakhalin taimen *Parahucho perryi* // Conserv. Genet. — 2015. — Vol. 16, № 2. — P. 431–441. DOI: 10.1007/s10592-014-0670-4.

Zimmerman C.E., Rand P.S., Fukushima M., Zolotukhin S.F. Migration of Sakhalin taimen (*Parahucho perryi*): evidence of freshwater resident life history types // Environ. Biol. Fish. — 2011. — Vol. 93, Iss. 2. — P. 223–232. DOI: 10.1007/s10641-011-9908-x.

Zolotukhin S., Makeev S., Semenchenko A. Current status of the Sakhalin taimen, *Parahucho perryi* (Brevoort), on the mainland coast of the Sea of Japan and the Okhotsk Sea // Arch. Pol. Fish. — 2013. — Vol. 21, № 3. — P. 205–210. DOI: 10.2478/aopf-2013-0018.

References

Anbinder, E.M., Glubokovsky, M.K., and Pokozy, N.V., Karyotype of the sakhalin trout Hucho perryi, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1982, no. 4, pp. 59–60.

Barabanshchikov, E.I., Japanese mitten crab (*Eriocheir japonicus* de Haan) of estuary systems in Primorye Region, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 131, pp. 228–248.

Barabanshchikov, E.I., Balanov, A.A., Semenchenko, A.Yu., and Prozorova, L.A., Fish species in need of conservation in Primorsky Krai, Russian Far East (for the regional Red Data Book update), *Biota i sreda prirodnykh territoriy*, 2022, vol. 10, no. 4, pp. 49–58. doi 10.25221/2782-1978_2022_4_5

Barabanshchikov, E.I., Nazarov, V.A., and Prozorova, L.A., Preliminary assessment of current population status of Sakhalin taimen *Parahucho perryi* (Brevoort, 1856),in Primorsky Krai (Russia), *Biota i sreda prirodnykh territoriy*, 2023, vol. 11, no. 2, pp. 32–43. doi 10.25221/2782-1978_2023_2_2

Berg, L.S., *Ryby presnykh vod Rossiyskoy imperii* (Freshwater fish of the Russian Empire), Moscow: Ryabushinsky Printing House, 1916.

Berg, L.S., *Ryby presnykh vod SSSR i sopredel'nykh stran* (Fish of Freshwaters of the USSR and Adjacent Countries), Leningrad: Akad. Nauk SSSR, 1948, 4th ed., part 1. [*Opredeliteli po faune SSSR* (Keys to Fauna of the USSR), Leningrad: Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR, vol. 27.]

Burlachenko, O.V., On the freshwater period of life of the Sakhalin taimen of the Ochepukha River, in *Tezisy dokl. konf. molodykh uch. "Biomonitoring i ratsional'noye issledovaniye gidrobiontov"* (Proc. Conf. Young Sci. "Biomonitoring and rational study of hydrobionts"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 1997, pp. 8–9.

Bushuev, V.P., Biology of taimen *Hucho perryi* (*Brevoort*) from the Kievka River (Southern Primorye), in *Ekologiya i sistematika presnovodnykh organizmov Dal'nego Vostoka* (Ecology and systematics of freshwater organisms of the Far Eas), Vladivostok: Dal'nevos. Nauchn. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1983, pp. 61–72.

Bushuev, V.P., Problems of "Red Book" fish, in *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings*, Vladivostok: Dal'nauka, 2011, vol. 5, pp. 82–85.

Vedensky, A.P., Notes on fish and fishery in the South Kuril Islands, *Rybn. Khoz.*, 1949, no. 7, pp. 32–39.

Volovik, S.P. and Gritsenko, O.F., On the influence of predatory fish on the survival of juvenile salmon in Sakhalin rivers, *Tr. Vseross. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1970, vol. 71, no. 2, pp. 193–209.

Glubokovsky, M.K., *Evolyutsionnaya biologiya lososevykh ryb podsemeystva Salmoninae* (Evolutionaiy Biology of Salmonid Fishes of the subfamily Salmoninae), Moskow: Nauka, 1995.

Glubokovsky, M.K., Evolution and classification of salmon fishes of the subfamily Salmoninae, in *Biologicheskiye problemy Severa* (Biological problems of the North), Magadan: Dal'nevos. Nauchn. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1983, pp. 161.

Gritsenko, O.F., *Prokhodnye ryby ostrova Sakhalin (sistematika, ekologiya, promysel)* (Diadromous Fishes of Sakhalin (Systematics, Ecology, Fisheries)), Moscow: VNIRO, 2002.

Gritsenko, O.F. and Klovach, N.V., *Soobshchestvo ryb Nyyskogo zaliva (Severo-Vostochnyy Sakhalin) v 1972–1974 gg. do nachala neftegazovykh razrabotok* (Fish community of Nyisky Bay (North-Eastern Sakhalin) in 1972–1974 before the start of oil and gas development), Moscow, VNIRO, 2006.

Gritsenko, O.F., Malkin, E.M., and Churikov, A.A., Sakhalin taimen *Hucho perryi* (Brevoort) of the Bogataya River (eastern coast of Sakhalin), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 1974, vol. 93, pp. 91–101.

Gritsenko, O.F. and Churikov, A.A., Geographical and size variability of Sakhalin taimen *Hucho perryi* (Brevoort), in *Lososevidnyye ryby* (Salmonid fishes), Leningrad: Nauka, 1980, pp. 92–100.

Gritsenko, O.F. and Churikov, A.A., *Nauch. otchet po teme 11 "Issledovaniya ekologii taymenya Hucho perryi (Brevoort) Severnogo Sakhalina"* (Sci. Rep. on topic 11 "Studies of the ecology of taimen Hucho perryi (Brevoort) of Northern Sakhalin"), Available from VNIRO, 1977, Moscow.

Depreradovich, F.M., Ethnographic essay on Southern Sakhalin, *Sb. ist.-stat. svedeniy o Sibiri i sopredel'nykh stranakh* (Collection of historical and statistical information on Siberia and adjacent countries), vol. 2, no. 1, St. Petersburg, 1876, pp. 1–67.

Zhivoglyadov, A.A., *Struktura i mekhanizmy funktsionirovaniya soobshchestva ryb malykh nerestovykh rek ostrova Sakhalin* (Structure and mechanisms of functioning of the fish community of small spawning rivers of Sakhalin Island), Moscow: VNIRO, 2004.

Zhivoglyadov, A.A., Nikitin, V.D., Promashkova, O.A., and Prokhorov, A.P., Some approaches to the study of species and spatial structure of fish communities from the plain zone of Poronai River, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2011, vol. 12, pp. 55–71.

Zhivotovsky, L.A., Population structure of species: Eco-geographic units and genetic differentiation between populations, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2016, vol. 42, no. 5, pp. 373–382.

Zavgorodnyaya, N.G., Klyuchareva, O.A., and Svetovidova, A.A., Growth and feeding of the Sakhalin taimen *Hucho perryi* (Brevoort), *Vopr. Ikhtiol.*, 1964, vol. 4, no. 3(32), pp. 523–533.

Zelenkin, S.A. and Fedorova, L.K., Experiment on artificial reproduction of Sakhalin taimen Hucho perryi (Brevoort), in *Tezisy dokl. konf. molodykh uch. "Biomonitoring i ratsional'noye ispol'zovaniye gidrobiontov"* (Proc. Conf. Young Sci. "Biomonitoring and rational use of hydrobionts"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 1977, pp. 24–25.

Zelennikov, O.V., Pogodin, V.P., and Otstavnaya, E.G., The distribution of juvenile pacific salmon and associated fish species in Lake Sopochnoye, Iturup Island, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2016, vol. 42, no. 2, pp. 190–192. doi 10.1134/S1063074016020139

Zelennikov, O.V. and Semenov, R.A., New data on habitat conditions and the state of japanese huchen *Parahucho perryi* population in Lake Lebedinoye (Iturup Island), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2025, vol. 205, no. 1, pp. 39–53. doi 10.26428/1606-9919-2025-205-39-53. EDN: YOGVMN.

Zelennikov, O.V. and Semenov, R.A., On state of the ichthyocene in Lake Lebedinoye (Iturup Island) in connection with functioning of salmon hatcheries, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2023, vol. 203, no. 3, pp. 490–498. doi 10.26428/1606-9919-2023-203-490-498. EDN: ABPIHO.

Zolotukhin, S.F., Anadromous fish of the Russian continental coast of the Japan Sea and recent state of their abundance, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 130, pp. 800–818.

Zolotukhin, S.F. and Semenchenko, A.Yu., Growth and distribution of Sakhalin taimen *Hucho perryi* (Brevoort) in river basins, in *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings*, Vladivostok: Dal'nauka, 2008, vol. 4, pp. 317–338.

Zolotukhin, S.F., Semenchenko, A.Yu., and Belyaev, V.A., *Taymeni i lenki Dal'nego Vostoka Rossii* (Taimen and Lenki of the Far East of Russia), Khabarovsk: KhfTINRO, 2000.

Zolotukhin, S.F. and Shishaev, A.V., The state of the Sakhalin taimen population in the rivers of the western coast of the Tatar Strait and prospects for its rational use, in *Mater. Mezhdunar. konf. "Osobo okhranyayemyye prirodnyye territorii dlya zashchity lososya i sredy yego obitaniya v severo-tikhookeanskom regione"* (Proc. Int. Conf. "Specially protected natural areas for the protection of salmon and its habitat in the North Pacific region"), Khabarovsk: KhSTU, 2004, pp. 42–51.

Ivankov, V.N., *Stroyeniye yaytsekletok i sistematika ryb* (Structure of eggs and systematics of fish), Vladivostok: Dal'nevost. Gos. Univ., 1987.

Ivankov, V.N., Padetsky, S.N., Karpenko, S.N., and Lukyanov, P.E., Biology of anadromous fishes in southern Primorsky Krai, in *Biologiya prokhodnykh ryb Dal'nego Vostoka* (Biology of Anadromous Fishes in the Far East), Vladivostok: Dal'nevost. Gos. Univ., 1984, pp. 10–36.

Ivanova, L.V. and Ivanov, A.N., Incubation of eggs and aging of Sakhalin taimen larvae in laboratory conditions, in *Tezisy dokl. konf. molodykh uch. "Biomonitoring i ratsional'noye ispol'zovaniye gidrobiontov"* (Proc. Conf. Young Sci. "Biomonitoring and rational use of hydrobionts"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 1999, pp. 42–43.

Ivanova, L.V., Korablina, O.V., and Ivanov, A.N., Results of incubation of eggs and aging of larvae of Sakhalin taimen, in *Mater. III Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. "Nauka-tekhnika-tekhnologiya na rubezhe 3-go tysyacheletiya"* (Proc. III Int. Sci. Pract. Conf. "Science-technology-engineering at the turn of the 3rd millennium"), Nakhodka, 2001, pp. 28–29.

Ivanova, L.V., Korablina, O.V., and Ivanov, A.N., Materials on the incubation of eggs and the maintenance of larvae of the Sakhalin taimen *Parahucho perryi* (Brevoort, 1856), *Vopr. Rybolov.*, Appl. 1, 2001, pp. 104–108.

Ivanova, L.V., Ivanov, A.N., and Korablina, O.V., Growth rate of Sakhalin taimen in laboratory conditions, in *Tezisy dokl. VIII s"yezda gidrobiologicheskogo obshchestva RAN* (Abstracts of the VIII Congress of the Hydrobiological Society of the Russian Academy of Sciences), Kaliningrad., 2001, vol. 2, pp. 35–37.

Klyuchareva, O.A., Ichthyofauna of lagoon lakes of Kunashir Island (Kuril Islands), *Zool. Zh.*, 1967, vol. 46, no. 3, pp. 384–392.

Klyuchareva, O.A., Materials on the ichthyofauna and fisheries of the lakes of South Sakhalin, in *Ozera Yuzhnogo Sakhalina i ikh ikhtiofauna* (Lakes of South Sakhalin and their ichthyofauna), Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1964, pp. 223–266.

Klyuchareva, O.A. and Svetovidova, A.A., Growth of fish in relation to the peculiarities of the food resourses in the lakes of the south Sakhalin Region, *Vopr. Ikhtiol.*, 1968, vol. 8, no. 6(58), pp. 1022–1033.

Kol'tsov, D.V., Diadromius fishes activity influencing on the rnvironment during the period of spawning (as exemplified by ichthyocoenosis of the River Dagi, north-eastern Sakhalin), *Vopr. Ikhtiol.*, 1995, vol. 35, no. 1, pp. 78–85.

Korablina, O.V., Sakhalin taimen, in *Pod sozvezdiyem Perseya. SakhNIRO 70 let* (Under the constellation Perseus. SakhNIRO 70 years), Vladivostok: Rubezh, 2002, pp. 85–86.

Korablina, O.V. and Ivanova, L.V., Experience of breeding Sakhalin taimen *Hucho perryi* (Brevoort, 1856) in salmon hatcheries and in laboratory conditions, in *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings*, Vladivostok: Dal'nauka, 2001, vol. 1, pp. 359–366.

Krykhtin, M.L., Marcinkevichene, M.L., and Spanovskaya, V.D., New data on the Sakhalin taimen *Hucho taimen* (Pallas), *Vestn. Mosk. Gos. Univ., Ser. 16. Biologiya*, 1964, no. 6, pp. 19–25.

Lebedev, V.D., Spanovskaya, V.D., Savvaitova, K.A., Sokolov, L.I., and Tsepkin, E.A., *Ryby SSSR* (Pisces of the USSR), Moscow: Mysl', 1969.

Lindberg, G.U. and Legeza, M.I., *Ryby Yaponskogo morya i sopredel'nykh chastei Okhotskogo i Zheltogo morei* (Fishes of the Sea of Japan and Adjacent Waters of the Sea of Okhotsk and Yellow Sea), Moscow: Nauka, 1965, part 2. [*Opredeliteli po faune SSSR* (Keys to Fauna of the USSR), Leningrad: Zool. Inst. Akad. Nauk SSSR, vol. 84.]

Litvinenko, A.V., Grinberg, E.V., and Gurova, Yu.N., Sakhalin taimen (*Parahucho perryi* (Brevoort, 1856)) as an object of artificial breeding in the conditions of the Okhotsk salmon fish hatchery, in *Mater. III Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. "Biologicheskoye raznoobraziye: izucheniye, sokhraneniye, vosstanovleniye, ratsional'noye ispol'zovaniye"* (Proc. III Int. Sci. Pract. Conf. "Biological diversity: study, conservation, restoration, rational use"), Simferopol: KGMTU, 2022, pp. 326–330.

Makeev, S.S., On the current state and the need to take urgent measures to preserve the Sakhalin taimen, in *Ekologicheskiye issledovaniya na Dal'nem Vostoke Rossii: istoriya i sovremennost* (Environmental research in the Russian Far East: history and present time), Vladivostok: VVGU, 2023, chap. 14, pp. 131–136.

Makeev, S.S. and Samarskiy, V.G., Artificial reproduction as an element of Sakhalin taimen conservation strategy, in *Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas, Abstracts of*

the XIV international scientific conference, dedicated to the 100th anniversary of V.Ya. Levanidov's birthday, Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2013, pp. 392–396.

Makeev, S.S., Semenchenko, A.Yu., Zolotukhin, S.F., Parpura, I.Z., and Skopets, M.B., Strategy for the conservation of Sakhalin taimen, in *Mater. II Vseross. nauch. internet-konf. s mezhdunar. uchastiyem "Bioraznoobraziye nazemnykh i vodnykh zhivotnykh. Zooresursy"* (Proc. II All-Russ. Sci. Internet Conf. with international participation "Biodiversity of terrestrial and aquatic animals. Zooresources"), Kazan, 2014, pp. 50–56.

Maliar, V.V., Comparative phylogeography of four fish species of the families salmonidae and cyprinidae in the Sea of Japan and the Sea of Okhotsk, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok, 2017.

Maliar, V.V. and Brykov, V.A., Genetic variability in anadromous fishes, chum salmon *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) and Sakhalin taimen *Parahucho perryi* (Brevoort, 1856) from the northwestern Pacific as a reflection of paleoclimate oscillations, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2016, vol. 42, no. 4, pp. 330–340.

Mikodina, E.V. and Lyubaev, V.Ya., Growing of broodstock of Sakhalin taimen *Parahucho perryi* (Brevoort) at salmon farms of southeastern Sakhalin, in *Aquaculture and integrated technologies: problems and possibilities*, Moscow: VNIIR, 2005, vol. 3, pp. 195–212.

Mikodina, E.V. and Novosadov, A.G., Morphometric and physiological parameters of the cultured Sakhalin taimen *Parahucho perryi* Brevoort, 1856, in *Mater. dokl. Vseross. konf. s mezhdunar. uchastiyem, posvyashch. 85-letiyu Tatarskogo otdeleniya GOSNIORKH "Sovremennoye sostoyaniye bioresursov vnutrennikh vodoyomov i puti ikh ratsional'nogo ispol'zovaniya"* (Materials of reports of the All-Russ. Conf. with international participation, dedicated to the 85th anniversary of the Tatar branch of GOSNIIORKh "Current state of bioresources of inland waters and ways of their rational use"), Kazan: GosNIORKh, 2016, pp. 697–704.

Mitsul, M.S., *Ocherk ostrova Sakhalina v sel'skokhozyaystvennom otnoshenii* (Essay on Sakhalin Island in Agricultural Respect), St. Petersburg: Publicly Available Type and Literature A.E. Landau and Co., 1873.

Nikanorov, V.E., *Vnutrenniye vodoyemy i lyubitel'skoye rybolovstvo na Sakhaline* (Inland waters and amateur fishing on Sakhalin), Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. kn. izd-vo, 1960.

Nikitin, V.D. and Labay, V.S., The Sakhalin taimen (*Parahucho perryi*) in a structure of ichthyofauna of Nabil River on research data in 2015–2016, *Uch. Zap. Sakhalin. Gos. Univ.*, 2017, no. 13–14, pp. 19–32.

Nikiforov, S.N., Ichthyofauna of fresh waters of Sakhalin and its formation, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok, 2001.

Nikiforov, S.N., Grishin, A.F., Zakharov, A.V., and Shelepakha, G.N., Composition of fish fauna and distribution of fishes in the Poronai and Tym' river basins (Sakhalin), *Vopr. Ikhtiol.*, 1997, vol. 37, no. 3, pp. 329–337.

Nikolsky, A.M., *Ostrov Sakhalin" i yego fauna pozvonochnykh" zhivotnykh"* (Sakhalin Island and its vertebrate fauna), Appendix to vol. LX of the Proceedings of the Imperial Academy of Sciences no. 5, St. Petersburg, 1889.

Nikolsky, G.V., *Chastnaya ikhtiologiya* (Private ichthyology), Moscow: Vysshaya Shkola, 1971.

Oleynik, A.G. and Skurikhina, L.A., Phylogenetic relationships of Sakhalin taimen *Parahucho perryi* inferred from PCR-RFLP analysis of mitochondrial DNA, *Russ. J. Genet.*, 2008, vol. 44, no.7, pp.767–776. doi 10.1134/S102279540807003X

Osinov, A.G., Genetic divergence and phylogenetic relationships between lenoks of the genus Brachymystax and huchens of genera Hucho and Parahucho, *Genetika*, 1991, vol. 27, no. 12, pp. 2127–2136.

Osinov, A.G., Salmon fishes (Salmonidae, Salmoniformes): origin, evolution, phylogeny, systematics, conservation, *Extended Abstract of Doctoral (Biol.) Dissertation*, Moscow, 2004.

Parpura, I.Z., Biology of Sakhalin taimen Parahucho perryi and char of the genus Salvelinus in the waters of northern Primorye, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok, 1991.

Parpura, I.Z., Comparative morphobiological description of Sakhalin taimen from the waters of northern Primorye, in *Biologiya shel'fovykh i prokhodnykh ryb* (Biology of shelf and anadromous fish), Vladivostok: Dal'nevost. Otd., Akad. Nauk. SSSR, 1990, pp. 39–46.

Parpura, I.Z. and Semenchenko, A.Yu., Fauna and biology of fish in the rivers of northern Primory, in *Sistematika i ekologiya rechnykh organizmove* (Systematics and ecology of river organisms), Vladivostok: Dal'nevost. Otd., Akad. Nauk. SSSR, 1989, pp. 120–137.

Pichugin, M.Yu. and Sidorov, L.K., On the number and form of gill rakers in Sakhalin trout *Parahucho perryi*, *Vopr. Ichtiol.*, 2006, vol. 46, no. 1, pp. 133–135.

Podushko, M.V., Ichthyological aspect of nature conservation in the Far East, in *Tezisy dokl. nauch. konf. "Prirodookhrannyye territorii i akvatorii Dal'nego Vostoka i problemy sokhraneniya*

biologicheskogo raznoobraziya" (Proc. Sci. Conf. "Nature conservation areas and waters of the Far East and problems of preserving biological diversity"), Vladivostok: Dal'nevost. Otd. Ross. Akad Nauk, 1991, pp. 59–61.

Romanov, N.S., Comparison of Sakhalin taimen with Pacific salmon by postembryonic changes in the head skeleton, in *III Vsesoyuznoye soveshchaniye po lososevym rybam* (III All-Union Conference on Salmon Fishes), Tolyatti, 1988, pp. 269–270.

Ryby Kuril'skikh ostrovov (Fishes of the Kuril Islands), Gritsenko, O.F., ed., Moscow: VNIRO, 2012.

Ryabova, G.D., Goncharova, A.A., and Bushuev, V.P., Electrophoretic analysis of family relationships of Sakhalin taimen *Hucho perryi* (Brevoort) with some Pacific salmon, in *Ryby v ekosistemakh lososevykh rek Dal'nego Vostoka* (Fishes in ecosystems of salmon rivers of the Far East), Vladivostok: Dal'nevos. Nauchn. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1981, pp. 96–101.

Sabirov, R.N., Sabirova, N.D., and Voronov, G.A., Modern state of the biota of Vostochny Nature Reserve in Sakhalin Island, *Vestn. Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 2017, no. 1, pp. 108–115.

Safronov, S.N., Zvezdov, T.V., Afanasiev, S.P., Safronov, A.S., Proskuryakov, S.A., and Bobrov, I.S., Specially protected areas of Sakhalin and prospects of conservation of rare species of salmon fish, in *Mater. Mezhdunar. konf. "Osobo okhranyayemyye prirodnyye territorii dlya zashchity lososya i sredy yego obitaniya v severo-tikhookeanskom regione"* (Proc. Int. Conf. "Specially protected natural areas for the protection of salmon and its habitat in the North Pacific region"), Khabarovsk: KhGTU, 2004, pp. 70–73.

Safronov, S.N., Nikitin, V.D., Zavarzina, N.K., Ivshina, E.R., Metlenkov, A.V., Labay, V.S., Marchenko, V.I., Ignatiev, Yu.I., Galenko, K.G., Zhivoglyadov, A.A., and Gudkov, P.K., Fauna of cyclostomes and fish of Lake Tunaicha, in *Vodnaâ biota ozera Tunajča (Ûžnyj Sahalin) i usloviâ ee suŝestvovaniâ* (Aquatic biota of Lake Tunaicha (Southern Sakhalin) and the conditions of its existence) Yuzhno-Sakhalinsk, SakhNIRO, 2016, ch. 9, pp. 113–166.

Safronov, S.N., Nikitin, V.D., Labay, V.S., and Zavarzina, N.K., *Kruglorotye i ryby presnyh i oligogalinnyh vod ostrova Sahalin* (Cyclostomes and fish of fresh and oligohaline waters of Sakhalin Island), Vladivostok: Dalpress, 2024.

Safronov, S.N. and Sukhonos, P.S., Morphological characteristics and state of the Sakhalin taimen (*Parahucho perryi*) population of the Dagi River (Nyisky Bay, Sakhalin Island), in *Mater. mezhregion. nauchno-prakt. konf. "Ekonomicheskiye, sotsial'nyye, pravovyye i ekologicheskiye problemy Okhotskogo morya i puti ikh resheniya"* (Proc. Reg. Sci. Pract. Conf. "Economic, social, legal and environmental problems of the Sea of Okhotsk and ways to solve them"), Petropavlovsk-Kamchatsky: RIO KamchatSTU, 2006, pp. 62–65.

Semenchenko, A.Yu., Fishes of Samarga River (Primorskye Territory), in *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings*, Vladivostok: Dal'nauka, 2003, vol. 2, pp. 337–354.

Semenchenko, A.Yu. and Zolotukhin, S.F., Efficiency of reproduction of the Sakhalin tyme *Parahucho perryi* in the rivers of Sakhalin and the strategy of its protection, in *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings*, Vladivostok: Dal'nauka, 2011, vol. 5, pp. 472–482.

Sidorov, L.K. and Pichugin, M.Yu., The composition of the ichthyofauna and features of fish biology of the southern Kuril Islands in connection with the abiotic conditions and origin of reservoirs, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2005, vol. 144, pp. 151–175.

Skurikhina, L.A., Oleynik, A.G., Kukhlevsky, A.D., and Malyar, V.V., Intraspecific polymorphism of mtDNA in Sakhalin taimen *Parahucho perryi*, *Russ. J. Genet.*, 2013, vol. 49, no. 9, pp. 924–936.

Slyunin, N., *Promyslovyya bogatstva Kamchatki, Sakhalina i Komandorskikh" ostrovov": otchet d-ra N. Slyunina za 1892–1893* (Industrial wealth of Kamchatka, Sakhalin and the Commander Islands: report of Dr. N. Slyunin for 1892–1893), St. Petersburg: Tipografiya V. Kirshbauma, 1895.

Sokov, D.V., Sakhalin taimen *Hucho perryi* (Brevoort) of Kunashir Island, *Vestnik sakhalinskogo muzeya,* 1998, no. 1(5), pp. 333–336.

Soldatov, V.K., *Ryby i rybnyy promysel: kurs chastnoy ikhtiologii* (Fish and fisheries: a course in private ichthyology), Moscow; Leningrad: Gosizdat, 1928.

Soldatov, V.K. and Lindberg, G.U., Review of the fishes of the seas of the Far East, *Izv. Tikhookean. Inst. Rybn. Khoz.*, 1930, vol. 5.

Springmeyer, D., Pinsky, M., Portley, N., Bankoski, J., and Rand, P., Ranking Sakhalin river basins for salmonid conservation, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2007, vol. 9, pp. 264–294.

Tagmazyan, Z.I., Predating of the carnivorous fishes on the seareturning youngs of *Oncorhynchus gorbuscha* in the rivers of Sakhalin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1974, vol. 92, pp. 65–76.

Taranets, A.Y., Materials for the knowledge of the ichthyofauna of Soviet Sakhalin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1937, vol. 12, pp. 5–50.

Fedorchuk, V.V., Winter river fishing of the Nivkhs of Sakhalin, *Vestn. Sakhalinskogo muzeia*, Yuzhno-Sakhalinsk, 1998, no. 1(5), pp. 187–189.

Khatkevich, V., Chevitsa — a promising object of salmon farming, *Rybovodstvo i rybolovstvo*, 1973, no. 1, pp. 29.

Shaposhnikova, G.Kh., Taxonomic relations between some representatives of the family Salmonidae, *Zool. Zh.*, 1975, vol. 54, no. 4, pp. 575–582.

Shaposhnikova, G.Kh., A comparative morphological study of taimen and lenok, *Vopr. Ikhtiol.*, 1968, vol. 8, no. 3(50), pp. 440–464.

Shed'ko, M.B. and Shed'ko, S.V., Morphology and distribution of *Salmincola stellatus* (Copepoda: Lernaeopodidae) from the Sakhalin taimen *Parahucho perryi* (Salmonidae) from Primorye, *Parazitologiya*, 2003, vol. 37, no. 1, pp. 60–68.

Shedko, S.V., List of cyclostomes and freshwater fishes of the Primorye coast, in *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings*, Vladivostok: Dal'nauka, 2001, vol. 1, pp. 229–249.

Shedko, S.V., Miroshnichenko, I.L., and Nemkova, G.A., Phylogeny of salmonids (Salmoniformes: Salmonidae) and its molecular dating: analysis of nuclear RAG1 gene, *Russ. J. Genet.*, 2012, vol. 48, no. 5, pp. 575–579. doi 10.1134/S1022795412050201

Shemelin, F.I., *Zhurnal pervago puteshestviya rossiyan vo krug zemnago shara, sochinennyy pod vysochayshim Yego Imperatorskogo Velichestva pokrovitel'stvom Rossiysko-Amerikanskoy kompanii glavnym komissionerom moskovskim kuptsom Fedorom Shemelinym* (Journal of the first journey of Russians around the globe, composed under the highest patronage of His Imperial Majesty of the Russian-American Company by the chief commissioner, Moscow merchant Fyodor Shemelin), St. Petersburg: v Meditsinskoy tipografii, 1816, part 1.

Shitova, M.V., Yurchenko, A.A., Shaikhaev, E.G., and Zhivotovsky, L.A., Panel of microsatellite loci for population studies of Sakhalin taimen *Parahucho perryi* (Brevoort), *Russ. J. Genet.*, 2012, vol. 48, no. 8, pp. 831–837. doi 10.1134/S1022795412070125

Shmidt, P.Yu., *Ryby vostochnykh morei Rossiiskoi imperii* (Fishes from the Eastern Seas of the Russian Empire), St. Petersburg: Izd. Imp. Russ. Geogr. O-va, 1904.

Schmidt, P.Yu., *Ryby Okhotskogo morya* (Fishes of the Sea of Okhotsk), Moscow: Akad. Nauk SSSR, 1950.

Yurchenko, A.A., Genetic structure of Sakhalin taimen *Parahucho perryi* Brevoort populations and issues of conservation genetics of the species, *Extended Abstract of Cand. Sci.(Biol.) Dissertation*, Moscow, 2015.

Akiba, K., Edo, K., Oomiya, H., and Kawahara, M., The establishment of monitoring procedures to ensure adequate conservation of the endangered salmonid Sakhalin taimen (*Parahucho perryi*) in Hokkaido, Japan, in *Book of abstracts II International Hucho Symposium*, Lopuszna, Poland, 2012, pp. 15.

Amano, H., Mochizuki, M., Fujita, T., Hiramatsu, N., Todo, T., and Hara, A., Purification and characterization of a novel incomplete-type vitellogenin protein (VgC) in Sakhalin taimen (*Hucho perryi*), *Comp. Biochem. Physiol., Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 2010, vol. 157, no. 1. pp. 41–48. doi 10.1016/j.cbpa.2010.05.006

Amer, M.A., Miura, T., Miura, C., and Yamauchi, K., Involvement of sex steroid hormones in the early stages of spermatogenesis in Japanese huchen (*Hucho perryi*), *Biol. Reprod.,* 2001,vol. 65, no. 4, pp. 1057–1066. doi 10.1095/biolreprod65.4.1057

Arai, T., Effect of salinity on strontium: calcium ratios in the otoliths of Sakhalin taimen, *Hucho perryi*, *Fish. Sci.*, 2010, vol. 76, pp. 451–455. doi 10.1007/s12562-010-0235-5

Arai, T., Kotake, A., and Morita, K., Evidence of downstream migration of Sakhalin taimen, *Hucho perryi*, as revealed by Sr:Ca ratios of otolith, *Ichthyol. Res.*, 2004, vol. 51, pp. 377–380. doi 10.1007/s10228-004-0230-x

Brevoort, J.C., Notes on some figures of Japanese fish taken from recent specimens by the artists of the U. S. Japan Expedition, in *Narrative of the Expedition of an American Squadron to the China Seas and Japan, performed in the years 1852, 1853, and 1854 under the command of Commodore M.C. Perry, United States Navy, by order of the Government of the United States, vol. 2, U.S. Senate Ex. Doc. No. 79, 33rd Congress, 2nd Session,* Washington, 1856, pp. 253–288. doi 10.5962/bhl.title.13771

Cooke, S.J., Hogan, Z.S., Butcher, P.A., Stokesbury, M.J.W., Raghavan, R., Gallagher, A.J., Hammerschlag, N., and Danylchuk, A.J., Angling for endangered fish: conservation problem or conservation action?, *Fish and Fisheries,* 2014, vol. 17, no. 1, pp. 249–265. doi 10.1111/faf.12076

Crête-Lafrenière, A., Weir, L.K., and Bernatchez, L., Framing the Salmonidae family phylogenetic portrait: A more complete picture from increased taxon sampling, *PLoS One*, 2012, vol. 7, e46662. doi 10.1371/journal.pone0046662

Edmondstone, M.R.J., Böhm, M., Harrison, I., Patricio, H., Grabowski, N., and Contreras-MacBeath, T., *Fantastic freshwater: 50 landmark species for conservation,* London: SHOAL, Indianapolis Zoo Global Center for Species Survival, International Union for Conservation of Nature Species Survival Commission, Freshwater Conservation Committee, 2022.

Edo, K., Ecology and conservation of Sakhalin taimen, *Nat. Hokkaido,* 2007, vol. 45, pp. 2–10 (in Jap.).

Edo, K., Kawaguchi, Y., Nunokawa, M., Kawamula, H., and Higashi, S., Morphology, stomach contents and growth of the endangered salmonid, Sakhalin taimen *Hucho perryi*, captured in the Sea of Okhotsk, northern Japan: evidence of an anadromous form, *Environ. Biol. Fish.*, 2005, vol. 74, pp. 1–7. doi 10.1007/s10641-004-6115-z

Edo, K., Kawamula, H., and Higashi, S., The structure and dimensions of redds and egg pockets of the endangered salmonid, Sakhalin taimen, *J. Fish Biol.*, 2000, vol. 56, no. 4, pp. 890–904. doi 10.1111/j.1095-8649.2000.tb00879.x

Edo, K., Kitanishi, S., Akiba, K., Oomiya, H., Kawahara, M., and Higashi, S., Genetic population structure of the endangered salmonid, Sakhalin taimen Hucho perryi in Japan: implications for conservation, in *II International Hucho Symposium,* Lopuszna, Poland, 2012, pp. 20.

Esteve, M., McLennan, D.A., and Kawahara, M., Spawning behaviour of Sakhalin taimen, *Parahucho perryi*, from northern Hokkaido, Japan, *Environ. Biol. Fish.*, 2009, vol. 85, no. 3, pp. 265–273. doi 10.1007/s10641−009−9495−2

Froufe, E., Sefc, K.M., Alexandrino, P., and Weiss, S., Isolation and characterization of *Brachymystax lenok* microsatellite loci and cross-species amplification in *Hucho* spp. and *Parahucho perryi*, *Mol. Ecol. Notes*, 2004, vol. 4, no. 2, pp. 150–152. doi 10.1111/j.1471-8286.2004.00594.x

Fukushima, M., Salmonid habitat-geomorphology relationships in low-gradient streams, *Ecology*, 2001, vol. 82, no. 5, pp. 1238–1246. doi 10.1890/0012-9658(2001)082[1238:SHGRIL]2.0.CO;2

Fukushima, M., Spatially Explicit Models for Freshwater Fish for Conservation Planning, in *The Biodiversity Observation Network in the Asia-Pacific Region: Toward Future Development of Monitoring,* Springer, Japan, 2012, pp. 329–345. doi 10.1007/978-4-431-54032-8_24

Fukushima, M., Spawning migration and redd construction of Sakhalin taimen, *Hucho perryi* (Salmonidae) on northern Hokkaido Island, Japan, *J. Fish Biol.*, 1994, vol. 44, no. 5, pp. 877–888. doi 10.1111/j.1095-8649.1994.tb01261.x

Fukushima, M., Harada, C., Yamakawa, A., and Iizuka, T., Anadromy sustained in the artificially land-locked population of Sakhalin taimen in northern Japan, *Environ. Biol. Fish.,* 2019, vol. 102, pp. 1219–1230. doi 10.1007/s10641-019-00904-4

Fukushima, M. and Kameyama, S., The effects of damming on masu salmon and the Sakhalin taimen and the assessment of their conservation areas based on predictive habitat models, *Ecology and Civil Engineering*, 2006, vol. 8, no. 2, pp. 233–244 (in Jap.). doi 10.3825/ece.8.233

Fukushima, M., Kameyama, S., Kaneko, M., Nakao, K., and Steel, E.A., Modelling the effects of dams on freshwater fish distributions in Hokkaido, Japan, *Freshwater Biology*, 2007, vol. 52, no. 8, pp. 1511–1524. doi 10.1111/j.1365-2427.2007.01783.x

Fukushima, M. and Rand, P.S., High rates of consecutive spawning and precise homing in Sakhalin taimen (*Parahucho perryi*), *Environ. Biol. Fish.*, 2021, vol. 104, no. 7, pp. 41–52. doi 10.1007/s10641-021-01052-4

Fukushima, M., Shimazaki, H., Rand, P.S., and Kaeriyama, M., Reconstructing Sakhalin Taimen Parahucho perryi historical distribution and identifying causes for local extinctions, *Trans. Am. Fish. Soc.*, 2011, vol. 140, no. 1, pp. 1–13. doi 10.1080/00028487.2011.544999

Han, M., Fukushima, M., and Fukushima, T., A spatial linkage between dams and non-native fish species in Hokkaido, Japan, *Ecol. Freshwater Fish*, 2008, vol. 17, no. 3, pp. 416–424. doi 10.1111/j.1600-0633.2008.00294.x

Han, M., Fukushima, M., and Fukushima, T., Species richness of exotic and endangered fishes in Japan's reservoirs, *Environ. Biol. Fish.*, 2008, vol. 83, no. 4, pp. 409–416. doi 10.1007/s10641-008-9362-6

Hatakeyama, M., Watanabe, T., Ikeda, M., Nakajima, M., Kawamula, H., and Taniguchi, N., Isolation and characterization of microsatellite DNA loci for endangered fish, Japanese huchen (*Hucho perryi*), *Mol. Ecol. Notes,* 2005, vol. 5, no. 4, pp. 893–895. doi 10.1111/j.1471-8286.2005.01101.x

Higashino, T., Miura, T., Miura, C., and Yamauchi, K., Effects of two sex steroid hormones on early oogenesis in Japanese huchen (*Hucho perryi*), *Fish Physiol. Biochem.*, 2003, vol. 28, no. 1–4, pp. 343–344. doi 10.1023/B:FISH.0000030580.95994.77

Hirai, H., Kawamura, H., Izumi, T., Miura, T., Ninzeki, M., and Yamauchi, K., Sperm motility of the Japanese huchen, *Hucho perryi (Brevoort), Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery*, 1987, no. 42, pp. 13–18 (in Jap.).

Hiramatsu, N., Fukada, H., Sullivan, C.V., and Hara, A., Simple and sensitive detection of vitellogenin receptors in Sakhalin taimen (*Hucho perryi*), *Bull. Fish. Sci. Hokkaido Univ.,* 2001, vol. 52, no. 1, pp. 5–9.

Hiramatsu, N., Fukada, H., Kitamura, M., Shimizu, M., Fuda, H., Kobayashi, K., and Hara, A., Serum Immunoglobulin M (IgM) in Sakhalin Taimen (*Hucho perryi*): Purification, Characterization, Circulating Levels, and Specific IgM Production by the Parasitic *Salmincola stellatus*, *Suisanzoshoku*, 2001, vol. 49, no. 3, pp. 347–355.

Hiramatsu, N. and Hara, A., Relationship Between Vitellogenin and Its Related Egg Yolk Proteins in Sakhalin Taimen (*Hucho perryi*), *Comp. Biochem. Physiol., part A: Physiology*, 1996, vol. 115, no. 3, pp. 243–251. doi 10.1016/0300-9629(96)00055-2

Hiramatsu, N., Shimizu, M., Fukada, H., Kitamura, M., Ura, K., Fuda, H., and Hara, A., Transition of serum vitellogenin cycle in Sakhalin taimen (*Hucho perryi*), *Comp. Biochem. Physiol., part C: Pharmacology, Toxicology and Endocrinology,* 1997, vol. 118, no. 2, pp. 149–157. doi 10.1016/S0742-8413(97)00084-4

Holčik, J., Review and evolution of Hucho (Salmonidae), *Acta Sci. Natur. Acad. Sci. Bohemicae Brno*, 1982, vol. 16, no. 3, pp. 1–29.

Honda, K., Arai, T., Takahashi, N., and Miyashita, K., Life history and migration of Sakhalin taimen, *Hucho perryi*, caught from Lake Akkeshi in eastern Hokkaido, Japan, as revealed by Sr:Ca ratios of otoliths, *Ichthyol. Res.*, 2010, vol. 57, no. 4, pp. 416–421. doi 10.1007/s10228-010-0174-2

Honda, K., Kagiwada, H., Tojo, N., and Miyashita, K., Riverine environmental characteristics and seasonal habitat use by adult Sakhalin taimen *Hucho perryi, J. Fish Biol.*, 2010, vol. 77, no. 7, pp. 1526–1541. doi 10.1111/j.1095-8649.2010.02790.x

Honda, K., Kagiwada, H., Takahashi, N., and Miyashita, K., Movement patterns of adult Sakhalin taimen, Parahucho perryi, between stream 2 habitats of the Bekanbeushi River system, eastern Hokkaido, Japan, *Ichthyol. Res.*, 2014, vol. 61, no. 2, pp. 142–151. doi 10.1007/s10228-013-0387-2

Honda, K., Kagiwada, H., Takahashi, N., Miyashita, K., Seasonal stream habitat of adult Sakhalin taimen, *Parahucho perryi*, in the Bekanbeushi River system, eastern Hokkaido, Japan, *Ecol. Freshwater Fish,* 2012, vol. 21, no. 4, pp. 640–657. doi 10.1111/j.1600-0633.2012.00585.x

Honda, K., Noda, Y., Tsuda, Y., Yasuma, H., and Miyashita, K., Tracing the seasonal migration of adult Sakhalin taimen, *Hucho perryi*, using acoustic telemetry, *Jap. J. Ecol.*, 2009, vol. 59, no. 3, pp. 239–247.

Honda, K., Takahashi, N., Yamamoto, K., Yamamoto, K., Kagiwada, H., Tsuda, Y., Mitani, Y., and Miyashita, K., First documentation of detailed behaviors of endangered adult Sakhalin taimen *Parahucho perryi* in the Bekanbeushi River system, eastern Hokkaido, Japan, using bio-logging and acoustic telemetry concurrently, *Ichthyol. Res.*, 2017, vol. 64, no. 3, pp. 1–8. doi 10.1007/s10228-016-0570-3

Horreo, J.L., Revisiting the mitogenomic phylogeny of Salmoninae: new insights thanks to recent sequencing advances, *PeerJ.*, 2017, 5:e3828. doi 10.7717/peerj.3828

Kawamura, H., Mabuchi, M., and Yonekawa, T., The Japanese Huchen, *Hucho perryi* (Brevoort), collected in brackish water Lake Akkeshi, eastern Hokkaido, Japan, *Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery*, 1983, vol. 38, pp. 47–55 (in Jap.).

Kimura, S., On the life history of the salmonid fish *Hucho perryi* (Brevoort), found in Nemuro, Hokkaido, *Jap. J. Ichtyol.*, 1966, vol. 14, no. 1/3, pp. 17–25 (in Jap.).

Kimura, S. and Hara, A., Culture and artificial fertilization of Japanese Huchen *Hucho perryi*, *Suisanzoshoku*, 1989, vol. 37, no. 2, pp. 121–128.

Kimura, S. and Hara, A., New record of albino Japanese Huchen *Hucho perryi*, *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.*, 1993, vol. 44, no. 2, pp. 76–79.

Kitano, S., Ecological Impacts of Rainbow, Brown and Brook Trout in Japanese Inland Waters, *Global Environment Research*, 2004, vol. 8, no. 1, pp. 41–50.

Kopun, T., Winkler, K.A., and Weiss, S., Eight new polymorphic microsatellite DNA markers Sakhalin taimen *Parahucho perry*, *Conserv. Genet.*, 2009, vol. 10, no 4, pp. 1089–1091. doi 10.1007/s10592-008-9716-9

Krupianko, N.I., Distribution and reproduction of charr, taimen and grayling in the Primorie rivers, in *Fish productivity of the Amur River fresh waters and adjacent rivers: First International Symposium: abstracts*, Khabarovsk, 2002, pp. 21–22.

Kusuda, S., Koide, N., Kawamula, H., Teranishi, T., Nakajima, J.-I., Yamaha, E., Arai, K., and Ohta, H., Cryopreservation diluents for spermatozoa of Sakhalin taimen *Hucho perryi, Fish. Sci.*, 2005, vol. 71, no. 2, pp. 293–298. doi 10.1111/j.1444-2906.2005.00963.x

Kusuda, S., Koide, N., Kawamula, H., Teranishi, T., Yamaha, E., and Arai, K., Cryopreservation of Sakhalin Taimen Hucho perryi Spermatozoa: Effect of Cryoprotectants on Post-thaw Fertility, *Suisanzoshoku*, 2004, vol. 52, no. 2, pp. 171–175.

Lappin, F.M., Shaw, R.L., and Macqueen, D.J., Targeted sequencing for high-resolution evolutionary analyses following genome duplication in salmonid fish: Proof of concept for key components of the insulin-like growth factor axis, *Marine Genomics*, 2016, vol. 30, pp. 15–26. doi 10.1016/j.margen.2016.06.003

Makeev, S., Regional conservation strategy of the Sakhalin Taimen (*Parahucho perryi*), in *Book of abstracts II International Hucho Symposium*, Lopuszna, Poland, 2012, pp. 34–35.

Makeev, S.S., Samarskiy, V.G., Sukhonos, P.S., Bobrov, I.S., and Proskuryakov, K.A., Artificial rearing of sakhalin taimen (*Parahucho perryi*) on salmonid fish farms in the district of Sakhalin region (Russia), *Arch. Pol. Fish.*, 2013, vol. 21, no. 3, pp. 215–217. doi 10.2478/aopf-2013-0020

Makhrov, A.A., A narrowing of the phenotypic diversity range after large rearrangements of the karyotype in salmonidae: the relationship between saltational genome rearrangements and gradual adaptive evolution, *Genes,* 2017, vol. 8, no. 11, pp. 297. doi 10.3390/genes8110297

Matveev, V., Nishihara, H., and Okada, N., Novel SINE families from salmons validate *Parahucho* (Salmonidae) as a distinct genus and give evidence that SINEs can incorporate LINE-related 3'–tails of other SINEs, *Mol. Biol. Evol.*, 2007, vol. 24, no. 8, pp. 1656–1666. doi 10.1093/molbev/msm083

Mizumoto, H., Mitsuzuka, T., and Araki, H., An environmental DNA survey on distribution of an endangered salmonid species, *Parahucho perryi*, in Hokkaido, Japan, *Front. Ecol. Evol.,* 2020, vol. 8, pp. 569425. doi 10.3389/fevo.2020.569425

Mori, Y., Fukushima, M., Ono, Y., and Kurashige, Y., Spawning habitat selection of Sakhalin taimen in the Sarufutsu River, Hokkaido, *Wildlife Conservation Japan*, 1997, vol. 3, no. 1, pp. 41–51 (in Jap.).

Nagasawa, K. and Urawa, S., New records of the parasitic copepod Salmincola stellatus from Sakhalin taimen (*Hucho perryi*) in Hokkaido , with a note on its attachment site, *Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery*, 1991, vol. 45, pp. 57–59.

Nagasawa, K., Urawa, S., and Awakura, T., A checklist and bibliography of parasites of salmonids of Japan, *Sci. Rep. Hokkaido Salmon Hatchery*, 1987, vol. 41, pp. 1–75.

Nagasawa, K., Watanabe, J.R., Kimura, S., and Hara, A., Infection of Salmincola stellatus (Copepoda: Lernaeopodidae) on Sakhalin taimen Hucho perryi reared in Hokkaido, with a note on its attachment site, *Bull. Fac. Fish. Hokkaido Univ.,* 1994, vol. 45, no. 4, pp. 109–112.

Nakamura, F. and Yamada, H., Effects of pasture development on the ecological functions of riparian forests in Hokkaido in northern Japan, *Ecological Engineering*, 2005, vol. 24, no. 5, pp. 539–550. doi 10.1016/j.ecoleng.2005.01.010

Nomoto, K., *Conservation biology on endangered salmonid species Sakhalin taimen Hucho perryi inhabiting river basins of eastern Hokkaido: A Ph.D. Dissertation Submitted to Division of Environmental Science Development, Graduate School of Environmental Science*, Hokkaido University, 2010.

Nomoto, K., Omiya, H., Sugimoto, T., Akiba, K., Edo, K., and Higashi, S., Potential negative impacts of introduced rainbow trout on endangered Sakhalin taimen through redd disturbance in an agricultural stream, eastern Hokkaido, *Ecol. Freshwater Fish,* 2010, vol. 19, no. 1, pp. 116–126. doi 10.1111/j.1600-0633.2009.00396.x

Oakley, T.H. and Phillips, R.B., Phylogeny of Salmonine Fishes Based on Growth Hormone Introns: Atlantic (*Salmo*) and Pacific (*Oncorhynchus*) Salmon are not Sister Taxa, *Mol. Phylogenet. Evol.*, 1999, vol. 11, no. 3, pp. 381–393. doi 10.1006/mpev.1998.0599

Ondachi, S.D. and Seo, Y., Small mammals and a frog found in the stomach of a Sakhalin taimen *Hucho perryi* (Brevoort) in Hokkaido, *Mammal. Study,* 2004, vol. 29, no. 1, pp. 85–87. doi 10.3106/mammalstudy.29.85

Phillips, R.B., Oakley, T.H., and Davis, E.L., Evidence supporting the paraphyly of Hucho (Salmonidae) based on ribosomal DNA restriction maps, *J. Fish Biol.,* 1995, vol. 47, no. 6, pp. 956–961.

Popiojek, M., Kusznierz, J., Kotusz, J., and Witkowski, A., Parasites of *Hucho hucho* (L.), *Hucho taimen* (Pall.), and *Parahucho perryi* (Brevoort) (Salmonidae, Actinopterygii) — the state of knowledge, *Arch. Pol. Fish.*, 2013, vol. 21, no. 3, pp. 233–239. doi 10.2478/aopf-2013-0024

Rand, P.S., *Hucho perryi. The IUCN Red List of Threatened Species 2006: e.T61333A12462795*. doi 10.2305/IUCN.UK.2006.RLTS.T61333A12462795.

Rand, P.S. and Fukushima, M., Estimating the size of the spawning population and evaluating environmental controls on migration for a critically endangered Asian salmonid, Sakhalin taimen, *Global Ecology and Conservation*, 2014, vol. 2, pp. 214–225.

Sagawa, S., Yamashita, S., and Nakamura, F., Summer habitat use of adult Sakhalin taimen in a tributary of the Teshio River, Hokkaido, Japan: management implications for habitat conservation, *Jap. J. Ecol.*, 2002, vol. 52, no. 2, pp. 167–176 (in Jap.).

Sagawa, S., Yamashita, S., Sato, K., and Nakamura, F., Fall habitat use and foraging mode of immature Sakhalin taimen in the river tributaries in northern Hokkaido, Japan, *Jap. J. Ecol.*, 2003, vol. 53, no. 2, pp. 95–105 (in Jap.).

Semenchenko, A.Y. and Zolotukhin, S.F., Current status of the Sakhalin (*Parahucho perryi*) and Siberian Taimen (*Hucho taimen*) on the mainland coast of the Sea of Japan and in the Amur River basin, in *Book of abstracts II International Hucho Symposium*, Lopuszna, Poland, 2012, pp. 40–41.

Shedko, S.V., Ginatulina, L.K., Parpura, I.Z., and Ermolenko, A.V., Evolutionary and taxonomic relationships among Far-Eastern salmonid fishes inferred from mitochondrial DNA divergence, *J. Fish. Biol.*, 1996, vol. 49, pp. 815–829. doi 10.1111/j.1095-8649.1996.tb00081.x

Shedko, S.V., Miroshnichenko, I.L., and Nemkova, G.A., Complete mitochondrial genome of the endangered Sakhalin taimen *Parahucho perryi* (Salmoniformes, Salmonidae), *Mitochondrial DNA*, 2014, vol. 25, no. 4, pp. 265–266. doi 10.3109/19401736.2013.800498

Shimizu, M., Fukada, H., Fujita, T., Hiramatsu, N. and Hara, A., Serum levels of precursors to vitelline envelope proteins (choriogenins) in Sakhalin taimen after treatment with oestrogen and during oocyte growth, *J. Fish Biol.,* 2000, vol. 57, no. 1, pp. 170–181. doi 10.1111/j.1095-8649.2000.tb00784.x

Sloat, M.R., What the Taimen Said: An Urgent Call for Conservation of the World's Largest Salmonids, *Fisheries*, 2023, vol. 48, no. 4, pp. 137–140. doi/10.1002/fsh.10887

Suzuki, K., Yoshitomi, T., Kawaguchi, Y., Edo, K., Homma-Takeda, S., Ishikawa, T., Iso, H., and Imaseki, H., Application of micro-pixe analysis for a migration history study of *Hucho perryi* focused on strontium distribution in fish scales, *International Journal of PIXE*, 2008, vol. 18, no. 01n02, pp. 39. doi 10.1142/S0129083508001326

Suzuki, K., Yoshitomi, T., Kawaguchi, Y., Ichimura, M., Edo, K., and Otake, T., Migration history of Sakhalin taimen *Hucho perryi* captured in the Sea of Okhotsk, northern Japan, using otolith Sr:Ca ratios, *Fish. Sci.*, 2011, vol. 77, pp. 313–320. doi 10.1007/s12562-011-0335-x

Takajasu, M., Kondo, K., Ohigashi, S., and Kuroda, K., Limnological studies on the lakes of Kunasiri Island, *Sci. Rep. Hokkaido Fish Hatchery*, 1955, vol. 10, no. 12, pp. 169–216.

Tokushima, Y., Ito, Y., Shimizu, M., Omoto, N., and Hara, A., Immunochemical comparison between sera from the primary and secondary circulations in a salmonid fish, Sakhalin Taimen (*Hucho perryi*), *Fish Physiol. Biochem.*, 2005, vol. 30, no. 2, pp. 179–188. doi 10.1007/s10695-005-1264-3

Vladykov, V.D. and Gruchy, C.G., Comments on the nomenculature of some subgenera of Salmonidae, *J. Fish. Res. Board Can.,* 1972, vol. 29, no. 11, pp. 1631–1632.

Wang, Y., Xiong, F., and Song, Z., Molecular Phylogeny and Adaptive Mitochondrial DNA Evolution of Salmonids (Pisces: Salmonidae), *Front. Genet.*, 2022, 13:903240. doi 10.3389/fgene.2022.903240

Yamashiro, S., Age and growth of the ito (*Hucho perryi*) in northwestern Hokkaido, *Bull. Jap. Sco. Sci. Fish. Nippon Suisan Gakkaishi,* 1965, vol. 31, no. 1, pp. 1–7 (in Jap.).

Yoshitomi, T., Suzuki, K., Ichimura, H., Homma-Takeda, S., and Myahara, N., Visualization of skeletal structure in Sakhalin taimen, *Hucho perryi* using in vivo three-dimensional micro X-ray computed tomography, *Coastal Marine Science*, 2010, vol. 34, no. 1, pp. 55–58.

Zhivotovsky, L.A., Yurchenko, A.A., Nikitin, V.D., Safronov, S.N., Shitova, M.V., Zolotukhin, S.F., Makeev, S.S., Weiss, S., Rand, P.S., and Semenchenko, A.Y., Eco-geographic units, population hierarchy, and a two-level conservation strategy with reference to a critically endangered salmonid, Sakhalin taimen *Parahucho perryi*, *Conserv. Genet.*, 2015, vol. 16, no. 2, pp. 431–441. doi 10.1007/s10592-014-0670-4

Zimmerman, C.E., Rand, P.S., Fukushima, M., and Zolotukhin, S.F., Migration of Sakhalin taimen (*Parahucho perryi*): evidence of freshwater resident life history types, *Environ. Biol. Fish.,* 2011, vol. 93, no. 2, pp. 223–232. doi 10.1007/s10641-011-9908-x

Zolotukhin, S., Makeev, S., and Semenchenko, A., Current status of the Sakhalin taimen, *Parahucho perryi* (Brevoort), on the mainland coast of the Sea of Japan and the Okhotsk Sea, *Arch. Pol. Fish.,* 2013, vol. 21, no. 3, pp. 205–210. doi 10.2478/aopf-2013-0018

Поступила в редакцию 21.01.2025 г.

После доработки 27.03.2025 г.

Принята к публикации 16.06.2025 г.

The article was submitted 21.01.2025; approved after reviewing 27.03.2025; accepted for publication 16.06.2025

Известия ТИНРО

2025 **Том 205, вып. 2. С. 284–297.**

Izvestiya TINRO, 2025, Vol. 205, No. 2, pp. 284–297.

Научная статья
УДК 597.552.511–135(282.257.6)
DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-284-297
EDN: ATZEXC

ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ ПОКАТНОЙ МОЛОДИ ГОРБУШИ В РЕКАХ ОСТРОВОВ САХАЛИН И ИТУРУП В 2024 Г.

А.М. Каев[1], П.С. Сухонос[2]*
[1] Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196;
[2] Сахалинский филиал Главрыбвода (Сахрыбвод),
693006, г. Южно-Сахалинск, ул. Емельянова, 43а

Аннотация. Горбуша — ведущий объект лососевого промысла в Сахалино-Курильском регионе. Для прогнозирования состояния ее запасов большое значение имеет оценка численности покатников, которая отражает уровень выживания поколений от нереста до выхода молоди в морские воды. Представлены результаты количественного учета молоди горбуши, скатившейся с нерестилищ, в реках Даги, Малая Хузи, Пугачевка, Вознесенка, Очепуха, Таранай, Кура (восточное побережье о. Сахалин), Рыбацкая и Оля (о. Итуруп), а также в ручье Холодном (приток р. Поронай). Для каждой реки рассчитан индекс ската (соотношение численности заходов производителей и последующей численности скатившейся молоди в указанных контрольных реках). На основании данных по заходам горбуши в реки и значений индекса ската рассчитана численность «дикой» молоди, скатившейся из всех рек. Такие расчеты для восточного побережья о. Сахалин проведены раздельно по районам нереста локальных стад горбуши. Всего с нерестилищ рек восточного побережья о. Сахалин в 2024 г. скатилось 1044,5 млн мальков, из рек о. Итуруп — 16,1 млн мальков горбуши. В дополнение к ним с лососевых рыборазводных заводов выпущено соответственно 101,8 и 28,1 млн мальков этого вида лососей.

Ключевые слова: Сахалин, Итуруп, горбуша, покатная молодь, численность, индекс ската

Для цитирования: Каев А.М., Сухонос П.С. Оценка численности покатной молоди горбуши в реках островов Сахалин и Итуруп в 2024 г. // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 2. — С. 284–297. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-284-297. EDN: ATZEXC.

* *Каев Александр Михайлович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, kaev@outlook.com, ORCID 0000-0002-5989-3988; Сухонос Павел Сергеевич, заместитель начальника, ichtiologia@mail.ru, ORCID 0009-0007-9870-9454.*

© Каев А.М., Сухонос П.С., 2025

Original article

Estimation of abundance for the migrating juvenile pink salmon in the rivers of Sakhalin and Iturup Islands in 2024

Alexander M. Kaev*, Pavel S. Sukhonos**
* Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO),
196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia
** Sakhalin branch of Glavrybvod (Sakhrybvod),
43a, Emelyanov Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693006, Russia
* D.Biol., principal researcher, kaev@outlook.com, ORCID 0000-0002-5989-3988
** deputy head, ichtiologia@mail.ru, ORCID 0009-0007-9870-9454

Abstract. Pink salmon is the leading object of salmon fishery in the Sakhalin-Kuril region. To forecast the status of its stocks, the number of juveniles migrated downstream was counted in the rivers Dagi, Malaya Khuzi, Pugachevka, Voznesenka, Ochepukha, Taranai, Kura and Kholodny Creek (tributary of the Poronai River) on the eastern coast of Sakhalin Island and in the Rybatskaya and Olya rivers on Iturup Island. These estimates reflected the year-class survival in the period from hatching to the juveniles release into marine waters. For each of these control rivers, the downstream migration index was calculated as the ratio of the number of spawners entered to the river to the number of their progeny migrated downstream. Based on the data on total number of pink salmon spawners and the downstream migration index for the control rivers, the number of wild juveniles migrated to the sea from all rivers was calculated, separately by areas of the local stocks. The total number of pink salmon fry migrated to the sea from the spawning grounds on the east coast of Sakhalin and Iturup Island was estimated in 2024 as $1044.5 \cdot 10^6$ ind. and $16.1 \cdot 10^6$ ind., respectively. In addition to these numbers of wild fry, $101.8 \cdot 10^6$ ind. were released from salmon hatcheries of eastern Sakhalin and $28.1 \cdot 10^6$ ind. from salmon hatcheries of Iturup Island.

Keywords: Sakhalin, Iturup Island, pink salmon, downstream migration, juveniles abundance, downstream migration index

For citation: Kaev A.M., Sukhonos P.S. Estimation of abundance for the migrating juvenile pink salmon in the rivers of Sakhalin and Iturup Islands in 2024, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2025, vol. 205, no. 2, pp. 284–297. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-284-297. EDN: ATZEXC.

Введение

Горбуша является важнейшим объектом промысла в Сахалино-Курильском регионе, однако ее уловы сильно различаются по годам. С одной стороны, это связано с уровнем воспроизводства двух генеративных линий четных и нечетных лет с почти полной репродуктивной изоляцией между ними, которые стали рассматривать даже как представителей разных видов, *Oncorhynchus gorbuscha* sensu stricto и *Oncorhynchus gorbuschk*a sp. nova [Глубоковский, Животовский, 2024]. С другой стороны, для короткоцикловых рыб, к которым относятся эти виды, характерна высокая изменчивость численности в череде поколений [Никольский, 1974].

Давно показано, что точность предсказаний изменений численности лососей, основанных на регрессионном анализе формализованной различными способами связи «родители–потомки», часто далека от желаемой [Bradford, 1992; Чигиринский, 1993]. Причина неудачных прогнозов в том, что на протяжении жизни численность лососей формируется в результате взаимодействия комплекса факторов абиотического, биотического, популяционного и антропогенного характера, структура и сила воздействия которых постоянно меняются [Коновалов, 1985]. Эти заключения остаются актуальными и в нынешние годы, несмотря на применение в прогнозах все более совершенного моделирования с использованием разного рода глобальных климатических индексов.

Известно, что для воспроизводства этих рыб в пресных водах (нерест и последующее эмбриональное и личиночное развитие) характерно снижение биомассы нарождающегося поколения, так как в это время процессы смертности доминируют над процессами роста [Леванидов, 1969]. Причем уровень потерь потомства, в частности

у горбуши — вида с наиболее коротким сроком обитания молоди в пресных водах, не только высок, но и сильно изменчив как при сравнении разных районов, так и у разных поколений в одном районе [Heard, 1991; Radchenko et al., 2018]. Поэтому данные по численности покатников позволяют хотя бы даже ориентировочно, учитывая немногочисленность пунктов их учета, судить о реальной выживаемости поколения горбуши, молодь которого скатывается из рек в морские воды.

Расчеты численности покатников осуществлены для отдельных единиц запаса горбуши. Для восточного побережья Сахалина такие оценки традиционно проводили в реках северо-восточного и юго-восточного побережий острова и в реках, впадающих в заливы Терпения и Анива, для южных Курильских островов — в реках Итурупа и Кунашира. Группировки горбуши в каждом из этих районов сходны между собой по основным биологическим характеристикам рыб и типу динамики стада, что позволяет их считать локальными стадами [Иванков, 1993, 2011], принимая за отдельные единицы запаса [Каев, 2007]. В то же время на северо-восточном побережье острова дополнительно выделяем два подрайона — северный и южный, различающихся не только по характеру стекающих с них рек, но и по эффективности воспроизводства горбуши в этих реках [Каев, 2019]. Оценка численности покатной молоди горбуши в реках юго-восточного Сахалина впервые проведена в целом для всего этого побережья. Ранее его участок севернее 48° с.ш. из-за отсутствия регулярных исследований состояния ресурсов горбуши был условно отнесен к «западному побережью» зал. Терпения, хотя по условиям ее воспроизводства он идентичен с районами, расположенными южнее на этом же побережье острова [Каев, 2007].

Цель настоящего исследования — оценка в ходе ежегодно проводимого мониторинга численности молоди, скатившейся в 2024 г. с нерестилищ рек в районах воспроизводства основных единиц запаса горбуши на восточном Сахалине и о. Итуруп.

Материалы и методы

В 2024 г. расчет численности покатников осуществлен по данным их учета сотрудниками СахНИРО в реках Малая Хузи, Вознесенка, Кура и Рыбацкая, а также сотрудниками Сахрыбвода в реках Даги, Холодный (ручей), Пугачевка, Очепуха, Таранай и Оля (рис. 1). На трех из указанных рек находятся лососевые рыборазводные заводы (ЛРЗ). На реках Очепуха и Таранай пункты учета расположены выше по течению мест выпуска молоди с ЛРЗ, на р. Пугачевка — ниже, что связано с топографией нерестилищ. Поэтому в последней из этих рек во избежание обловов заводской молоди учет в период ее выпуска не вели (с 6 по 10 июня), экстраполировав на этот период результаты предыдущих и последующих ловов. В реках западного побережья Сахалина и на о. Кунашир учеты покатной молоди лососей в этом году не проведены.

Учет вели методом выборочных обловов [Воловик, 1967; Каев, 2011], однако методически эти операции несколько различались при проведении работ сотрудниками разных ведомств. На подконтрольных Сахрыбводу реках по результатам обловов в разных местах учетного створа выбирали позиции постановки ловушки, в которых наблюдалась расчетная средняя плотность миграционного потока молоди. Количество молоди, мигрировавшей через учетный створ, рассчитывали путем умножения величины уловов на кратную разницу между площадью живого сечения реки на створе и площадью облова молоди ловушкой. На подконтрольных СахНИРО реках учетные ловы вели в стрежневой части потока. Доля пойманных мальков от общей численности, мигрировавших в это же время через весь учетный створ, определена по результатам периодически проводимых серий ловов в его разных позициях, при этом расчет доли осуществлен с учетом быстро менявшейся в течение ночи интенсивности покатной миграции [Каев, 2010].

Затем следовали одинаковые для обоих ведомств расчеты численности молоди в соответствии с ритмикой ловов в контрольной позиции в течение ночи. Так как учет

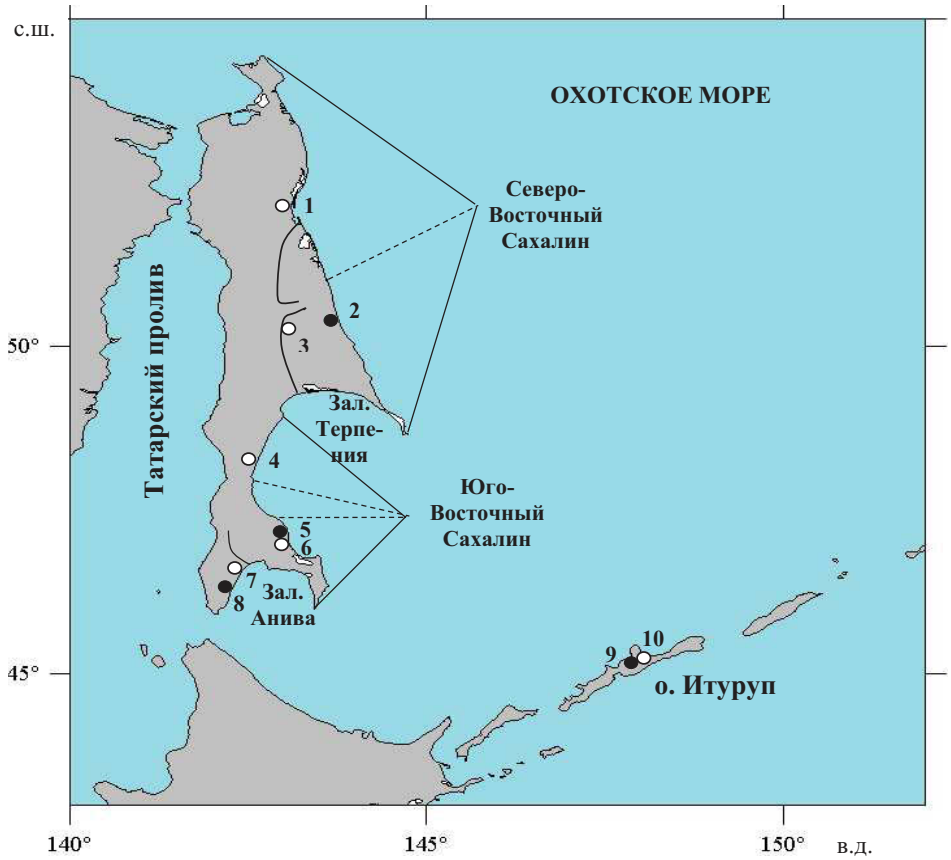


Рис. 1. Схема расположения пунктов учета покатной молоди горбуши СахНИРО (*темные символы*) и Сахрыбвода (*светлые символы*) на реках Даги (*1*), Малая Хузи (*2*), Холодный (*3* — ручей, приток р. Поронай), Пугачевка (*4*), Вознесенка (*5*), Очепуха (*6*), Таранай (*7*), Кура (*8*), Рыбацкая (*9*), Оля (*10*)

Fig. 1. Scheme of the counting points for migrating pink salmon juveniles established by SakhNIRO (*dark symbols*) and Sakhrybvod (*light symbols*) on the rivers Dagi (*1*), Malaya Khuzi (*2*), Kholodny Creek tributary of the Poronai River (*3*), Pugachevka (*4*), Voznesenka (*5*), Ochepuha (*6*), Taranay (*7*), Kura (*8*), Rybatskaya (*9*), and Olya (*10*)

вели, как правило, в режиме ночь через ночь, численность скатившейся молоди в пропущенные ночи принимали средней между учтенной в смежные ночи. Если наблюдения за покатной миграцией были проведены с неполным охватом ее периода, профили динамики ската достраивали по аналогии с предыдущими годами — пропорционально его изменениям, зарегистрированным в ближайшие ночи, а также исходя из имевшихся результатов учета в другой реке данного района.

Применение метода выборочных обловов дает вполне удовлетворительные результаты, судя по сравнению тотального (100 %) и выборочного (118 %) учетов молоди горбуши в р. Очепуха [Воловик, 1967]. А если исключить при сопоставлении этих данных случаи с повышенным уровнем воды, что вело к частичному подтоплению забиваемых мусором щитов, перекрывавших створ реки при сплошном учете, то результаты выборочного учета (109 %) были еще ближе к таковым при сплошном учете [Каев, 2010]. Аналогичное сопоставление этих методов в р. Оля также дало небольшое расхождение: выборочный учет привел к завышению расчетной величины ската на 3,4 % [Чупахин, 1973]. При проведении учета молоди горбуши в р. Малая Хузи по методике, применяемой в СахНИРО, одновременно провели расчеты численности покатников исходя из их концентраций в разных участках речного потока (аналог метода

Сахрыбвода). Итоговые оценки для периода массовой миграции молоди различались всего на 0,02 % [Павлов и др., 2015].

Сопоставление сроков ската молоди из разных рек проведено по продолжительности временных интервалов массовой миграции, в течение которых скатывалось 80 % всех мальков, а также по датам, на которые приходилась середина ската (50 % скатившихся мальков).

Использованные в статье данные по заходам горбуши в реки основаны на результатах ежегодных ее учетов в ряде рек сотрудниками Сахрыбвода, по которым рассчитаны суммарные заходы во все реки соответствующих побережий стандартными методами [Kaev, Klovach, 2014]. Данные по численности молоди горбуши, выпущенной с ЛРЗ, соответствуют статистике Сахалино-Курильского территориального управления Росрыболовства. Соотношение численности производителей и покатной молоди выражено через индекс ската (ИС), рассчитанный как число мальков, скатившихся от одного условного производителя в контрольных реках. Его значения в совокупности с данными по заходу горбуши служат основой для оценок численности покатников локальных стад горбуши.

Результаты и их обсуждение

Северо-восточный Сахалин. Более 70 % нерестилищ (4,46 млн м^2) расположены в сравнительно крупных реках в северной части побережья этого района. В южной части протекают горные реки, типичные для нереста горбуши (1,68 млн м^2) [Каев, 2019]. Оценка численности покатников в реках северной и южной частей побережья проводится по данным их учета соответственно в реках Даги и Малая Хузи (рис. 2). Покатная миграция молоди горбуши в р. Даги в 2024 г. протекала с середины мая по начало июля, наибольшая интенсивность ската наблюдалась в первой половине июня. Всего из реки скатилось 14928 тыс. мальков (ИС 57,8). При заходе в 2023 г. в реки северной части побережья 2791 тыс. производителей количество покатников от их нереста оценено в 161,3 млн. Покатная миграция молоди горбуши в р. Малая Хузи наблюдалась примерно в те же сроки лишь с тем отличием, что наиболее массовый скат мальков протекал в виде одной хорошо выраженной «волны». Всего в этой реке учтено 12054 тыс. покатников, ИС составил 582,3. Столь невероятно высокое его значение (около 40 % абсолютной плодовитости самок) могло быть следствием как

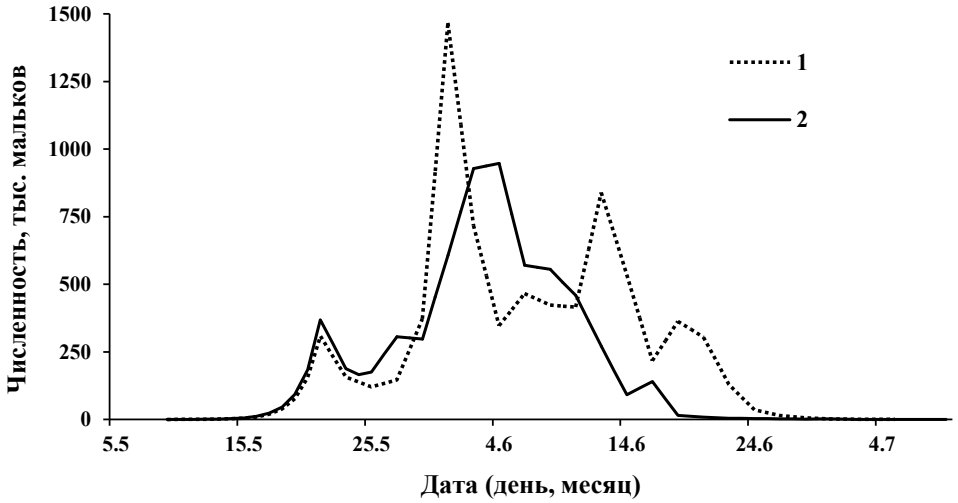


Рис. 2. Динамика покатной миграции молоди горбуши в реках Даги (*1*) и Малая Хузи (*2*) в 2024 г.

Fig. 2. Dynamics of downstream migration for juvenile pink salmon in the rivers Dagi (*1*) and Malaya Khuzi (*2*) in 2024

недоучета производителей, так и завышения расчетного количества скатившейся молоди. При расчете численности покатников использованы реальные данные уловов на усилие, а при определении заходов неизбежна субъективная составляющая при их подсчете. Считая более неопределенной ситуацию с оценкой захода производителей в реки, расчет общей численности молоди в данном случае проведен через соотношение площадей нерестилищ в р. Малая Хузи (37 тыс. м^2) и суммарной во всех реках южной части побережья, в соответствии с чем искомая величина составила 546,1 млн мальков.

Таким образом, из рек всего северо-восточного побережья Сахалина в 2024 г. скатилось 707,4 млн мальков горбуши. Наряду с присущей субъективностью при учете численности производителей в реках появилась еще одна существенная неопределенность, связанная со сменой контрольного водоема. Ранее многие годы учет покатников в южной части побережья вели в р. Мелкой [Каев, 2019]. Экстраполяция результатов наблюдений в подконтрольной реке на другие водоемы всегда относительна, но при длительном ряде наблюдений это компенсируется стандартностью системной ошибки, что позволяет воспринимать происходящие изменения в стаде. А в данном случае не исключено, что меняется величина этой системной ошибки, связанной с экстраполяцией данных по эффективности нереста на все реки побережья при использовании другой подконтрольной реки, т.е. фактически начинается создание нового ряда данных.

Побережье зал. Терпения. Площадь нерестилищ горбуши в реках северной части, протекающих в основном по обширной низменности, составляет 6,21 млн м^2, из которых 75 % сосредоточено в бассейне р. Поронай — крупнейшей реки на Сахалине [Каев, 2007]. Оценку численности покатников в реках этого побережья ранее осуществляли по результатам их учета в притоках Пороная — ручье Холодном и Орловке, однако в последнем из них учет молоди с 2019 г. прекращен. В ручье Холодном скат молоди горбуши протекал с начала мая по конец июня. Для его динамики было характерно постепенное наращивание численности покатников до начала июня, а затем такой же постепенный ее спад. Уловы были представлены в основном единичными мальками, что по понятным причинам снижает точность оценки их численности (276 тыс. мальков). Судя по рассчитанному для ручья Холодного индексу ската (ИС 64,0) и учтенной величине захода производителей в Поронай и соседние реки (1295 тыс. рыб), суммарная численность покатной молоди горбуши, скатившейся из рек побережья залива, оценена в количестве 82,9 млн, в дополнение к которым с ЛРЗ выпущено 4,4 млн мальков этого вида.

Юго-восточный Сахалин. Многие годы оценки запаса горбуши проводили для участка от южной оконечности побережья до 48° с.ш., в пределах которого горбуша воспроизводилась в 29 реках с площадью нерестилищ 1,49 млн м^2. При этом расчеты численности покатников вели раздельно для двух участков [Каев и др., 2004]. В настоящее время, расширяя этот район в северном направлении до географической границы зал. Терпения, мы сохраняем эту схему, добавляя третий участок (13 рек, площадь нерестилищ 1,03 млн м^2). Вследствие этого расчет численности покатников горбуши в пределах этого побережья проводим по трем участкам — северному, центральному и южному (см. рис. 1). По северному участку численность молоди оцениваем по данным ее учета в р. Пугачевка. Скат покатников протекал с последних чисел апреля по конец июня с наибольшей интенсивностью с середины мая по середину первой декады июня в виде нескольких пиков (рис. 3). Всего с нерестилищ р. Пугачевка скатилось 34613 тыс. мальков (ИС 64,1). При заходе в 2023 г. в реки северного участка побережья 1701 тыс. производителей количество покатников от их нереста оценено в 109,0 млн.

Скат молоди из рек центрального участка оценивали по результатам ее учетов в р. Дудинка, которые прекращены с 2013 г. Для восполнения пробела стали использовать среднее значение ИС между реками на северном и южном участках. На южном участке учет молоди осуществлен в реках Вознесенка и Очепуха. Покатная миграция в р. Вознесенка была весьма непродолжительной, с начала мая до

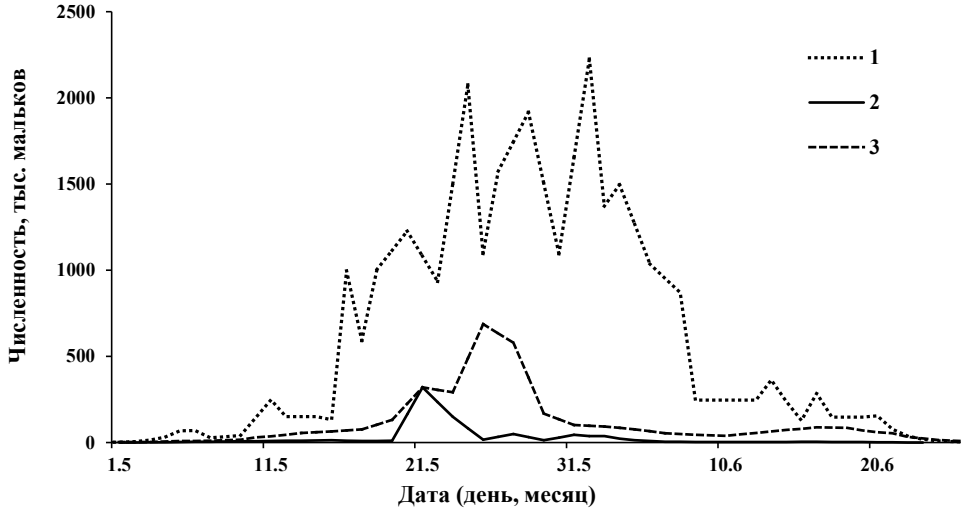


Рис. 3. Динамика покатной миграции молоди горбуши в реках Пугачевка (*1*), Вознесенка (*2*) и Очепуха (*3*) в 2024 г.

Fig. 3. Dynamics of downstream migration for juvenile pink salmon in the rivers Pugachevka (*1*), Voznesenka (*2*) and Ochepuha (*3*) in 2024

третьей декады с одним кратковременным пиком в начале последней декады мая. В р. Очепуха — с последних чисел апреля по конец июня, основная часть молоди также скатывалась в виде одной, но более продолжительной «волны» (рис. 3). В реках Вознесенка и Очепуха учтено соответственно 1467 тыс. (ИС 42,5) и 6583 тыс. (ИС 92,6) молоди горбуши, скатившейся с нерестилищ. Исходя из численности производителей в реках центрального и южного участков побережья (2079 тыс. рыб) и дифференцированного использования значений ИС для каждого из этих участков, общая численность молоди, скатившейся от нереста этих рыб, оценена в 139,2 млн. Таким образом, всего с нерестилищ рек юго-восточного побережья Сахалина скатилось 248,2 млн мальков горбуши, в дополнение к которым с ЛРЗ выпущено 65,0 млн мальков этого вида.

Побережье зал. Анива. Запас горбуши формируется за счет ее воспроизводства в 60 реках с площадью нерестилищ 1,67 млн м^2. Расчет численности молоди, скатившейся с нерестилищ этих рек, проводится по трем участкам побережья [Каев и др., 2004]. На западном побережье залива — по данным учета покатников в реках Таранай и Кура. В 2024 г. покатная миграция молоди горбуши в р. Таранай протекала с середины третьей декады апреля почти до середины июня, в р. Кура эти сроки были сдвинуты на несколько суток ранее. Такой же сдвиг отмечен в сроках массового ската молоди, который в обеих реках характеризовался тремя выраженными пиками (рис. 4). В реках Таранай и Кура учтено соответственно 618 тыс. (ИС 14,1) и 843 тыс. (ИС 13,3) покатников. Исходя из этих значений и захода в реки западного побережья 291 тыс. производителей вероятная численность покатной молоди горбуши в этих реках оценена в 4,0 млн. В связи с прекращением учета молоди горбуши в р. Быстрой (приток крупнейшей в данном районе р. Лютога) оценку ее численности в реках северного побережья залива стали проводить по результатам учета в р. Таранай. В соответствии с рассчитанным значением ИС для этой реки и заходом в реки северного побережья 32,5 тыс. производителей вероятный скат молоди от их нереста оценен в 0,5 млн мальков.

На восточном побережье залива при отсутствии данных по эффективности нереста горбуши в местных реках используются данные по рекам южного участка юго-восточного побережья Сахалина (Вознесенка и Очепуха). В то же время привлекают внимание очень низкие значения ИС в изученных реках анивского побережья, которые в 3–6 раз меньше, чем в реках юго-восточного побережья острова. Наиболее вероятной причиной таких расхождений в потерях потомства явились обильные осенние осадки,

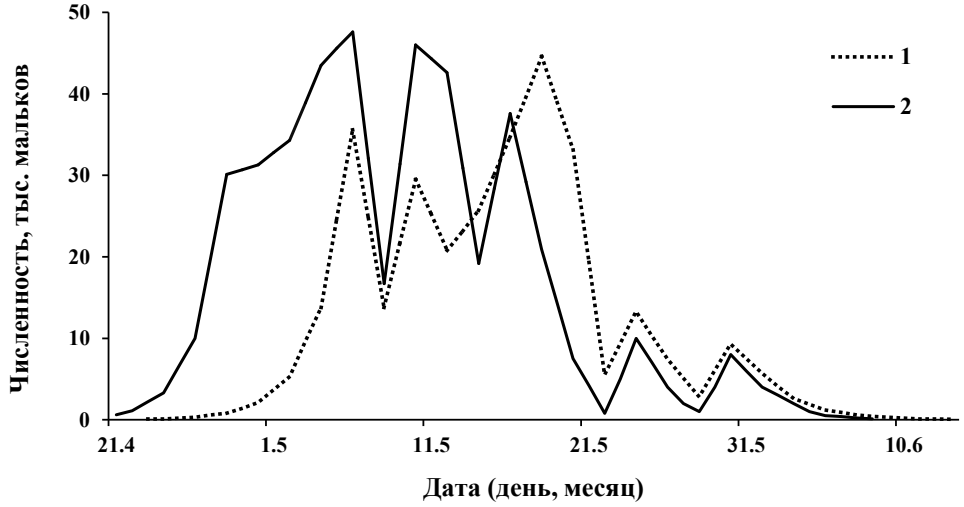


Рис. 4. Динамика покатной миграции молоди горбуши в реках Таранай (*1*) и Кура (*2*) в 2024 г.

Fig. 4. Dynamics of downstream migration for juvenile pink salmon in the rivers Taranay (*1*) and Kura (*2*) in 2024

которые, судя по их распределению, могли вызвать наиболее мощные паводки именно в реках анивского побережья. Так, 6 октября 2023 г. на гидрометеорологических постах (ГМП, сайт «Расписание погоды», http://rp5.ru) в городах Южно-Сахалинск (ГМП № 32150) и Корсаков (ГМП № 32156) зафиксировано в среднем по 86 мм осадков, а на восточном (ГМП № 32136 в пос. Стародубское) и западном (ГМП № 32145 в г. Невельск) побережьях соответственно по 31 и 26 мм осадков. В связи с этим для расчета вероятной численности покатников в реках восточного побережья залива использованы результаты учета молоди только в р. Вознесенка с минимальным значением ИС (42,5). В соответствии с этим от нереста зашедших в реки восточного побережья залива 35,2 тыс. производителей скатилось 1,5 млн мальков. Таким образом, суммарная численность молоди горбуши, скатившейся в 2024 г. с нерестилищ рек анивского побережья Сахалина, составила около 6,0 млн, в дополнение к которым с ЛРЗ выпущено 32,4 млн мальков этого вида.

Остров Итуруп. Горбуша заходит в 87 рек, при этом 82 % нерестилищ (0,60 млн м^2) сосредоточены в 54 реках охотоморского побережья острова, воспроизводство в которых, наряду с заводским разведением, обеспечивает промысловый запас этого вида лососей на острове [Каев, 2022]. Учет покатной молоди горбуши в 2024 г. проведен в реках Рыбацкая и Оля.

Покатная миграция в р. Рыбацкой протекала с первых чисел третьей декады апреля до середины июня с двумя хорошо выраженными пиками активности в первой и третьей декадах мая. В р. Оля она началась только в начале мая, а пик миграционной активности пришелся на первую и вторую декады июня, после которого скат вскоре завершился (рис. 5). В реках Рыбацкая и Оля учтено соответственно 557 тыс. (ИС 928) и 126 тыс. (ИС 419) молоди горбуши, скатившейся с нерестилищ. Столь большие значения индекса ската связаны, очевидно, с недоучетом производителей в реках, что, как правило, происходит при их малых заходах [Гриценко, 2002]. Действительно, по результатам обследования рек Рыбацкая и Оля плотность скоплений производителей определена в количестве 0,046 и 0,015 рыб/м^2 нерестилищ. Частично разница в значениях ИС в этих реках обусловлена также преждевременным сроком обследования р. Рыбацкой (30 августа) — до завершения массового захода горбуши. Учитывая очевидную некорректность значений ИС, расчет численности покатников во всех реках осуществлен через индекс, отражающий число мальков, скатившихся с 1 м^2 нерести-

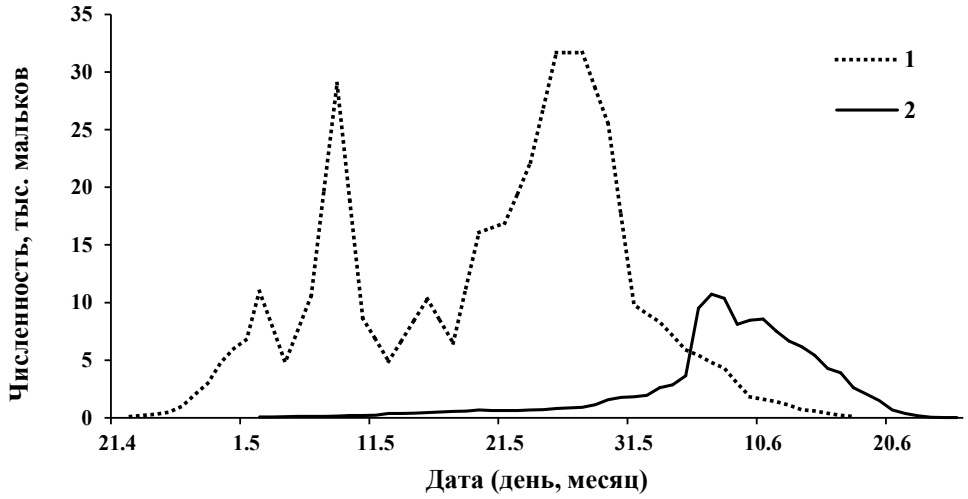


Рис. 5. Динамика покатной миграции молоди горбуши в реках Рыбацкая (*1*) и Оля (*2*) в 2024 г.

Fig. 5. Dynamics of downstream migration for juvenile pink salmon in the rivers Rybatskaya (*1*) and Olya (*2*) in 2024

лищ, значения которого для рек Рыбацкая и Оля составили 46,4 и 7,2. Разница между значениями отражает разную плотность скоплений производителей на нерестилищах этих рек. Причем примерно такое же соотношение наблюдалось по численности производителей в реках южной и северной частей побережья (соответственно 303 и 59 тыс. рыб) при примерно равной площади нерестилищ. Такое соотношение указанных параметров позволяет использовать для расчета среднее значение этого индекса, в результате чего общая численность молоди горбуши, скатившейся с нерестилищ рек охотоморского побережья острова, оценена в объеме 16,1 млн. В дополнение к ним с ЛРЗ выпущено 28,1 млн мальков этого вида.

Установленные особенности покатной миграции молоди горбуши в изученных реках (сроки массового ската и даты середины ската, см. таблицу) полностью соответствуют закономерности, в соответствии с которой сроки ската смещаются на более ранние даты в южном направлении [Гриценко, 2002; Шунтов, Темных, 2008; Каев и др., 2024]. В пределах же отдельных районов сроки ската молоди в разных реках довольно сходны. Так, в течение временных интервалов, отражающих зоны перекрытия сроков

Даты наступления середины покатной миграции молоди горбуши
и граничные сроки ее массовой миграции в реках Сахалино-Курильского региона в 2024 г.
The earliest, middle and latest dates for mass pink downstream migration of pink salmon juveniles in the rivers of Sakhalin-Kuril Region in 2024

Река	Дата середины ската	Сроки массовой миграции	
		Начало	Завершение
Даги	05 июня	30 мая	20 июня
Малая Хузи	03 июня	27 мая	12 июня
Холодный (ручей)	02 июня	20 мая	16 июня
Пугачевка	28 мая	17 мая	05 июня
Вознесенка	22 мая	20 мая	31 мая
Очепуха	26 мая	13 мая	06 июня
Таранай	15 мая	04 мая	21 мая
Кура	08 мая	28 апреля	17 мая
Рыбацкая	22 мая	06 мая	31 мая
Оля	08 июня	02 июня	17 июня

массовой покатной миграции, в реках северо-восточного побережья Сахалина Даги и Малая Хузи (с 27 мая по 12 июня) скатывалось соответственно 61,1 и 72,1 % молоди, в реках Пугачевка и Очепуха (с 17 мая по 5 июня) — 79,5 и 76,6 %, в реках Таранай и Кура (с 4 по 17 мая) — 58,8 и 58,7 %. В таком плане не рассматриваем динамику ската молоди в р. Вознесенка, так как в 2024 г. период ее массовой миграции был аномально кратковременным (с 20 по 31 мая), начавшись позже и завершившись раньше соответствующих сроков в реках Пугачевка и Очепуха (см. рис. 3). Как и в предыдущие годы, совершенно не соответствуют данной закономерности особенности покатной миграции в реках Рыбацкая и Оля, географически наиболее южных. Сроки массового ската молоди в р. Рыбацкой близки к таковым в реках юго-восточного побережья Сахалина, что вполне объяснимо прохладным климатом на о. Итуруп [Каев и др., 2024]. А скат молоди в р. Оля протекает еще позже, причем в рассматриваемом году массовая миграция молоди в этой реке началась даже после завершения таковой в р. Рыбацкой (см. таблицу). Такой феномен связан с температурным режимом воды в этих реках. Уникальность р. Оля в том, что она частично подпитывается водами, стекающими со склона высокого вулкана Богдан Хмельницкий (1585 м), на котором мощные снеговые пласты в ущельях могут сохраняться вплоть до осени. Вследствие этого вода в р. Оля прогревается медленнее. К примеру, средняя температура воды при скате молоди с 06 мая по 22 июня 2019 г. (период синхронных наблюдений) в р. Оля составила 6,3 °С, а в р. Рыбацкой 7,8 °С [Каев и др., 2020].

Судя по приведенным расчетам, с нерестилищ рек восточного побережья Сахалина в 2024 г. скатилось 1044,5 млн мальков горбуши. В южной части восточного Сахалина (зал. Анива и юго-восточное побережье) даже при неблагоприятных условиях воспроизводства в реках анивского побережья из-за паводка после нереста численность молоди, скатившейся с нерестилищ, была несколько выше, чем у родительского поколения (254,2 против 232,3 млн), несмотря на меньшую численность учтенных в реках производителей (4140 против 5201 тыс.), т.е. рост численности молоди у нарождающегося поколения произошел в целом за счет улучшения условий воспроизводства, что отражено 1,4-кратным увеличением значения ИС (61,4 против 44,7 у предыдущего цикличного поколения). В северной части восточного Сахалина произошло еще более значимое увеличение численности молоди, скатившейся с нерестилищ, — с 433,7 млн у родительского поколения до 790,3 млн, причем этот рост в основном был обусловлен большей численностью производителей в реках (5825,9 против 3953,3 тыс.), нежели увеличением выживаемости при эмбрионально-личиночном развитии (ИС 135,7 против 109,7).

На о. Итуруп после резкого сокращения численности горбуши в 2015 г. (1577 тыс. рыб) численность дочернего поколения была уже сравнительно высокой (11798 тыс. рыб), т.е. быстро произошло восстановление запаса. Однако в 2023 г. вновь произошел его резкий спад до 2109 тыс. рыб вследствие, вероятно, высокой смертности молоди при экстремально сильных штормах в морском прибрежье в период ее массового ската из рек [Каев, Самарский, 2024]. Последующий заход производителей этого поколения в реки стал минимальным по линии нечетных лет, что, естественно, отразилось на численности покатников дочернего поколения (16,1 млн). Эта величина стала наименьшей за все годы наблюдений за воспроизводством горбуши на этом острове [Каев, 2022]. Чрезвычайно слабый заход производителей в реки в 2023 г. отразился также на деятельности ЛРЗ, выпуск молоди с которых в 2024 г. также стал минимальным за весь 57-летний период наблюдений.

Заключение

Постепенное восстановление запаса горбуши на восточном Сахалине по линии нечетных лет после его резкого сокращения в южной части побережья в 2015 г. и в его северной части в 2017 г. хорошо иллюстрируется скатом молоди с нерестилищ, который

для последних пяти цикличных поколений увеличился более чем в 5 раз, с 196,4 млн в 2016 г. до 1044,5 млн в 2024 г. Причем если рост численности покатников в 2022 г. в 1,9 раза в сравнении с предыдущим цикличным годом был обусловлен в основном увеличением захода производителей в реки (с 3235 до 9154 тыс. рыб), то их рост с 666,0 млн в 2022 г. до 1044,5 млн в 2024 г. был обеспечен преимущественно увеличением выживаемости за периоды эмбрионального и личиночного развития потомства. Наиболее высокая выживаемость потомства отмечена в реках северного побережья, включая его в южной части зал. Терпения (ИС = 135,7), в то время как на южном побережье меньший уровень выживаемости (ИС = 61,4) стал следствием осенних паводков, размывавших грунт нерестилищ, что особенно сказалось на воспроизводстве горбуши в реках анивского побережья. На о. Итуруп ситуация с формированием запасов горбуши остается неустойчивой. Несмотря на сравнительно быстрое восстановление запасов горбуши, свойственное местному стаду, впервые за историю наблюдений численность сразу двух смежных поколений дважды в последнее 10-летие (2014 и 2015, 2023 и 2024 гг.) снижалась до экстремально малых значений. Причем в обоих случаях слабые возвраты поколений нечетных лет определялись снижением численности молоди, что является тревожным симптомом в плане ожидаемого возврата поколения в 2025 г.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность всем сотрудникам СахНИРО и Сахалинрыбвода, принимавшим участие в количественном учете молоди горбуши, первичные данные которых использованы в данном исследовании. Авторы выражают отдельную благодарность В.В. Смирнову (Ассоциация устойчивого рыболовства Северо-Востока Сахалина) за поддержку и техническое обеспечение изучения покатной миграции молоди горбуши в р. Малая Хузи.

The authors are grateful to all colleagues in SakhNIRO and Sakhalinrybvod who took part in counts of pink salmon juveniles, which data were used in this study and would like to express special thanks to V.V. Smirnov (North-East Sakhalin Sustainable Fisheries Association) for his support and technical assistance to the research on downstream migration of juvenile pink salmon in the Malaya Khuzi River.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

This study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Авторы заявляют, что данная статья не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки на все использованные в статье данные других авторов оформлены в соответствии с ГОСТом.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

The authors declare that this article does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references to all data of other authors used in the article 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)

А.М. Каев возглавил проведение данного исследования. Авторы совместно анализировали данные и готовили эту статью.

A.M. Kaev conducted the study, both authors jointly analyzed the data and wrote and illustrated the text of article.

Список литературы

Воловик С.П. Методы учета и некоторые особенности поведения покатной молоди горбуши в реках Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1967. — Т. 61. — С. 104–117.

Глубоковский М.К., Животовский Л.А. Новый вид тихоокеанских лососей — горбушка Крашенинникова *Oncorhynchus gorbuschka* sp. nova: описание и генезис таксона // Биол. моря. — 2024. — Т. 50, № 2. — С. 164−176. DOI: 10.31857/S0134347524020073.

Гриценко О.Ф. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел) : моногр. — М. : ВНИРО, 2002. — 248 с.

Иванков В.Н. Внутривидовая дифференциация и популяционная организация горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в различных частях ареала // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 167. — С. 64–76.

Иванков В.Н. Популяционная организация у тихоокеанских лососей с коротким пресноводным периодом жизни // Вопр. ихтиол. — 1993. — Т. 33, № 1. — С. 78–83.

Каев А.М. Биологические основы рационального промысла лососей в Сахалино-Курильском регионе // Вопр. рыб-ва. — 2007. — Т. 8, № 4(32). — С. 713–733.

Каев А.М. Методические аспекты количественного учета покатной молоди лососей в реках Сахалино-Курильского региона // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 162. — С. 194–206.

Каев А.М. Методическое руководство по количественному учету покатной молоди горбуши и кеты в малых реках методом выборочных обловов. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2011. — 16 с.

Каев А.М. Некоторые результаты изучения динамики численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* на северо-восточном побережье острова Сахалин // Вопр. ихтиол. — 2019. — Т. 59, № 6. — С. 672–680. DOI: 10.1134/S0042875219060043.

Каев А.М. Особенности промысла и показатели воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* о. Итуруп (Курильские острова) // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 1. — С. 71–91. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-71-91.

Каев А.М., Антонов А.А., Ким Хе Юн, Руднев В.А. Показатели воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* южной части острова Сахалин // Тр. СахНИРО. — 2004. — Т. 6. — С. 3–38.

Каев А.М., Дзен Г.Н., Сухонос П.С., Бобров И.С. Оценка численности покатной молоди горбуши в реках островов Сахалин и Итуруп в 2019 г. // Изв. ТИНРО. — 2020. — Т. 200, вып. 1. — С. 82–100. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-82-100.

Каев А.М., Ромасенко Л.В., Самарский В.Г. и др. Региональная и межгодовая изменчивость темпоральных характеристик покатной миграции молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) в реках Сахалино-Курильского региона // Вопр. ихтиол. — 2024. — Т. 64, № 5. — С. 610–625. DOI: 10.31857/S0042875224050066.

Каев А.М., Самарский В.Г. Итоги промысла горбуши на островах Сахалин (восточное побережье) и Итуруп в 2018–2023 гг. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 105–122. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-105-122. EDN: FBSYCD.

Коновалов С.М. Факторы, лимитирующие численность и биомассу тихоокеанских лососей // Биологические исследования лососевых. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985. — С. 5–25.

Леванидов В.Я. Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура : Изв. ТИНРО. — 1969. — Т. 67. — 243 с.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов : моногр. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищ. пром-сть, 1974. — 447 с.

Павлов Д.С., Кириллов П.И., Кириллова Е.А., Черешкевич Ф.Г. Покатная миграция молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в реке Малая Хузи (северо-восток острова Сахалин) // Биология внутренних вод. — 2015. — № 4. — С. 64–75. DOI: 10.7868/S0320965215040129.

Чигиринский А.И. Глобальные природные факторы, промысел и численность тихоокеанских лососевых // Рыб. хоз-во. — 1993. — № 2. — С. 19–22.

Чупахин В.М. К характеристике естественного воспроизводства горбуши на о. Итуруп // Изв. ТИНРО. — 1973. — Т. 91. — С. 55–67.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — Т. 1. — 481 с.

Bradford M.J. Precision of recruitment predictions from early life stages of marine fishes // Fish. Bull. — 1992. — Vol. 90, № 3. — P. 439–453.

Heard W.R. Life history of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) // Pacific Salmon Life Histories / eds C. Groot and L. Margolis. — Vancouver : UBC press, 1991. — P. 119–230.

Kaev A.M., Klovach N.V. Revision of data on pink salmon abundance in East Sakhalin and Kuril Islands : NPAFC Doc. — 2014. — № 1501. — 11 p.

Radchenko V.I., Beamish R.J., Heard W.R., Temnykh O.S. Ocean ecology of pink salmon // The ocean ecology of Pacific salmon and trout / ed. R.J. Beamish. — Bethesda, Maryland, 2018. — P. 15–160.

References

Volovik, S.P., Methods of accounting and some features of the behavior of downstream pink salmon juveniles in the Sakhalin rivers, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1967, vol. 61, pp. 104–117.

Glubokovsky, M.K. and Zhivotovsky, L.A., A New Species of Pacific Salmon — Rosy Salmon *Oncorhynchus gorbuschka* sp. nova: Description and Genesis of the Taxon, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2024, vol. 50, no. 3, pp. 116–125. doi 10.1134/S1063074024700123

Gritsenko, O.F., *Prokhodnye ryby ostrova Sakhalin (sistematika, ekologiya, promysel)* (Diadromous Fishes of Sakhalin (Systematics, Ecology, Fisheries)), Moscow: VNIRO, 2002.

Ivankov, V.N., Intraspecific differentiation and the population organizing of pink salmon in different parts of its natural habitat, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2011, vol. 167, pp. 64−76.

Ivankov, V.N., Populational organization in the pacific salmons with short fresh-water life period, *Vopr. Ikhtiol.*, 1993, vol. 33, no. 1, pp. 78–83.

Kayev, A.M., Biological foundation of rational salmon fishing in Sakhalin-Kuril region, *Vopr. Rybolov.*, 2007, vol. 8, no. 4(32), pp. 713–733.

Kaev, A.M., Methodic aspects for quantitative count of fry salmon downstream migrants in the rivers of Sakhalin-Kuril Region, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2010, vol. 162, pp. 194–206.

Kaev, A.M., *Metodicheskoye rukovodstvo po kolichestvennomu uchetu pokatnoy molodi gorbushi i kety v malykh rekakh metodom vyborochnykh oblovov* (A methodological guide to the quantitative registration of downstream juvenile pink and chum salmon in small rivers by the method of selective fishing), Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2011.

Kaev, A.M., Some results of studies on pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*'s number dynamics on the northeastern coasts of Sakhalin island, *J. Ichthyol.*, 2019, vol. 59, no. 6, pp. 885–894. doi 10.1134/S0032945219060043

Kaev, A.M., Features of fishery and indices of reproduction for pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* of Iturup Island (Kuril Islands), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2022, vol. 202, no. 1, pp. 71−91. doi 10.26428/1606-9919-2022-202-71-91

Kaev, A.M., Antonov, A.A., Kim, Khe Yun, and Rudnev, V.A., Reproduction indices of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in the southern part of Sakhalin Island, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 6, pp. 3–38.

Kaev, A.M., Dzen, G.N., Sukhonos, P.S., and Bobrov, I.S., Estimation of abundance for the migrating juvenile pink salmon in the rivers of Sakhalin and Iturup Islands in 2019, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2020, vol. 200, no. 1, pp. 82–100. doi 10.26428/1606-9919-2020-200-82-100

Kaev, A.M., Romasenko, L.V., Samarskii, V.G., Sukhonos, P.S., and Bobrov, I.S., Regional and interannual variability of the temporal characteristics of the downstream migration of juvenile pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) in the rivers of the Sakhalin-Kuril Region, *J. Ichthyol.*, 2024, vol. 64, no. 5, pp. 827–841. doi 10.1134/S0032945224700516

Kaev, A.M. and Samarsky, V.G., Results of pink salmon fishery on the islands of Sakhalin (eastern coast) and Iturup in 2018–2023, in *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp.105–122. doi 10.26428/losos_bull18-2024-105-122. EDN: FBSYCD.

Konovalov, S.M., Factors limiting the Pacific salmon abundance and biomass, in *Biologicheskie issledovaniya lososevykh* (Biological Studies of Salmonids), Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr, Akad. Nauk SSSR, 1985, pp. 5–25.

Levanidov, V.Ya., The reproduction of Amur salmon and the forage supply of their juveniles in the tributaries of the Amur River, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1969, vol. 67.

Nikolsky, G.V., *Teoriya dinamiki stada ryb kak biologicheskaya osnova ratsional'noi ekspluatatsii i vosproizvodstva rybnykh resursov* (The Theory of Fish Stock Dynamics as a Biological Basis for the Rational Exploitation and Reproduction of Fish Resources), Moscow: Pishchevaya Promyshlennost', 1974, 2nd ed.

Pavlov, D.S., Kirillov, P.I., Kirillova, E.A., and Chereshkevich, F.G., Downstream migration of fry of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) in the Malaya Huzi River (northeastern Sakhalin), *Inland Water Biology*, 2015, vol. 8, no. 4, pp. 384–394. doi 10.1134/S1995082915040124

Chigirinsky, A.I., Global natural factors, fishing and abundance of Pacific salmon, *Rybn. Khoz.*, 1993, no. 2, pp. 19–22.

Chupakhin, V.M., To the characteristics of the natural reproduction of pink salmon on about Iturup, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1973, vol. 91, pp. 55–67.

Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S., *Tikhookeanskie lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh* (Pacific Salmon in Marine and Ocean Ecosystems), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2008, vol. 1.

Bradford, M.J., Precision of recruitment predictions from early life stages of marine fishes, *Fish. Bull.*, 1992, vol. 90, no. 3, pp. 439–453.

Heard, W.R., Life history of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*), *Pacific Salmon Life Histories*, Groot, C. and Margolis, L., eds., Vancouver: UBC Press, 1991, pp. 119–230.

Kaev, A.M., and Klovach, N.V., Revision of data on pink salmon abundance in East Sakhalin and Kuril Islands, *NPAFC Doc.*, 2014, no. 1501.

Radchenko, V.I., Beamish, R.J., Heard, W.R., and Temnykh, O.S., Ocean ecology of pink salmon, *The ocean ecology of Pacific salmon and trout*, Beamish, R.J., ed., Bethesda, Maryland, 2018, pp. 15–160.

http://rp5.ru.

Поступила в редакцию 18.03.2025 г.

После доработки 14.04.2025 г.

Принята к публикации 16.06.2025 г.

The article was submitted 18.03.2025; approved after reviewing 14.04.2025; accepted for publication 16.06.2025

Известия ТИНРО

2025 **Том 205, вып. 2. С. 298–313.**

Izvestiya TINRO, 2025, Vol. 205, No. 2, pp. 298–313.

Научная статья
УДК 597.541(265.546)
DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-298-313
EDN: BJNIAY

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТИХООКЕАНСКОЙ СЕЛЬДИ *CLUPEA PALLASII* В ТАТАРСКОМ ПРОЛИВЕ (ЯПОНСКОЕ МОРЕ) В АПРЕЛЕ-ИЮНЕ

Э.Р. Ившина, И.Н. Мухаметов*
Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

Аннотация. Представлены данные по пространственному распределению тихоокеанской сельди в Татарском проливе (Японское море) в апреле-июне по материалам донных траловых съемок 2002–2022 гг. Показано, что в Татарском проливе сельдь весной встречается повсеместно, основные концентрации формируются на глубинах до 100 м при температуре воды в придонных слоях 0–2 °С. Несмотря на ежегодные вариации распределения, зависящие от температурных условий, участки локализации преднерестовой сельди относительно стабильные. Максимальная концентрация рыб характерна для северной части пролива вблизи нерестилищ де-кастринской популяции сельди. Основу уловов составляют рыбы длиной 10–28 см. Сахалино-хоккайдская сельдь образует скопления на Чехов-Ильинском мелководье, размерную структуру стада формируют особи длиной 16–30 см с увеличением доли рыб длиной более 25 см в последние годы. В юго-западной части пролива численность рыб пластуно-нельминской популяции минимальная.

Ключевые слова: сельдь, Татарский пролив, траловые съемки, преднерестовые скопления, глубина, температура, размерный состав

Для цитирования: Ившина Э.Р., Мухаметов И.Н. Распределение тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* в Татарском проливе (Японское море) в апреле-июне // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 2. — С. 298–313. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-298-313. EDN: BJNIAY.

Original article

Spatial distribution of pacific herring *Clupea pallasii* in the Tatar Strait (Japan Sea) in April-June

Elsa R. Ivshina*, Ilyas N. Mukhametov**
*, ** Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO),
196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia
* Ph.D., leading researcher, ivshinaer@sakhniro.vniro.ru, ORCID 0009-0000-1602-6924
** Ph.D., head of sector, muhametovin@sakhniro.vniro.ru, ORCID 0009-0003-6147-2052

** Ившина Эльза Рудольфовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, ivshinaer@sakhniro.vniro.ru, ORCID 0009-0000-1602-6924; Мухаметов Ильяс Ниязович, кандидат биологических наук, заведующий сектором, muhametovin@sakhniro.vniro.ru, ORCID 0009-0003-6147-2052.*

© Ившина Э.Р., Мухаметов И.Н., 2025

Abstract. Spatial distribution of pacific herring in the Tatar Strait in spring (April-June) is considered on the data of bottom trawl surveys conducted in 2002–2022. Although the herring occur everywhere in this season, the main aggregations are located at the depths shallower of 100 m with water temperature at the bottom 0–2 °C. In spite of some interannual variations caused by temperature conditions, pre-spawning herring concentrate in rather stable areas. The herring spawned in the Chikhachov/de Castries Bay form the densest aggregations at the mainland and island coasts in the northern Tatar Strait, on the traverse of spawning grounds. The fish of the size 10–28 cm prevail there. The herring belonged to the Sakhalin-Hokkaido population distribute mainly over the shallows from Chekhov to Ilinsky. Their size is 16–30 cm but the portion of large-sized fish (> 25 cm) has increased in recent years. The herring abundance is the lowest in the southwestern Tatar Strait.

Keywords: pacific herring, Tatar Strait, trawl survey, pre-spawning aggregation, depth range, water temperature, size composition

For citation: Ivshina E.R., Mukhametov I.N. Spatial distribution of pacific herring *Clupea pallasii* in the Tatar Strait (Japan Sea) in April-June, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr*., 2025, vol. 205, no. 2, pp. 298–313. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-298-313. EDN: BJNIAY.

Введение

Тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847 — одна из самых массовых видов рыб в северной части Японского моря, относится к числу лидирующих неритических видов [Науменко, 2001; Кравченко и др., 2017]. Сельдь в Татарском проливе представлена рыбами сахалино-хоккайдской популяции у юго-западного Сахалина, де-кастринской популяции в его северной части и пластуно-нельминской популяции в юго-западной [Амброз, 1931; Кагановский, 1954].

В Татарском проливе, главным образом у сахалинского побережья, сельдь издавна является важным промысловым объектом, и в связи с этим изучению биологии и экологии вида придается большое значение. Наибольшее число исследований посвящено описанию сельди сахалино-хоккайдской и де-кастринской популяций. Во многих из этих работ анализируется распределение рыб в нерестовый и нагульный периоды их жизненного цикла [Варварин, 1946; Богаевский, 1950, 1951, 1955; Фридлянд, 1951; Пискунов, 1952; Пробатов, 1954; Веденский, 1957; Румянцев и др., 1958; Дарда, 1960; Дружинин, 1963, 1964; Козлов, 1968; Пушникова, Ившина, 2006]. В ряде статей по материалам учетных траловых съемок даются краткая информация по сельди в водах северного Приморья и западного Сахалина [Гаврилов и др., 1988; Вдовин и др., 2004; Калчугин и др., 2006; Ким Сен Ток, 2007; Измятинский, Калчугин, 2010; Kim, Kim, 2019; Ким и др., 2022] и общая характеристика обилия вида в северо-западной и северной (Татарский пролив) частях Японского моря [Калчугин и др., 2016; Милованкин, 2017]. При этом локализация сельди в целом в проливе характеризуется в единственной работе, где показано сезонное количественное распределение вида в эпипелагиали на основании данных пелагических съемок разноглубинными тралами в 1981–2003 гг. [Атлас…, 2004]. В 2000-х — начале 2020-х гг. в северной части Японского моря была выполнена серия донных траловых съемок, в ходе которых получены наряду с другими материалы по распределению и биологическому состоянию сельди. Целью настоящей работы является оценка распределения тихоокеанской сельди в Татарском проливе в апреле-июне.

Материалы и методы

Материалы, послужившие основой для характеристики распределения сельди, собраны в ходе шести донных траловых учетных съемок, выполненных в Татарском проливе в апреле-июне в период с 2002 по 2022 г. (см. таблицу).

Плотность скоплений рыб в придонном слое определяли по величине уловов и площади траления, которую рассчитывали исходя из параметров трала, продолжительности и скорости облова. Коэффициент уловистости во всех случаях принят равным единице. Длину сельди измеряли по Смитту (АС).

Список донных траловых съемок в Татарском проливе в 2002–2022 гг.
List of bottom trawl surveys in the Tatar Strait in 2002–2022

Год	Месяцы	Название научно-исследовательского судна	Тип донного трала ДТ/ТВ	Диапазон глубин, м	Число станций
2002	Май-июнь	СТР-420 «Дмитрий Песков»	34/26	15–670	147
2003	Май			15–484	125
2007	Апрель-май		30/25	19–604	171
2015	Май-июнь	МРКТМ «Бухоро»	27,1/24,4	10–657	234
2020	Май	СТР-420 «Владимир Сафонов»		9–684	202
2022	Апрель-май			24–611	128

В ходе анализа данных Татарский пролив был разделен на три условных района с учетом принятого биостатистического районирования [Атлас…, 2004] в соответствии с границами распределения нерестилищ сельди де-кастринской, сахалино-хоккайдской и пластуно-нельминской популяций [Пискунов, 1952; Кагановский, 1954; Румянцев и др., 1958; Пушникова, Ившина, 2006], а также с природной изменчивостью океанографических параметров акватории [Дьяков, 2006; Пищальник и др., 2010, 2011]. Исходя из имеющихся данных, выделяются северная часть Татарского пролива по 49° с.ш. (СЧ), юго-восточная (ЮВЧ) и юго-западная (ЮЗЧ) части, которые разделены посередине южной части пролива (рис. 1).

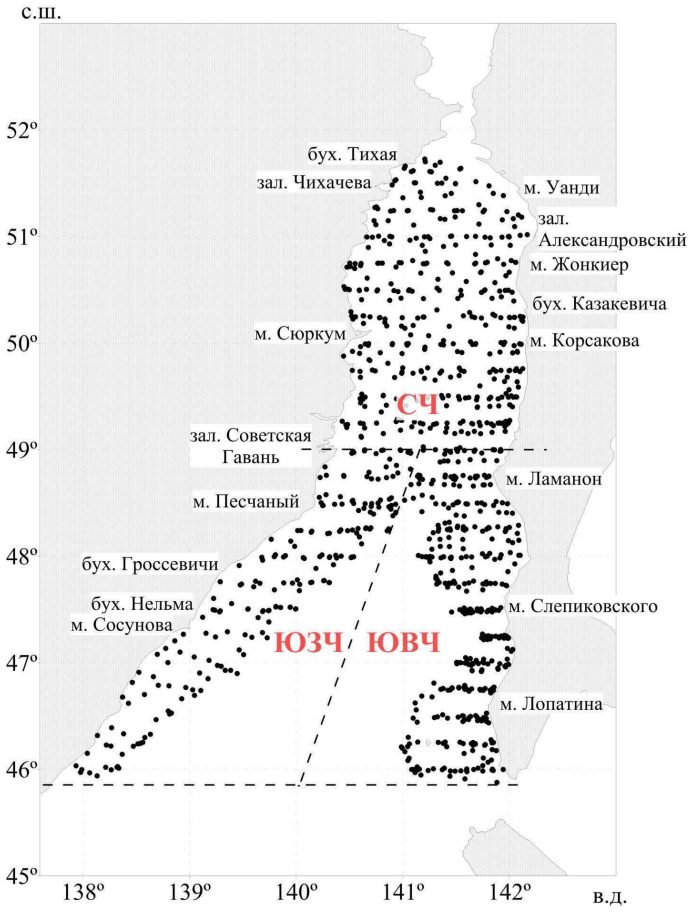


Рис. 1. Схема донных траловых станций, выполненных в 2002–2022 гг., и условно выделенные районы: северная часть (*СЧ*), юго-западная часть (*ЮЗЧ*) и юго-восточная часть (*ЮВЧ*) Татарского пролива

Fig. 1. Scheme of bottom trawl surveys in 2002–2022: *СЧ* — northern Tatar Strat, *ЮЗЧ* — southwestern Tatar Strait, *ЮВЧ* — southeastern Tatar Strait

Результаты и их обсуждение

Распределение

В Татарском проливе у сахалинского побережья, согласно литературным данным, в конце марта сельдь начинает мигрировать из районов зимовки к местам преднерестового откорма и в апреле-мае перемещается на мелководье для нереста [Пискунов, 1952; Дружинин, 1959]. Сельдь широко распространяется по проливу, формируя основные преднерестовые скопления в пределах ареалов сахалино-хоккайдской и де-кастринской популяций*: на юге — ориентировочно от мыса Лопатина до мыса Ламанон; на севере — от мыса Корсакова до зал. Александровского.

В юго-восточной части пролива весной сельдь встречается в подавляющем большинстве случаев от мыса Лопатина до мыса Слепиковского. В 1940–1950-е гг., период высокой численности сахалино-хоккайдской сельди, основные агрегации преднерестовых особей фиксировались с конца марта до конца первой декады мая у о. Монерон и на Чехов-Ильинском мелководье, посленерестовые скопления отмечались здесь же в апреле-мае [Богаевский, 1950, 1955; Румянцев и др., 1958; Дружинин, 1959, 1963]. Де-кастринская сельдь перед нерестом в марте — начале мая распределяется практически по всей северной части Татарского пролива и по мере миграции к побережью формирует основные скопления на глубинах 40–100 м при положительной температуре воды в районе мыс Корсакова — мыс Жонкиер**. В весенние месяцы, кроме половозрелых рыб, фиксируются также скопления молоди, преимущественно севернее 51° с.ш. [Веденский, 1957; Румянцев и др., 1958; Козлов, 1968; Атлас…, 2004]. Де-кастринская сельдь встречается вплоть до 48–49° с.ш., где может формировать совместные скопления с сахалино-хоккайдской сельдью. Траловые уловы, как правило, состоят из половозрелых рыб: в марте — на III–IV стадиях зрелости гонад, в апреле — на IV–V***. Юго-западная часть пролива наряду с вышеуказанными весной является местом концентрации пластуно-нельминской популяции сельди [Атлас…, 2004]. В отдельные годы на этой акватории сельдь может быть среди доминирующих видов в сублиторали на глубинах до 200–300 м [Дударев, 1996а, б].

Нерест сельди в Татарском проливе проходит на мелководье в апреле-июне на глубинах до 3 м, редко до 5–12 м. Самый ранний нерест в акватории пролива характерен для сахалинского побережья южнее мыса Ламанон и наблюдается здесь с начала-середины апреля по середину-конец мая (массовый нерест — первая-вторая декада апреля). В северной части пролива у обоих побережий нерест проходит в мае-июне (массовый нерест — середина — вторая половина мая) [Фролов, 1964] и в юго-западной части — в мае [Варварин, 1946].

Основные нерестилища сахалино-хоккайдской сельди локализуются у юго-западного побережья острова на акватории от мыса Лопатина до мыса Слепиковского. Нерестовый ареал де-кастринской сельди ограничивается северной частью Татарского пролива с южной границей у сахалинского побережья по мысу Корсакова, а у материкового побережья — по зал. Советская Гавань. Основные нерестилища сосредоточены в вершине пролива в зал. Чихачева — бухта Тихая у материкового, в районе мыс

---

* Пушникова Г.М. Экология, состояние запасов, динамика численности поколений сахалино-хоккайдской сельди (сводный отчет) / СахТИНРО. Инв. № 4737. Южно-Сахалинск, 1980. 59 с.

** Пушникова Г.М. Отчет о работе в рейсе на СТР «Ступино» с 22 по 27 апреля и на СРТМ «Хива» с 6 по 9 мая 1988 г. в северной части Татарского пролива / СахТИНРО. Инв. № 2628. Южно-Сахалинск, 1988. 32 с.

*** Вялова Г.П., Пушникова Г.М. Отчет по теме 6 (11) 0,74.032.г. Закономерности распределения, динамики численности и поведения промысловых рыб в морских водах Сахалинской области. Распределение и биологическая характеристика сельди сахалино-хоккайдского стада в 1972 г. / СахТИНРО. Инв. № 2521. Южно-Сахалинск, 1973. 73 с.

Жонкиер — мыс Уанди у островного побережий [Пискунов, 1952; Пробатов, 1954; Румянцев и др., 1958; Фролов, 1964; Пушникова, Ившина, 2006]. Вместе с тем южная граница обитания де-кастринской сельди с учетом данных по распределению рыб и в нагульный период проходит ориентировочно у сахалинского побережья по широте мыса Ламанон, у материкового побережья — по бухте Гроссевичи [Гаврилов, 1998; Калчугин, Вдовин, 2000]. У материковой стороны Татарского пролива южнее зал. Советская Гавань нерест сельди возможен во всех подходящих местах вдоль побережья*. Однако определенно выделить границу нерестовых ареалов сельди де-кастринской и пластуно-нельминской популяций в связи с отсутствием каких-либо данных не представляется возможным.

Как показывают литературные и архивные материалы, а также данные траловых съемок, выполненных в 2002–2022 гг., районы локализации сельди в Татарском проливе в апреле-июне относительно стабильные (рис. 2). Преднерестовые скопления рыб сахалино-хоккайдской, де-кастринской и пластуно-нельминской популяций формируются соответственно на акваториях мыс Лопатина — мыс Ламанон, мыс Корсакова — зал.

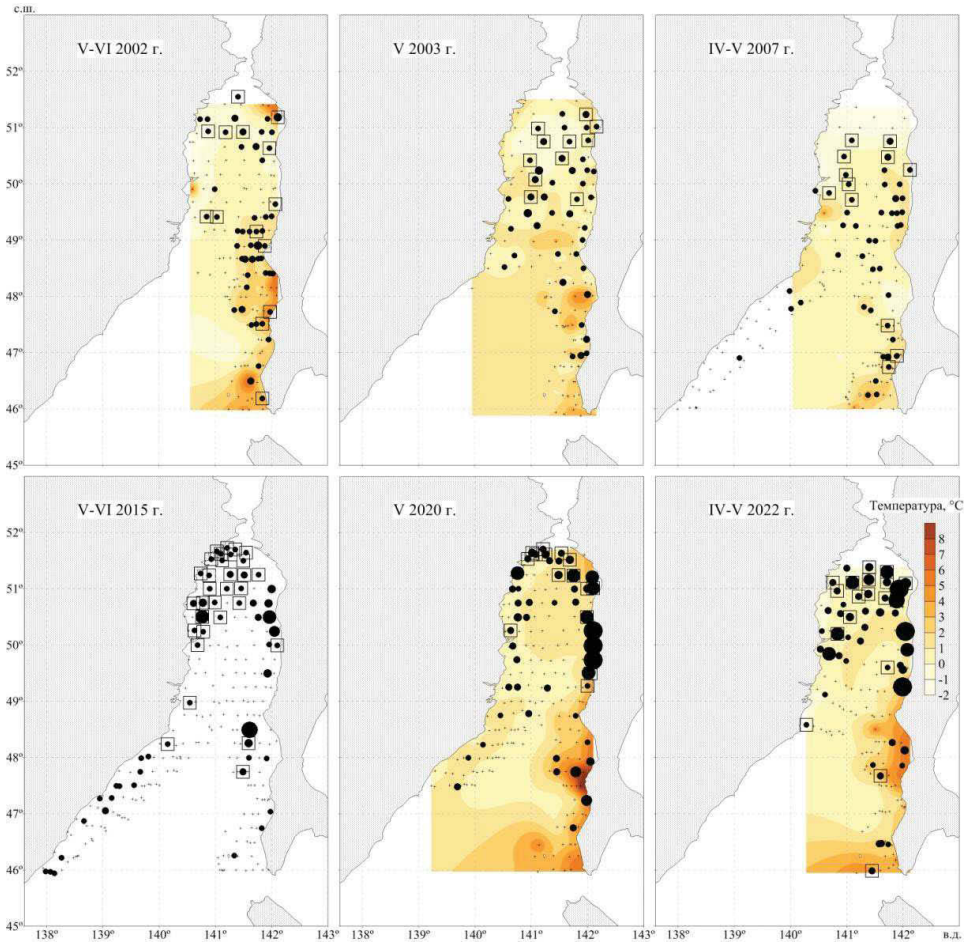


Рис. 2. Распределение сельди в Татарском проливе в апреле-июне в разные годы: *цветовая шкала* — придонная температура; *темные кружки* — относительная плотность скоплений; *крестики* — станции с нулевыми уловами; *квадраты* — станции с уловами молоди длиной до 15 см

Fig. 2. Spatial distribution of herring in the Tatar Strait in April-June, by years: *colour scale* — water temperature at the bottom; *dark circles* — relative density of aggregations; *crosses* — zero catches; *squares* — catches of juveniles with size < 15 cm

* Веденский А.П. О сельди северной части Японского моря и Татарского пролива : отчет о НИР / ТИРХ. Инв. № 2176. Владивосток, 1939. 114 с.

Александровский и мыс Песчаный — мыс Сосунова. Максимальные по плотности скопления рыб заметны в наиболее продуктивных участках Татарского пролива — на Чехов-Ильинском мелководье, в Александровском заливе и на акватории южнее до мыса Корсакова [Ивлева, 1960; Дружинин, 1964; Шунтов, 2001]. Севернее 49° с.ш. обычны в уловах неполовозрелые рыбы (рис. 2) с частотой встречаемости в разные годы от 35,5 до 77,1 %.

В мае в северной части пролива рыбы в большем количестве наблюдаются у восточного побережья, что, наиболее вероятно, обусловлено однородной структурой вод, большей тепловодностью этой акватории в весенние месяцы по сравнению с западной частью пролива [Пищальник и др., 2011; Шевченко и др., 2011] и мало связано с ежегодной вариацией нерестовых площадей де-кастринской сельди у берегов острова и материка [Пушникова, Ившина, 2006]. Согласно имеющимся данным биоанализов, в апреле-мае в траловых уловах среди половозрелых особей встречается исключительно преднерестовая сельдь. Посленерестовую сельдь удалось обловить лишь в ходе работ на НИС «Бухоро» 14–20 июня 2015 г. на севере пролива на глубинах 10–98 м.

Несмотря на повсеместное распределение вида, встречаемость сельди на севере и юге пролива заметно различается. Область распространения де-кастринской сельди ограничена исключительно северной частью пролива, где она встречается в среднем в 2,6 раза чаще (средняя частота встречаемости 53,2 %), чем сахалино-хоккайдская в ЮВЧ (20,3 %), для которой Татарский пролив является лишь фрагментом обширного ареала. Сельдь де-кастринской популяции формирует основные агрегации к северу от 50° с.ш. В ЮЗЧ сельдь в ходе траловых съемок отмечается довольно редко — в среднем в 12 % уловов (рис. 3, А). На севере пролива сельдь наблюдается чаще у островного побережья (55 %), чем у материкового (48 %) (рис. 3, Б).

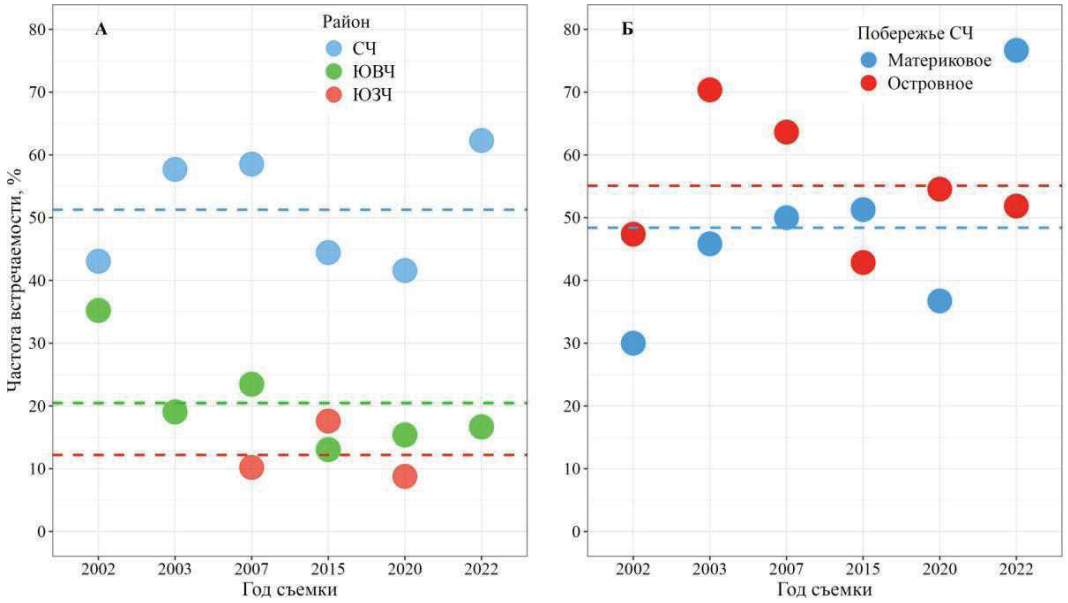


Рис. 3. Частота встречаемости сельди в Татарском проливе в пределах выделенных районов (см. рис. 1) (**А**) и в северной части пролива у материкового и островного побережий (**Б**); *пунктирная линия* — среднее значение частоты встречаемости

Fig. 3. Frequency of the herring occurrence in the Tatar Strait, by the areas shown at Fig. 1 (**А**) and separately at the mainland and island coasts in the northern Tatar Strait (**Б**); *dotted line* — mean frequency

Заметно различается и плотность скоплений в пределах условно выделенных акваторий. В ЮВЧ и СЧ в годы минимальной численности сахалино-хоккайдской и де-кастринской популяций (2002, 2003, 2007 гг.) биомасса сельди находилась на от-

носительно близком уровне. При увеличении запасов с середины 2010-х гг. [Ким и др., 2022; Нагульная сельдь–2023*] концентрация особей де-кастринской сельди на единицу площади была в несколько раз больше, чем сахалино-хоккайдской (см. рис. 2; рис. 4, А). При этом севернее 49° с.ш. у островного побережья агрегированность рыб в ходе пяти съемок из шести превышала таковую у материкового (рис. 4, Б). В юго-западной части пролива во все годы наблюдений сельдь держалась относительно разреженно. Показатели на рис. 4 приведены в логарифмической шкале, поскольку плотность скоплений сельди в проливе в 2002–2007 гг. (среднее 0,09 т/милю^2) и в 2015–2022 гг. (среднее 4,90 т/милю^2) различается более чем на порядок.

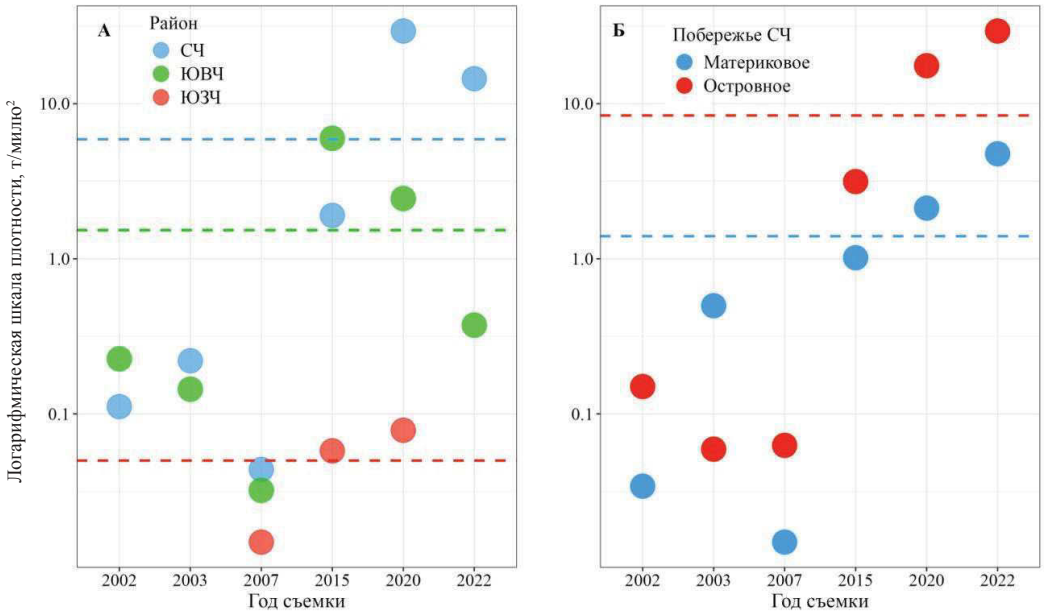


Рис. 4. Плотность скоплений сельди в Татарском проливе в пределах выделенных районов (**А**) и в северной части пролива у материкового и островного побережий (**Б**); *пунктирная линия* — среднее значение

Fig. 4. Density of herring aggregations in the Tatar Strait, by the areas shown at Fig. 1 (**A**) and separately at the mainland and island coasts in the northern Tatar Strait (**Б**); *dotted line* — mean density

В весенний период сельдь, мигрирующая к побережью, встречается в отдельных случаях до глубины порядка 250–400 м при температуре воды от –1,3 до 7,5 °С. Вместе с тем в целом по проливу основные скопления сельди фиксируются на ограниченной акватории на глубинах до 100 м (72 % по частоте встречаемости в тралениях) при температуре воды 0–2 °С (71 %). Сахалино-хоккайдская сельдь, как правило, облавливается на глубинах от 30 до 150 м при придонной температуре воды от 1,0 до 7,5 °С (86 %), де-кастринская сельдь — от 35 до 90 м при температуре –0,6...+4,2 °С (78 %). Пластуно-нельминская сельдь отмечена на глубинах от 40 до 250 м при температуре воды около 1 °С (рис. 5).

Определенное влияние на пространственное распределение рыб, оцениваемое по результатам донных тралений, оказывают сроки и продолжительность исследований, охватывающие до 60 дней — с апреля по июнь. С учетом гидрологических сезонов в Татарском проливе [Пищальник, Бобков, 2008] траловые съемки начинаются в конце гидрологической зимы (апрель) в юго-западной части пролива и заканчиваются в разгар гидрологической весны (конец мая — июнь) в юго-восточной. Стоит обратить

* Нагульная сельдь–2023 (путинный прогноз). Прогноз промысловой обстановки, распределения, возможного изъятия гидробионтов на Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. Владивосток: ТИНРО, 2023. 93 с.

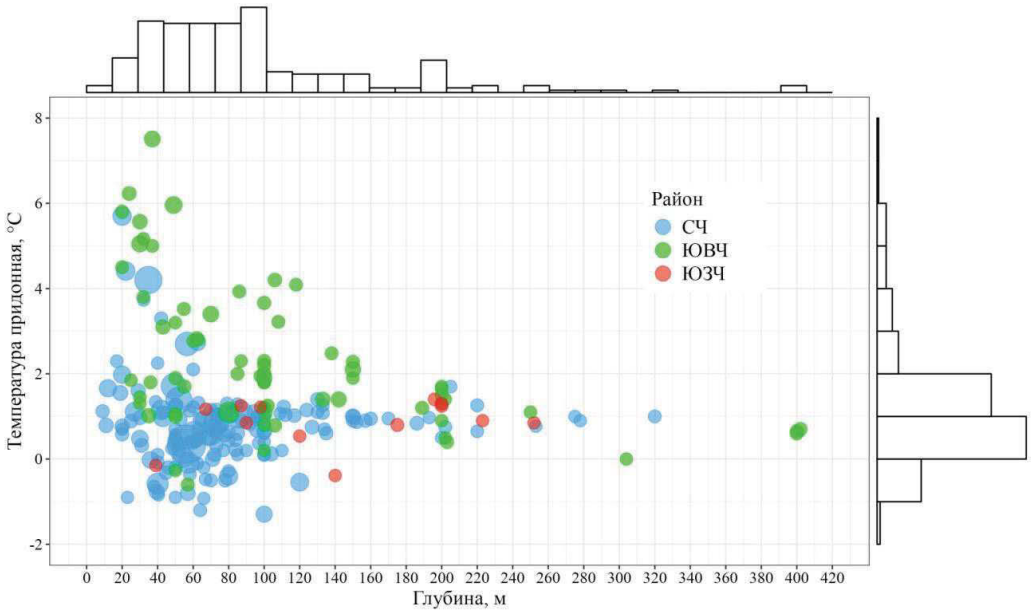


Рис. 5. Относительная плотность скоплений сельди в пределах выделенных районов в зависимости от глубины и придонной температуры воды в Татарском проливе в апреле-июне, суммированные данные донных тралений; на *гистограммах* показана частота встречаемости в зависимости от глубины (**сверху**) и температуры (**справа**) в целом для пролива

Fig. 5. Relative density of herring aggregations in dependence on depth and water temperature at the bottom in April-June, by the areas shown at Fig. 1; *histograms* show the herring occurrence averaged for the whole Tatar Strait in dependence on depth (**top side**) and water temperature (**right side**)

внимание на то, что де-кастринская сельдь обитает в северной мелководной части Татарского пролива, находящейся под значительным влиянием стока амурских вод и течения Шренка; сахалино-хоккайдская сельдь на юго-востоке пролива находится в зоне воздействия северной ветви теплого Цусимского течения; пластуно-нельминская — на юго-западе описываемой акватории под действием холодного Приморского течения [Юрасов, Яричин, 1991; Пищальник и др., 2010, 2011; Шевченко, Ложкин, 2023].

Пространственное распределение сельди варьирует в пределах выделенных районов в разные годы, что связывается с различными температурными условиями, складывающимися в каждом конкретном году. Наиболее ярко заметна разница в распределении сельди в связи с прогревом вод на примере 2020 и 2022 гг. Указанные годы характеризуются возрастающим запасом сельди, обе съемки выполнены в сходные сроки, по единой методике и вполне сравнимы. В ходе выполнения рассматриваемых учетных работ в ЮВЧ сельдь в основном концентрировалась от мыса Слепиковского до мыса Ламанон при повышенной (3–6 °C) по сравнению с другими частями пролива температуре. На юго-востоке пролива исследования в оба года выполнялись во второй половине мая — начале июня, т.е. в период, когда сельдь, уже после нереста, в основной массе откочевывает от побережья, в том числе и за пределы пролива, либо фиксируются рыбы поздних малочисленных нерестовых подходов. В это время она не образует плотных скоплений, численность рыб в уловах была минимальная. В северной части пролива сельдь отмечалась практически в одних и тех же районах: локализовались рыбы севернее 49° с.ш. вблизи как основных (зал. Чихачева — бухта Тихая и мыс Жонкиер), так и второстепенных нерестилищ (мыс Корсакова — бухта Казакевича, мыс Сюркум). Распределялась она преимущественно у сахалинского побережья при более высокой температуре воды в придонных слоях (1–4 °C), чем у материкового (0–2 °C) (см. рис. 2).

Однако при схожей в целом схеме распределения сельди глубина облова и температура воды в местах поимок весной 2020 и 2022 гг. различались. В 2020 г. де-кастринская

сельдь была сосредоточена вдоль сахалинского побережья к северу от 49°30′ с.ш. на глубинах 50–75 м при температуре воды около 1–3 °С, а в 2022 г. широко распределялась севернее 50° с.ш. на больших глубинах (порядка 50–100 м) и при меньшей температуре воды (0–1 °С). Можно заключить, что в мае 2020 г. сельдь держалась вблизи берегов в районе нерестилищ, тогда как в мае 2022 г. она была на некотором удалении от мест нереста (см. рис. 2). Такая ситуация может быть связана с особенностями абиотических условий в зимовальный преднерестовый период, влияющих на сроки нерестовых миграций рыб [Пробатов, 1950], подтверждением этому служат данные о сроках нерестовых подходов рыб к сахалинскому побережью. Сведениями о датах нереста де-кастринской сельди не располагаем, но известно, что у юго-западного побережья о. Сахалин первые подходы нерестовых особей в 2020 г. были зафиксированы 3 апреля, тогда как в 2022 г. на десять дней позднее — 12 апреля.

В качестве примера межгодовой вариации распределения сельди на рис. 6 показана относительная плотность скоплений в зависимости от глубины и температуры воды в северной и юго-восточной частях Татарского пролива в мае 2003, 2020 и 2022 гг. Май 2003 г. характеризовался пониженной температурой воды, по этой причине в северной части пролива (рис. 6, А) сельдь фиксировалась на больших глубинах (от 20 до 220 м, основные скопления — на 60–120 м) при отрицательной температуре воды (–1,5~0 °С) и держалась в основной массе дальше от побережья по сравнению с более «теплыми» 2020 и 2022 гг. В то же время на юго-востоке пролива межгодовая разница в температуре воды была не столь выражена, а основные скопления сельди наблюдались на глубинах до 60 м при температуре воды 5–7 °С (рис. 6, Б).

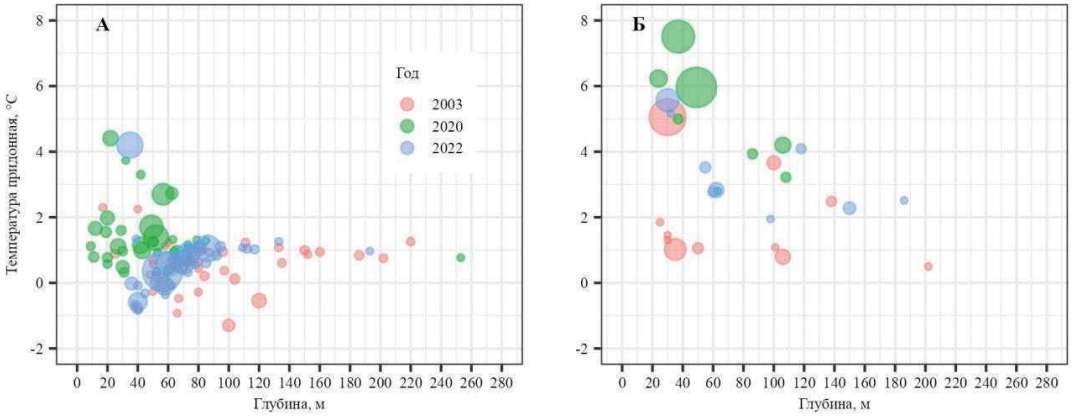


Рис. 6. Относительная плотность скоплений сельди в зависимости от глубины и придонной температуры воды: **А** — в северной части Татарского пролива; **Б** — в юго-восточной части Татарского пролива в 2003, 2020 и 2022 гг.

Fig. 6. Relative density of herring aggregations in dependence on depth and water temperature at the bottom: **А** — in the northern Tatar Strait; **Б** — in the southeastern Tatar Strait in 2003, 2020 and 2022

Несмотря на показанные различия, стандартная схема распределения сельди весной в целом проявляется ежегодно. В ЮВЧ во второй половине мая — начале июня сельдь наиболее часто учитывается в районе Чехов-Ильинского мелководья — от мыса Слепиковского до мыса Ламанон (глубины ~30–150 м); в северной части пролива в мае рыбы в массе фиксируются на траверзе нерестилищ к северу от 50-й параллели на глубинах до 60–100 м; в ЮЗЧ в апреле — начале мая облавливаются обычно малочисленные скопления в районе мыс Сосунова — бухта Гроссевичи (глубины до 250 м).

Размерный состав

В северной части Татарского пролива предельная длина сельди (36 см) меньше, чем в южной (39 см), что обусловлено различиями в темпе роста и размерной

структуре скоплений де-кастринской и сахалино-хоккайдской популяций [Фролов, 1964; Науменко, 2001]. В анализируемых нами тралениях максимальная длина рыб на юго-востоке достигала 36 см, на севере — 32, на юго-западе — 28 см. Основу уловов с середины 2010-х гг. в ЮВЧ составляли рыбы длиной 16–30 см, эти годы характеризовались увеличением запасов сахалино-хоккайдской сельди, заметно возросла и доля крупных особей длиной 25–30 см — с 10–15 % в 2002–2007 гг. до 90 % в 2015–2022 гг. В СЧ наиболее часто встречаются рыбы длиной 10–28 см. Здесь, в отличие от других микрорайонов, регулярно учитываются рыбы в возрасте годовиков длиной до 15 см, на долю которых в 2020 и 2022 гг. приходилось 16,9 и 27,3 % (рис. 7). Встречаются рыбы этой возрастной категории как у материкового, так и у сахалинского побережья (см. рис. 2). Так, доля молоди в уловах по численности достигала в последние годы наблюдений около четверти: на северо-западе пролива в 2020 г. составляла 26,4 %, в 2022 г. — 27,3 %, на северо-востоке — соответственно 10,3 и 27,3 % (рис. 8).

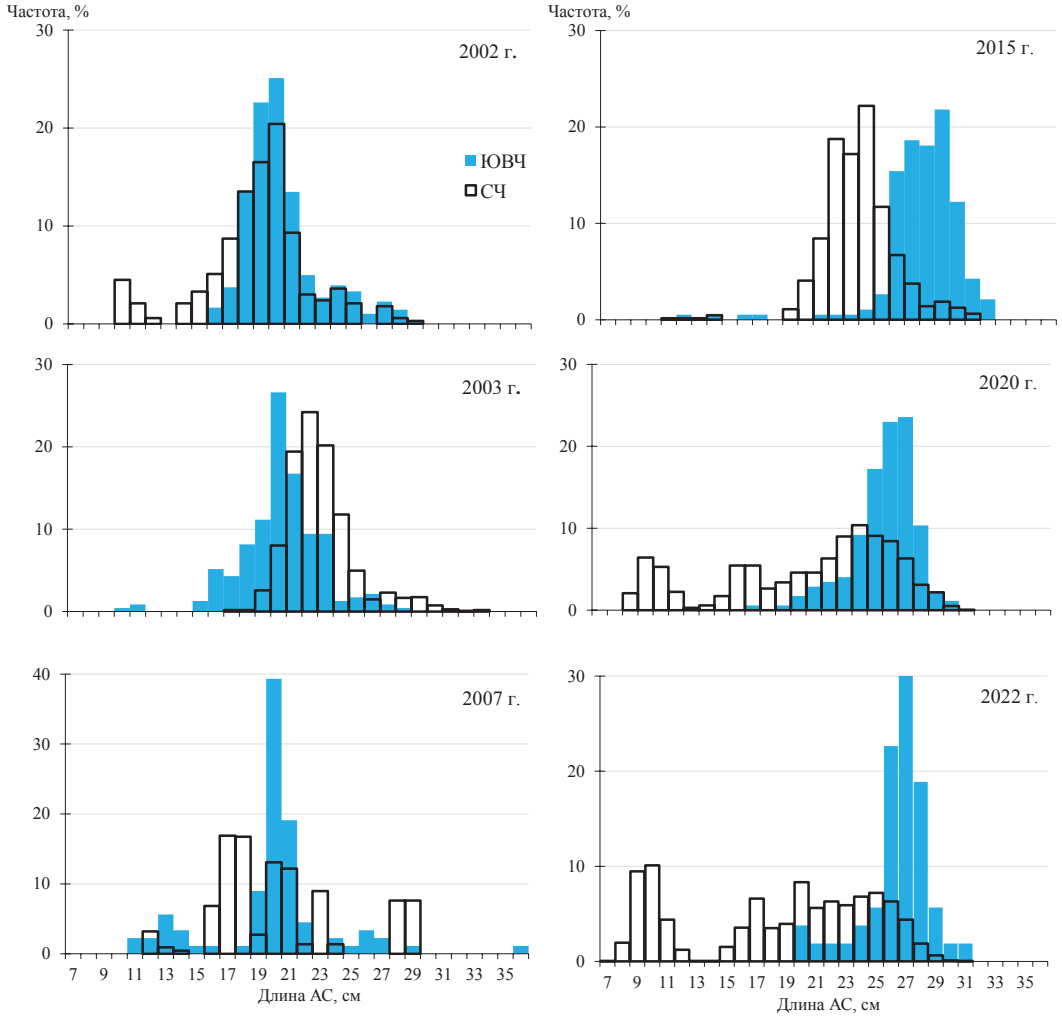


Рис. 7. Размерный состав сельди в северной и юго-восточной частях Татарского пролива
Fig. 7. Size composition of herring in the northern and southeastern Tatar Strait

Батиметрическое и термопатическое распределение сельди в зависимости от размера в Татарском проливе в целом обычное, характерное для тихоокеанской сельди в пределах ареала: длина сельди увеличивается по мере увеличения глубины [Лобода, Мельников, 2004]. Так, в рассматриваемых тралениях особи длиной до 15 см практиче-

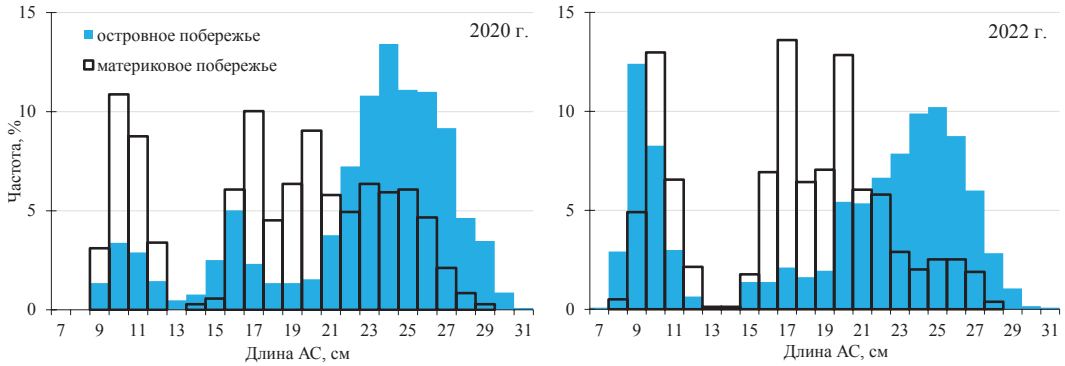


Рис. 8. Размерный состав де-кастринской сельди в северной части Татарского пролива у материкового и островного побережий в 2020 и 2022 гг.

Fig. 8. De-Kastri herring size distribution off the mainland and island coasts of the northern Tatar Strait in 2020 and 2022

ски не встречались за пределами 100-метровой изобаты, рыбы 15–25 см фиксировались до глубины порядка 250 м, и глубже отмечались преимущественно рыбы длиной от 25 см и более (рис. 9, А). В юго-восточной части пролива рыбы концентрировались в наиболее прогретых водах. На юго-западе и севере пролива рыбы всех размерных групп придерживались участков акватории с температурами 0–1,5 °С (рис. 9, Б).

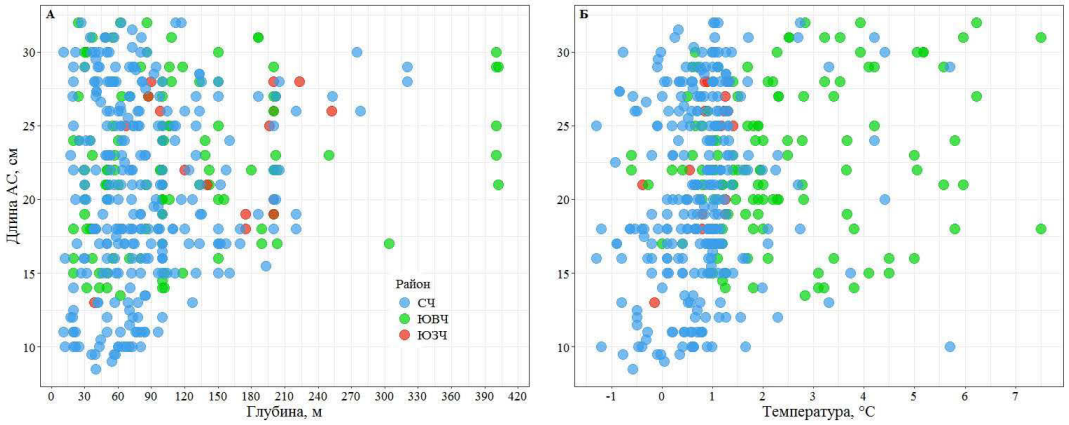


Рис. 9. Батиметрическое (**А**) и термопатическое (**Б**) распределение сельди в апреле-июне в зависимости от размера в Татарском проливе, суммированные данные — раздельно по выделенным районам

Fig. 9. Bathymetric (**А**) and thermopathic (**Б**) distribution of herring in the Tatar Strait in April-June, by size and the areas

Заключение

Сельдь в Татарском проливе в весенние месяцы по материалам донных тралений является обычным широко распространенным видом, населяющим шельфовые воды и проникающим до глубины 200–400 м. Встречается она преимущественно (≈70 % тралений) на глубинах менее 100 м при температуре воды в придонных слоях 0–2 °С. Несмотря на ежегодные вариации распределения, вызванные температурными условиями, в целом участки локализации преднерестовой сельди остаются относительно стабильными. В юго-восточной части пролива к югу от мыса Ламанон, заселяемой сельдью сахалино-хоккайдской популяции, встречались рыбы длиной 16–30 см на глубинах до 150 м в слоях воды с температурой от 2 до 6 °С, но наиболее часто сельдь данной группировки облавливалась на Чехов-Ильинском мелководье.

Максимальной частотой встречаемости и повышенной плотностью скоплений характеризовалась сельдь де-кастринской популяции, формирующая агрегации к северу от 50° с.ш. у островного и материкового побережий вблизи собственных нерестилищ на глубинах до 100 м при температуре воды 0–2 °С. Основу уловов здесь составляли рыбы длиной 10–28 см. В юго-западной части пролива во все годы наблюдений обитающая здесь сельдь пластуно-нельминской популяции в уловах была малочисленна, что, вероятно, отражает состояние ее запасов в современный период. Отмечалась она на глубинах до 250 м при температуре воды около 1 °С преимущественно от мыса Песчаного до мыса Сосунова.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают признательность всем коллегам, участвовавшим в экспедициях в Татарском проливе.

The authors are thankful to their colleagues who made the research surveys in the Tatar Strait.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках финансирования по государственному заданию ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» № 076-00001-24-00.

This study is conducted within the framework of the Governmental Task to the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography No. 076-00001-24-00.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable international, national and/or institutional principles for the care and use of animals have been observed. The authors state that they have no conflict of interest.

Список литературы

Амброз А.И. Сельдь Приморья // Социалистическая реконструкция рыбного хозяйства Дальнего Востока. — 1931. — № 8–10. — С. 3–14.

Атлас количественного распределения нектона в северо-западной части Японского моря / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2004. — 988 с.

Богаевский В.Т. Жирующая сельдь прибрежных вод юго-западного Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1951. — Т. 34. — С. 5–24.

Богаевский В.Т. О наводке судов и кошельковом лове сахалинской сельди в 1954 году // Рыб. хоз-во. — 1955. — № 8. — С. 19–23.

Богаевский В.Т. Остров Монерон и его значение в сельдевом промысле Южного Сахалина // Рыб. хоз-во. — 1950. — № 3. — С. 43–44.

Варварин И.А. Жирующая сельдь южной части Татарского пролива // Изв. ТИНРО. — 1946. — Т. 22. — С. 3–34.

Вдовин А.Н., Измятинский Д.В., Соломатов С.Ф. Основные результаты исследований рыб морского прибрежного комплекса Приморья // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 138. — С. 168–190.

Веденский А.П. Наблюдения за поведением сельди в Татарском проливе // Изв. ТИНРО. — 1957. — Т. 45. — С. 17–28.

Гаврилов Г.М. Сезонная и межгодовая изменчивость в распределении сельди северного Приморья // Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 758–764.

Гаврилов Г.М., Пушкарева Н.Ф., Стрельцов М.С. Состав и биомасса донных и придонных рыб экономической зоны СССР Японского моря // Изменчивость состава ихтиофауны, урожайности поколений и методы прогнозирования запасов рыб в северной части Тихого океана. — Владивосток : ТИНРО, 1988. — С. 37–55.

Дарда М.А. О распределении личинок и сеголетков сельди у юго-западного побережья Сахалина // Сб. работ по биологии, технике рыболовства и технологии. — Южно-Сахалинск : СахТИНРО, 1960. — Вып. 1. — С. 15–26.

Дружинин А.Д. Материалы по биологии нагульной сельди (*Clupea harengus pallasi* Val.) в водах Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1964. — Т. 55. — С. 3–38.

Дружинин А.Д. Некоторые черты поведения преднерестовой сельди в водах Южного Сахалина // Рыб. хоз-во. — 1959. — № 10. — С. 9–11.

Дружинин А.Д. Результаты мечения сельди в водах Сахалина в 1956–1960 гг. // Изв. ТИНРО. — 1963. — Т. 49. — С. 65–94.

Дударев В.А. Некоторые особенности структуры сообществ рыб и их сезонного распределения на шельфе северного Приморья // Изв. ТИНРО. — 1996а. — Т. 119. — С. 194–206.

Дударев В.А. Состав и биомасса донных и придонных рыб на шельфе северного Приморья // Вопр. ихтиол. — 1996б. — Т. 36, № 3. — С. 333–338.

Дьяков Б.С. О циркуляции вод в Татарском проливе в весеннее время // Изв. ТИНРО. — 2006. — Т. 146. — С. 205–212.

Ивлева Н.А. Характер распределения зоопланктона у юго-западного берега Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1960. — Т. 46. — С. 65–77.

Измятинский Д.В., Калчугин П.В. Состав и количество рыб в элиторали российских вод Японского моря в теплое и холодное время года // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 161. — С. 79–91.

Кагановский А.Г. О летнем и осеннем распределении сахалинской сельди // Изв. ТИНРО. — 1954. — Т. 39. — С. 73–81.

Калчугин П.В., Бойко М.И., Соломатов С.Ф., Черниенко Э.П. Современное состояние ресурсов донных и придонных видов рыб в российских водах Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2016. — Т. 184. — С. 54–69. DOI: 10.26428/1606-9919-2016-184-54-69.

Калчугин П.В., Вдовин А.Н. Некоторые аспекты внутривидовой дифференциации тихоокеанской сельди (*Clupea pallasi*) в водах Приморья // Изв. ТИНРО. — 2000. — Т. 127. — С. 166–170.

Калчугин П.В., Измятинский Д.В., Соломатов С.Ф. и др. Состав и биомасса донного ихтиоцена у материкового побережья западной части Японского моря в летний период // Вопр. рыб-ва. — 2006. — Т. 7, № 3(27). — С. 464–480.

Ким С.Т., Ившина Э.Р., Заварзина Н.К. Современное состояние сырьевых ресурсов рыб в северо-восточной части Японского моря // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. — 2022. — № 4. — С. 70–84. DOI: 10.34078/1814-0998-2022-4-70-84.

Ким Сен Ток. Современная структура и тенденции изменения ресурсов демерсальных рыб в западносахалинских водах // Изв. ТИНРО. — 2007. — Т. 148. — С. 93–112.

Козлов Б.М. Биология и промысел сельди в северной части Татарского пролива // Изв. ТИНРО. — 1968. — Т. 65. — С. 3–11.

Кравченко Д.Г., Пантюх З.М., Измятинский Д.В. Характеристика ихтиофауны элиторали российских вод Японского моря в теплое время года // Вопр. рыб-ва. — 2017. — Т. 18, № 4. — С. 473–486.

Лобода С.В., Мельников И.В. Распределение и некоторые черты биологии тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* (Val.) в осенне-зимний период в Охотском море // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 139. — С. 169–179.

Милованкин П.Г. Видовой состав и биомасса рыб по данным донных тралений в северо-западной части Японского моря в 1978–1990 гг. // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 189. — С. 74–87. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-189-47-51.

Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока : моногр. — Петропавловск-Камчатский : Камчат. печат. двор, 2001. — 330 с.

Пискунов И.А. Весенняя сельдь западного побережья южного Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1952. — Т. 37. — С. 3–67.

Пищальник В.М., Архипкин В.С., Леонов А.В. О циркуляции вод в Татарском проливе // Водные ресурсы. — 2010. — Т. 37, № 6. — С. 657–670.

Пищальник В.М., Бобков А.О. Моделирование природных процессов на основе ГИС «Сахалинский шельф» : учеб. пособие. — Южно-Сахалинск : СахГУ, 2008. — 103 с.

Пищальник В.М., Леонов А.В., Архипкин В.С., Мелкий В.А. Математическое моделирование условий функционирования экосистемы Татарского пролива : моногр. — Южно-Сахалинск : СахГУ, 2011. — 104 с.

Пробатов А.Н. Подходы нерестовой сельди к западному побережью Южного Сахалина // Рыб. хоз-во. — 1950. — № 2. — С. 24–28.

Пробатов А.Н. Распределение и численность нерестовой сельди у восточных берегов Японского моря // Изв. ТИНРО. — 1954. — Т. 39. — С. 21–58.

Пушникова Г.М., Ившина Э.Р. Некоторые данные о районах и условиях нереста сельди (*Clupea pallasii*) декастринской популяции // Вопр. рыб-ва. — 2006. — Т. 7, № 3. — С. 481–490.

Румянцев А.И., Фролов А.И., Козлов Б.М. и др. Миграции и распределение сельдей в водах Сахалина. — М. : ВНИРО, 1958. — 44 с.

Фридлянд И.Г. Размножение сельди у юго-западного берега Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1951. — Т. 35. — С. 105–145.

Фролов А.И. Морфологическая характеристика сельдей вод Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1964. — Т. 55. — С. 39–53.

Шевченко Г.В., Вилянская Е.А., Частиков В.Н. Сезонная изменчивость океанологических условий в северной части Татарского пролива // Метеорол. и гидрол. — 2011. — № 1. — С. 78–91.

Шевченко Г.В., Ложкин Д.М. Сезонные и межгодовые вариации температуры поверхности моря в Татарском проливе по спутниковым данным // Геосистемы переходных зон. — 2023. — Т. 7, № 3. — С. 276–291. DOI: 10.30730/gtrz.2023.7.3.276-291.

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — Т. 1. — 580 с.

Юрасов Г.И., Яричин В.Г. Течения Японского моря : моногр. — Владивосток : ДВО АН СССР, 1991. — 172 с.

Kim S.T., Kim A. The structure of multispecies associated communities of fish at the western Sakhalin coast by the results of a trawling assessment survey on R/V Bukhoro in June 2018 // J. Ichthyol. — 2019. — Vol. 59, № 5. — P. 707–726. DOI: 10.1134/S0032945219050060.

References

Ambroz, A.I., The Herring of Primorye, *Sotsialisticheskaya rekonstruktsiya rybnogo khozyaystva Dal'nego Vostoka*, 1931, no. 8–10, pp. 3–14.

Atlas kolichestvennogo raspredeleniya nektona v severo-zapadnoi chasti Yaponskogo morya (Atlas of Nekton Species Quantitative Distribution in the North-Western Part of the Japan Sea), Shuntov, V.P. and Bocharov, L.N., Eds., Moscow: Natsionalnye Rybnye Resursy, 2004.

Bogaevskiy, V.T., Fattening herring of the coastal waters of southwestern Sakhalin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 1951, vol. 34, pp. 5–24.

Bogaevskiy, V.T., About the targeting of vessels and purse seine fishing of Sakhalin herring in 1954, *Rybn. Khoz.*, 1955, no. 8, pp. 19–23.

Bogaevskiy, V.T., Moneron Island and its importance in the herring fishery of Southern Sakhalin, *Rybn. Khoz.*, 1950, no. 3, pp. 43–44.

Varvarin, I.A., Fattening herring of the southern part of the Tatar Strait, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 1946, vol. 22, pp. 3–34.

Vdovin, A.N., Izmyatinsky, D.V., and Solomatov, S.F., The main results of research of marine coastal complex of ichthyofauna in Primorye, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 138, pp. 168–190.

Vedenskiy, A.P., Observations on the behavior of herring in the Tatar Strait, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 1957, vol. 45, pp. 17–28.

Gavrilov, G.M., Seasonal and interannual variability of herring distribution in waters off the northern Prymorye, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 1998, vol. 124, pp. 758–764.

Gavrilov, G.M., Pushkareva, N.F., and Streltsov, M.S., The composition and biomass of demersal fish in the USSR economic zone of the Sea of Japan, in *Izmenchivost' sostava ikhtiofauny, urozhainosti pokolenii i metody prognozirovaniya zapasov ryb v severnoi chasti Tikhogo okeana* (Variations in the Composition of Ichthyofauna, Strength of Year-Classes, and the Methods to Predict Fish Stocks in the Northern Pacific Ocean), Vladivostok: TINRO, 1988, pp. 37–55.

Darda, M.A., Distribution of herring larvae and underyearlings off the southwestern coast of Sakhalin, in *Sb. rabot po biologii, tekhnike rybolovstva i tekhnologii* (Col. of works on biol., fish. equipment and technol.), Yuzhno-Sakhalinsk: SakhTINRO, 1960, vol. 1, pp. 15–26.

Druzhinin, A.D., Materials on the biology of feeding herring (*Clupea harengus pallasi* Val.) in the waters of Sakhalin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 1964, vol. 55, pp. 3–38.

Druzhinin, A.D., Some features of the behavior of pre-spawning herring in the waters of Southern Sakhalin, *Rybn. Khoz.*, 1959, no. 10, pp. 9–11.

Druzhinin, A.D., Results of herring tagging in Sakhalin waters in 1956–1960, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 1963, vol. 49, pp. 65–94.

Dudarev, V.A., Some peculiarities of fish community structure and seasonal distribution of fishes on the northern Prymore shelf, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 1996, vol. 119, pp. 194–206.

Dudarev, V.A., Composition and biomass of benthic and benthopelagic fishes on the shelf of the northern Primorye, *Vopr. Ikhtiol.*, 1996, vol. 36, no. 3, pp. 333–338.

Dyakov, B.S., On water circulation in the Tatar Strait in spring, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 2006, vol. 146, pp. 205–212.

Ivleva, N.A., Distribution pattern of zooplankton off the southwestern coast of Sakhalin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 1960, vol. 46, pp. 65–77.

Izmyatinsky, D.V. and Kalchugin, P.V., Composition and abundance of fish species in the outer sublitoral zone of the Japan Sea within Russian EEZ in warm and cold seasons, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 2010, vol. 161, pp. 79–91.

Kaganovskiy, A.G., On summer and autumn distribution of Sakhalin herring, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 1954, vol. 39, pp. 73–81.

Kalchugin, P.V., Boyko, M.I., Solomatov, S.F., and Chernienko, E.P., Modern state of bottom and demersal fish resources in the Russian waters of the Japan Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2016, vol. 184, pp. 54–69. doi 10.26428/1606-9919-2016-184-54-69

Kalchugin, P.V. and Vdovin, A.N., Some aspects of intraspecies differentiation of Pacific herring (*Clupea pallasi*) in Primorye waters, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2000, vol. 127, pp. 166–170.

Kalchugin, P.V., Izmyatinskii, D.V., Solomatov, S.F., Antonenko, D.V., Nuzhdin, V.A., and Panchenko, V.V., Composition and biomass of demercial ichthyocen near continental coast of the western part of the Japan Sea in summer period, *Vopr. Rybolov.*, 2006, vol. 7, no. 3(27), pp. 464–480.

Kim, S.T., Ivshina, E.R., and Zavarzina, N.K., Current state of fish resources in the North-Eeastern part of the Sea of Japan, *Vestn. Sev.-Vost. Nauch. Tsentra, Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 2022, no. 4, pp. 70–84. doi 10.34078/1814-0998-2022-4-70-84

Kim Sen Tok, Recent structure of demersal fish resources in the waters off western Sakhalin and tendencies of their changes, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2007, vol. 148, pp. 93–112.

Kozlov, B.M., Biology and herring fishing in the northern part of the Tatar Strait, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr*., 1968, vol. 65, pp. 3–11.

Kravchenko, D.G., Pantyukh, Z.M., and Izmyatinskii, D.V., Characteristics of ichthyofauna of the outer sublittoral of Russian waters of the Sea of Japan during warm season, *Vopr. Rybolov.,* 2017, vol. 18, no. 4, pp. 473–486.

Loboda, S.V. and Melnikov, I.V., Distribution and some aspects of biology of Pacific herring *Clupea pallasii* (Val.) in the Okhotsk Sea in autumn-winter, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 139, pp. 169–179.

Milovankin, P.G., Species composition and biomass of fishes by the data of bottom trawls in the northwestern Japan Sea in 1978–1990, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.,* 2017, vol. 189, pp. 74–87. doi 10.26428/1606-9919-2017-189-47-51

Naumenko, N.I., *Biologiya i promysel morskikh sel'dei Dal'nego Vostoka* (Biology and Harvesting of Sea Herring in the Far East), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatsky Pechatny Dvor, 2001.

Piskunov, I.A., Spring herring of the western coast of southern Sakhalin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1952, vol. 37, pp. 3–67.

Pishchal'nik, V.M., Arkhipkin, V.S., and Leonov, A.V., On water circulation in Tatar Strait, *Water Resources*, 2010, vol. 37, no. 6, pp. 759–772. doi 10.1134/S0097807810060035

Pishchal'nik, V.M. and Bobkov, A.O., *Modelirovanie prirodnykh protsessov na osnove GIS «Sakhalinskiy shelf»* (Modeling of natural processes based on the GIS «Sakhalin shelf»), Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. Gos. Univ., 2008.

Pishchal'nik, V.M., Leonov, A.V., Arkhipkin, V.S., and Melkiy, V.A., *Matematicheskoe modelirovanie usloviy funktsionirovaniya ekosistemy Tatarskogo proliva* (Mathematical modeling of functioning of Strait of Tartary ecosystem), Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. Gos. Univ, 2011.

Probatov, A.N., Approaches of spawning herring to the western coast of South Sakhalin, *Rybn. Khoz.*, 1950, no. 2, pp. 24–28.

Probatov, A.N., Distribution and abundance of spawning herring off the eastern shores of the Sea of Japan, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1954, vol. 39, pp. 21–58.

Pushnicova, G.M. and Ivshina, E.R., Some data about region and condition of spawn of the De-Kastri herring population, *Vopr. Rybolov.,* 2006, vol. 7, no. 3, pp. 481–490.

Rumyantsev, A.I., Frolov, A.I., Kozlov, B.M., Sokolov, V.A., and Druzhinin, A.D., *Migratsii i raspredelenye sel'dey v vodah Sahalina* (Migrations and distribution of herring in Sakhalin waters), Moscow: VNIRO, 1958.

Fridland, I.G., Herring breeding off the southwestern coast of Sakhalin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1951, vol. 35, pp. 105–145.

Frolov, A.I., Morphological characteristics of herring in Sakhalin waters, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1964, vol. 55, pp. 39–53.

Shevchenko, G.V., Ilyanskaya, E.A., and Chastikov, V.N., Seasonal variability of oceanological conditions in the northern part of the Tatar Strait, *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 2011, vol. 36, no. 1, pp. 55–64. doi 10.3103/S1068373911010080

Shevchenko, G.V. and Lozhkin, D.M., Seasonal and interannual variations in sea surface temperature in the Tatar Strait according to satellite data, *Geosistemy perehodnykh zon,* 2023, vol. 7, no. 3, pp. 276–291. doi 10.30730/gtrz.2023.7.3.276-291

Shuntov, V.P., *Biologiya dal'nevostochnykh morei Rossii* (Biology of the Far Eastern Seas of Russia), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2001, vol. 1.

Yurasov, G.I. and Yarichin, V.G., *Techeniya Yaponskogo morya* (Currents of the Sea of Japan), Vladivostok: Dal'nevost. Otd., Akad. Nauk. SSSR, 1991.

Kim, S.T. and Kim, A., The structure of multispecies associated communities of fish at the western Sakhalin coast by the results of a trawling assessment survey on R/V Bukhoro in June 2018, *J. Ichthyol*., 2019. vol. 59, no. 5, pp. 707–726. doi 10.1134/S0032945219050060

Pushnikova, G.M., *Ekologiya, sostoyaniye zapasov, dinamika osnovnykh vidov sakhalino-khokkaydskoy sel'di (svodnyy otchet)* (Ecology, state of stocks, dynamics of the principles of Sakhalin-Hokkaido herring (summary report)), Available from SakhNIRO, 1980, Yuzhno-Sakhalinsk, no. 4737.

Pushnikova, G.M., *Otchet o rabote v reyse na SPU «Stupino» s 22 po 27 aprelya i na SPU «Khiva» s 6 po 9 maya 1988 g. v severnoy chasti Tatarskogo proliva* (Report on work on the voyage on the Stupino STR from April 22 to 27 and on the Khiva STR from May 6 to 9, 1988 in the northern part of the Tatar Strait), Available from SakhNIRO, 1988, Yuzhno-Sakhalinsk, no. 2628.

Vyalova, G.P. and Pushnikova, G.M., *Otchet po teme 6 (11) 0,74.032.g. Zakonomernost' raspredeleniya, dinamiki i povedeniye promyslovykh ryb v morskikh vodakh Sakhalinskoy oblasti. Raspredeleniye i biologicheskaya kharakteristika sel'di sakhalino-khokkaydskogo stada v 1972 g.* (Report on topic 6 (11) 0.74.032.g. Regularity of distribution, dynamics and behavior of commercial fish in the sea waters of the Sakhalin region. Distribution and biological characteristics of the Sakhalin-Hokkaido herring stock in 1972), Available from SakhTINRO, 1973, Yuzhno-Sakhalinsk, no. 2521.

Vedensky, A.P., *Otchet Nauchno-Issled. Rab. "O sel'di severnoy chasti Yaponskogo morya i Tatarskogo proliva"* (Res. Rep. "On the herring of the northern part of the Sea of Japan and the Tatar Strait"), Available from Tikhookean. Inst. Rybn. Khoz., Available from Tikhookean. Inst. Rybn. Khoz., 1939, Vladivostok, no. 2176.

Nagul'naya sel'd'–2023 (putinnyy prognoz). Prognoz promyslovoy obstanovki, raspredeleniya, vozmozhnogo iz''yatiya gidrobiontov na Dal'nevostochnom rybokhozyaystvennom basseyne (Fattening herring–2023 (fishing forecast). Forecast of the fishing situation, distribution, possible removal of aquatic organisms in the Far Eastern fishery basin), Vladivostok: TINRO, 2023.

Поступила в редакцию 26.02.2025 г.

После доработки 15.04.2025 г.

Принята к публикации 16.06.2025 г.

The article was submitted 26.02.2025; approved after reviewing 15.04.2025; accepted for publication 16.06.2025

Известия ТИНРО

2025 **Том 205, вып. 2. С. 314–327.**

Izvestiya TINRO, 2025, Vol. 205, No. 2, pp. 314–327.

Научная статья
УДК 639.28:595.384.8
DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-314-327
EDN: AQFBUJ

ОСОБЕННОСТИ ДОБЫЧИ КАМЧАТСКОГО КРАБА *PARALITHODES CAMTSCHATICUS* (TILESIUS, 1815) У ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ В СОВРЕМЕННЫЙ ПЕРИОД: НОВЫЙ РАЙОН ПРОМЫСЛА В ЗАЛ. ШЕЛИХОВА

П.Ю. Иванов*
Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО),
683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18

Аннотация. Рассматривается современное состояние промысла камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* у западной Камчатки с особым вниманием к северной части его ареала — зал. Шелихова. Ловушечные учетные съемки в 2019–2022 гг. выявили значительные скопления промысловых особей камчатского краба на юго-востоке залива. В 2023 г. на фоне снижения уловов в традиционных районах к югу от 56°20′ с.ш. был открыт новый промысловый район в зал. Шелихова к северу от 57°40′ с.ш. Несмотря на исключительную значимость юго-восточной части залива как основного центра воспроизводства всей западнокамчатской популяции камчатского краба, в 2023 и 2024 гг. здесь были сосредоточены основные промысловые усилия по его добыче. Показана важность сохранения существующих запретных для вылова районов, делается заключение о необходимости разработки дополнительных мер регулирования промысла для устойчивого управления ресурсом камчатского краба.

Ключевые слова: камчатский краб, западнокамчатский шельф, залив Шелихова, состояние популяции, промысловый запас, улов на ловушку, вылов на судо-сутки, регулирование промысла

Для цитирования: Иванов П.Ю. Особенности добычи камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) у западной Камчатки в современный период: новый район промысла в зал. Шелихова // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 2. — С. 314–327. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-314-327. EDN: AQFBUJ.

Original article

Features of the fishery of red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) at West Kamchatka in the modern period: a new fishing area in the Shelikhov Bay

Pavel Yu. Ivanov
Kamchatka branch of VNIRO (KamchatNIRO),
18, Naberezhnaya Str., Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia
Ph.D., head of laboratory, p.ivanov@kamniro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-7412-5816

* *Иванов Павел Юрьевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, p.ivanov@kamniro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-7412-5816.*

© Иванов П.Ю., 2025

Abstract. Current state of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* fishery at West Kamchatka is reviewed, with a focus on the northern part of the range — the Shelikhov Bay. Dense aggregations of the crabs with commercial size were found in the southeastern Shelikhov Bay by the trap surveys conducted in 2019–2022, so an area north of 57°40′ N was opened for commercial landing of this species in 2023, on the background of declining catches in the traditional areas south of 56°20′ N. Despite the exceptional importance of the southeastern Shelikhov Bay for preservation of the entire population of red king crab at West Kamchatka, the fishery efforts in 2023 and 2024 were mainly concentrated here. Maintaining the areas prohibited for crab fishery is substantiated, the need to develop additional measures of fishery regulation for sustainable exploitation of the red king crab resource is concluded.

Keywords: red king crab, West Kamchatka shelf, Shelikhov Bay, population status, commercial stock, catch per trap, catch per vessel-day, fishery regulation

For citation: Ivanov P.Yu. Features of the fishery of red king crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) at West Kamchatka in the modern period: a new fishing area in the Shelikhov Bay, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr*., 2025, vol. 205, no. 2, pp. 314–327. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-314-327. EDN: AQFBUJ.

Введение

Западнокамчатская популяция камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) является самой изученной из всех популяций промысловых видов крабов российских морей. Несмотря на это, наиболее северной части ее ареала у западной Камчатки — зал. Шелихова — как потенциальному району добычи внимания не уделяли примерно до середины 2000-х гг. До этого времени ежегодными исследованиями охватывали традиционные районы обитания популяции и промысла вдоль западной Камчатки, обычно на всем ее протяжении от мыса Лопатка до мыса Хайрюзова. При этом граница ежегодной учетной донной траловой съемки проходит, как правило, по 57°40′ с.ш., поскольку севернее этой параллели, в направлении зал. Шелихова, тяжелые задевистые грунты практически не позволяют проводить безаварийные траления. Хотя Л.Г. Виноградов [1945, 1969] отмечал, что Хайрюзовский миграционный район расположен между параллелями 57 и 58° с.ш., указывалось также, что северная граница обитания хайрюзовской миграционной группы обычно проводится по широте 57°40′, вследствие того что севернее этой параллели промысел не ведется и нет сведений о распределении краба [Чекунова, 1969а, б]. В отношении камчатского краба этого района было известно, что мальки обитают в северной части западнокамчатского шельфа, восточного побережья зал. Шелихова и в южной части Пенжинской губы [Виноградов, 1969], т.е. там, где скоплений взрослых крабов нет [Тарвердиева, 1974]. Донная биота этого региона богата представителями сессильного бентоса — прикрепленными ко дну животными, которые создают непрерывный покров, где мальки камчатского краба находят для себя хорошие укрытия от хищников [Слизкин и др., 2001]. Было показано, что пополнение молодыми особями всех субпопуляций камчатского краба происходит из одного самого северного участка западнокамчатского шельфа (56–60° с.ш.) — основного центра воспроизводства западнокамчатской популяции [Родин, 1985; Левин, 2001], что подтверждает исключительную важность юго-восточной части зал. Шелихова для существования всей западнокамчатской популяции *P. camtschaticus*.

Вместе с тем промысловые особи камчатского краба в зал. Шелихова были впервые обнаружены еще в 1947 г. [Никулин, 1951]. Значительно позже исследованиями 1990-х гг. было показано, что, вопреки традиционным представлениям о зал. Шелихова как стерильной зоне выселения молоди камчатского краба, в этом районе на глубинах 12–70 м обнаружены его половозрелые самцы и самки [Буяновский и др., 1999; Полонский и др., 1999]. В работе А.И. Буяновского с соавторами [1999] даны оценки запаса и возможного изъятия камчатского краба в зал. Шелихова. Необходимо отметить, что упомянутые исследования охватывали сравнительно небольшую по площади наиболее юго-восточную акваторию залива, главным образом бухту Квачина.

В 2004 и 2005 гг. продолжением стандартных донных траловых съемок ТИНРО у западной Камчатки стали дополнительные учетные траления к северу от 57°40′ с.ш., вплоть до 60°31′ с.ш., на весьма обширной акватории восточной части зал. Шелихова, в пределах глубин 20–195 м. В траловых уловах на глубинах менее 100 м преобладали самки и молодь камчатского краба, при этом особи промыслового размера в ходе работ 2004 г. в уловах не были отмечены [Деминов и др., 2004], а год спустя встречались единично. Продолжительность большинства этих учетных тралений была сокращена до минимума во избежание зацепов и порывов, что не дает возможности объективно судить о количественных показателях уловов камчатского краба в рассматриваемом районе в эти годы.

На камчатского краба в зал. Шелихова как потенциального объекта промысла в этом районе стали обращать внимание с 2013 г., когда при проведении учетных ловушечных съемок, направленных на оценку запаса синего краба, являющегося традиционным объектом рыболовства в центральной акватории залива, были добавлены дополнительные ловушечные станции в его юго-восточной части. Ловушечные учетные съемки 2019 и 2020 гг., когда исследованиями были охвачены еще большие акватории в юго-восточной части залива, показали, что на некоторых станциях за пределами промысловых скоплений синего краба уловы камчатского у западнокамчатского побережья были сопоставимы или превышали уловы синего. Наиболее репрезентативные данные по камчатскому крабу рассматриваемого района были получены в 2021 и 2022 гг., когда была исследована максимальная площадь акватории залива. По результатам исследований 2019–2022 гг. опубликованы работы, в которых впервые дается информация о показателях ловушечных уловов камчатского краба в юго-восточной акватории залива у побережья западной Камчатки [Артеменков и др., 2022, 2023], приведены карты распределения самцов и самок вида, даются первые количественные оценки численности [Моисеев, Моисеева, 2019]. В исследованиях, результаты которых опубликованы в упомянутых статьях, не акцентировалось внимание на прикладном значении зал. Шелихова как потенциальном районе добычи камчатского краба, поскольку в традиционных районах Западно-Камчатской подзоны промысловая обстановка в ходе крабовых путин в эти годы оставалась сравнительно благополучной. Вместе с тем вышеуказанные материалы послужили основой обоснования открытия в 2023 г. для добычи камчатского краба района к северу от параллели 57°40′ с.ш., где до этого она ранее не осуществлялась.

Поскольку до настоящего времени в научной литературе промысел камчатского краба в зал. Шелихова не рассматривался, назрела необходимость проанализировать накопленный массив данных по крабу в этом районе и в целом на западнокамчатском шельфе, содержащий результаты последних учетных съемок, судовых суточных донесений и научного мониторинга промысла, включая сравнительное рассмотрение этих данных для традиционных и нового районов добычи, в чем и состояла основная цель данной работы. Необходимо также привлечь внимание к сохранению действующих и разработке дополнительных мер регулирования промысла *P. camtschaticus* в соответствии с последними данными учетных съемок о снижении численности его популяции на фоне открытия для промысла нового района.

Материалы и методы

Материалом для исследования послужили данные последних учетных донных траловых (лето 2022 и 2024 гг., 453 учетных траления) и ловушечных (осень 2022 и 2023 гг., 196 учетных порядков) съемок у западной Камчатки (рис. 1, А) (в трех из них принимал участие автор), сведения, полученные КамчатНИРО в ходе научного мониторинга промысла на судах-краболовах в путины 2021–2024 гг. (всего 114 промысловых порядков) (рис. 1, Б), а также информация о вылове и позиционировании судов на промысле камчатского краба у западной Камчатки. В общей сложности за период 2021–2024 гг. биологическому анализу подвергнуто более 44,5 тыс. экз. камчатского

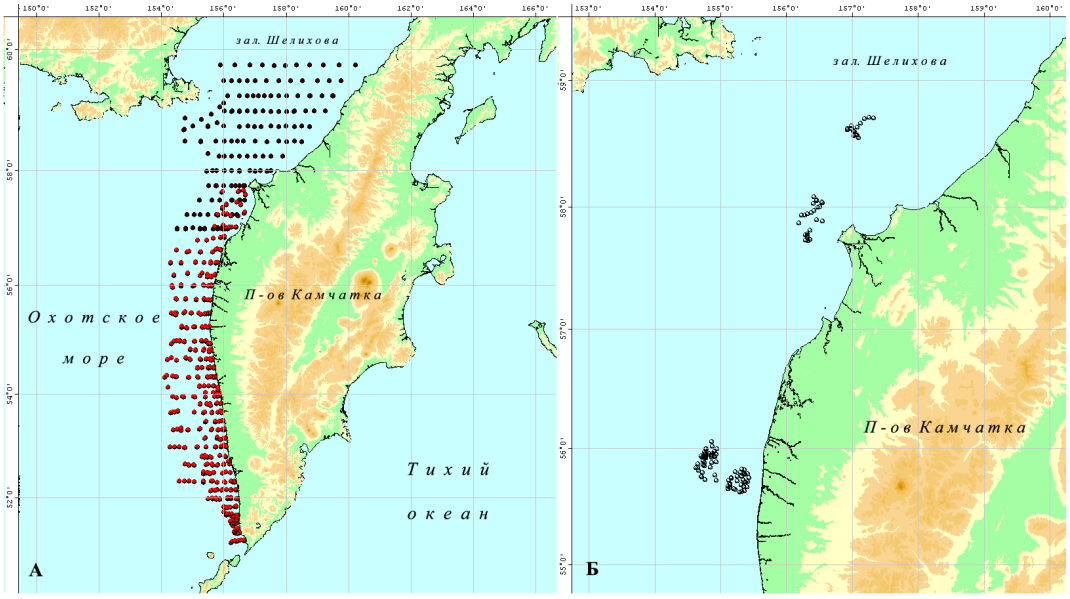


Рис. 1. Карта-схема расположения учетных ловушечных (2022, 2023 гг.) и траловых (2022, 2024 гг.) станций (**А**) и учтенных промысловых порядков (2021–2024 гг.) (**Б**) у западной Камчатки

Fig. 1. Schemes of trap (2022, 2023) and trawl (2022, 2024) surveys (**А**) and accounted commercial fishing lines at West Kamchatka in 2021–2024 (**Б**)

краба. Анализ промысла проводили используя данные судовых суточных донесений (ССД) из отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ).

При оценках численности, плотности и построении карт распределения камчатского краба в ГИС «КартМастер» [Бизиков, Поляков, 2004] применяли площадь облова конусной ловушки 8500 м^2, горизонтальное раскрытие и коэффициент уловистости учетного донного трала № 27,1/24,4 м — соответственно 16 м и 0,75.

Результаты и их обсуждение

Учетные съемки

Распределение камчатского краба у западной Камчатки в 2022 г. представлено на рис. 2. Результаты учетных съемок — донной траловой летом и ловушечной осенью — демонстрируют сходное расположение скоплений самцов и самок по глубинам на всем протяжении шельфа от зал. Шелихова до мыса Лопатка с той лишь разницей, что в сентябре все функциональные группы краба образовывали наивысшие плотности на несколько больших глубинах, чем в августе. В период исследований сезон размножения, линьки и нереста уже закончился: скопления самцов и самок были достаточно обособлены. Самки концентрировались на глубинах не более 40 м (образовывая чрезвычайно плотные локальные скопления на глубине менее 20 м) по данным траловой съемки и не более 90 м — по данным ловушечной. В зал. Шелихова самцы начинали попадаться в уловах ловушек учетных порядков примерно с изобаты 70 м, а по данным траловой съемки к югу от мыса Хайрюзова — уже с 20 м. Самцы *P. camtschaticus* в ходе обеих съемок отмечались вплоть до 150 м, при этом непромысловые особи обычно не встречались ниже 100 м.

Распределение непромысловых самцов и самок (рис. 2, Б, В) камчатского краба в 2022 г. свидетельствует не только о сохранении главенствующей роли запретных районов (56°20′–57°40′ с.ш.) как основных мест воспроизводства вида у западной Камчатки, но и о все возрастающем значении в этом расположенного

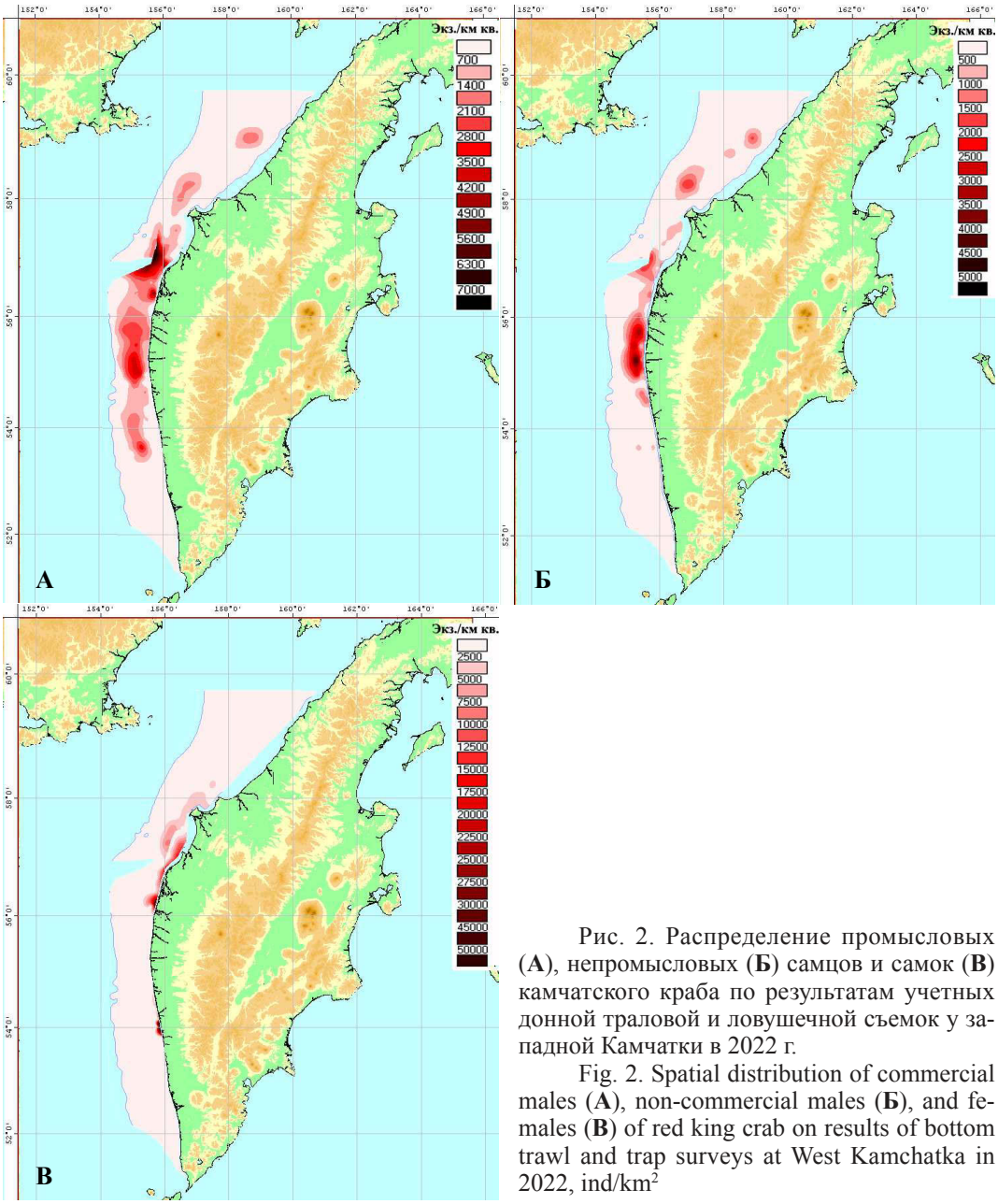


Рис. 2. Распределение промысловых (**А**), непромысловых (**Б**) самцов и самок (**В**) камчатского краба по результатам учетных донной траловой и ловушечной съемок у западной Камчатки в 2022 г.

Fig. 2. Spatial distribution of commercial males (**А**), non-commercial males (**Б**), and females (**В**) of red king crab on results of bottom trawl and trap surveys at West Kamchatka in 2022, ind/km^2

южнее Ичинского района (55°00′–56°20′ с.ш.), где в последние годы исследований было сосредоточено до 57 % пополнения и 27 % самок. Результаты исследований с помощью ловушек в 2022 и 2023 гг. также подтвердили значимость Хайрюзовского района (57°00′–57°40′ с.ш.) как одной из областей воспроизводства камчатского краба и показали, что акватория зал. Шелихова к северу от Хайрюзовского района также является местом воспроизводства вида, где в 2022 г. было учтено около 29 % непромысловых самцов и 21 % самок общей численности этих групп у всей западной Камчатки.

Таким образом, самые последние данные учетных съемок подтверждают, что действующие запретные для промысла краба акватории (Северный Запретный и Хайрюзовский миграционные районы, между 56°20′ и 57°40′ с.ш.) продолжают оставаться областями воспроизводства камчатского краба. Кроме того, результаты

исследований также позволяют инициировать рассмотрение возможности подготовки обоснования по расширению границ запретных районов как в южном, так и в северном направлениях.

Вместе с тем исследования в зал. Шелихова в 2022 г. продемонстрировали большой промысловый потенциал данной акватории: максимальная плотность скоплений особей промыслового размера в юго-восточной части залива (около 2,1 тыс. экз./км^2) была хоть и ниже таковой для традиционных районов добычи к югу от 56°20′ с.ш. (4,1 тыс. экз./км^2), но доля оцененного промыслового запаса камчатского краба составила 18 % от общей промысловой численности всей западнокамчатской популяции. Эти результаты в полной мере были подтверждены промысловой статистикой 2023 и 2024 гг. в данном районе.

Промысел

На протяжении четверти века до начала целенаправленного освоения промзапаса камчатского краба в зал. Шелихова в 2023 г. ССД о его вылове в рассматриваемом районе зафиксированы только в 1998 и 2002 гг., когда камчатский краб прилавливался несколькими судами при добыче синего краба на промысловых скоплениях последнего в центральной части залива между параллелями 58 и 59° с.ш. Во все остальные годы промысел камчатского краба у западной Камчатки осуществлялся почти исключительно на участках к югу от Северного Запретного района (56°20′–57°00′ с.ш.). Наиболее северные районы западнокамчатского шельфа, откуда поступала информация о вылове *P. camtschaticus* в эти годы, ограничивались главным образом параллелью 57°40′ с.ш., т.е. здесь добыча осуществлялась в пределах Хайрюзовского района (57°00′–57°40′ с.ш.), который является продолжением зоны основного воспроизводства камчатского краба, расположенной севернее — в зал. Шелихова. Принимая во внимание чрезмерный промысловый пресс в пределах Хайрюзовского района, который был в 2002 г., с 2003 г. действовал постоянный круглогодичный запрет на промышленную добычу камчатского краба к северу от 57°00′ с.ш. Таким образом, учитывая границы существующего с 1959 г. Северного Запретного района (56°20′–57°00′ с.ш.), с 2003 г. и вплоть по 2022 г. вылов *P. camtschaticus* у западной Камчатки был ограничен с севера параллелью 56°20′ с.ш. На этот временной период приходился запрет на добычу камчатского краба у западной Камчатки, связанный с депрессивным состоянием его популяции, который, за исключением 2007 г., действовал с 2005 по 2012 г.

В первые годы после возобновления промысла в 2013 г. показатели суточного вылова камчатского краба в обеих подзонах к югу от 56°20′ с.ш. стабильно росли (табл. 1) вплоть до 2017 г., когда по данным учетной донной траловой съемки была отмечена максимальная в современной истории численность всей западнокамчатской популяции [Иванов, 2020]. Начиная с 2017 г. в Камчатско-Курильской, а с 2018 г. — в Западно-Камчатской подзонах вслед за снижением промзапаса камчатского краба наметилась и общая закономерная тенденция ежегодного уменьшения суточного вылова в традиционных районах его добычи (табл. 1). По итогам исследований 2024 г. промысловая численность камчатского краба у западной Камчатки и, как следствие, показатели суточного вылова оказались минимальными в современной истории его добычи.

Объемы вылова камчатского краба в Камчатско-Курильской подзоне (Озерновский и Кихчикский миграционные районы) с начала возобновления промысла в 2013 г. на протяжении семи лет подряд стабильно составляли около трети всего добытого краба в традиционных районах западнокамчатского шельфа к югу от 56°20′ с.ш. (табл. 2, рис. 3), что в полной мере соответствовало полученным в эти годы оценкам промысловой численности в подзоне, составляющим в среднем около 34 % всего промзапаса у западной Камчатки. Начиная с 2019 г. в связи со снижением численности промысловых самцов на юге западнокамчатского шельфа

Таблица 1

Межгодовая динамика показателей вылова камчатского краба на судо-сутки промысла у западной Камчатки, т

Table 1

Interannual dynamics of red king crab catch per vessel-day at West Kamchatka, t

Год	Кол-во единиц флота	Камчатско-Курильская подзона	Западно-Камчатская подзона		Вся западная Камчатка
			К югу от 56°20′ с.ш.	К северу от 57°40′ с.ш.	
2013	34	7,6	8,3		8,0
2014	29	8,3	8,3		8,3
2015	36	7,3	8,4		8,1
2016	40	10,2	9,4		9,6
2017	52	8,2	10,1		9,5
2018	58	6,8	8,1		7,7
2019	60	7,0	9,2		8,4
2020	76	3,4	7,7		6,4
2021	76	3,3	6,9		6,2
2022	80	2,7	7,5		6,4
2023	79	2,6	6,6	8,4	6,8
2024	86	1,8	4,4	7,4	6,0

Таблица 2

Вылов камчатского краба у западной Камчатки по миграционным районам и промысловым подзонам в 2013–2024 гг., %

Table 2

Percentage of red king crab landing in 2013–2024, by migration areas at West Kamchatka

Год	Камчатско-Курильская			Западно-Камчатская			
	Озерновский	Кихчикский	Подзона	Колпаковский	Ичинский	Зал. Шелихова	Подзона
2013	15,8	19,9	35,7	14,6	49,7		64,3
2014	9,6	25,4	35,0	36,4	28,6		65,0
2015	8,6	19,1	27,7	57,3	15,0		72,3
2016	7,9	19,5	27,4	51,2	21,4		72,6
2017	14,0	13,8	27,8	24,6	47,6		72,2
2018	10,2	18,1	28,3	17,3	54,4		71,7
2019	7,6	19,0	26,6	7,9	65,5		73,4
2020	2,7	11,7	14,4	19,1	66,5		85,6
2021	0,5	8,8	9,3	24,4	66,2		90,6
2022	0,2	9,0	9,2	7,4	83,4		90,8
2023	0,0	4,0	4,0	1,0	48,0	47,0	96,0
2024	0,0	2,0	2,0	0,0	23,0	75,0	98,0

Камчатско-Курильская подзона постепенно перестает играть заметную роль как район добычи камчатского краба: если в 2019 г. в ее пределах было добыто 27 % всего краба, то в 2021–2022 гг. — уже только 9 % (рис. 3, 4). Одновременно с вовлечением в 2023 г. в промысел камчатского краба зал. Шелихова зафиксирована практически полная утрата Камчатско-Курильской подзоны как района добычи, а в ее южной части — Озерновском миграционном районе — вылов камчатского краба в последние три года близок к нулю (рис. 3–5). Принимая во внимание вышесказанное, а также прогноз на снижение промыслового запаса, представляется необходимым уменьшение величины ОДУ в подзоне в ближайшие несколько лет до минимума, что позволит снизить воздействие промысла на группировку камчатского краба двух самых южных миграционных районов и будет содействовать восстановлению здесь его численности.

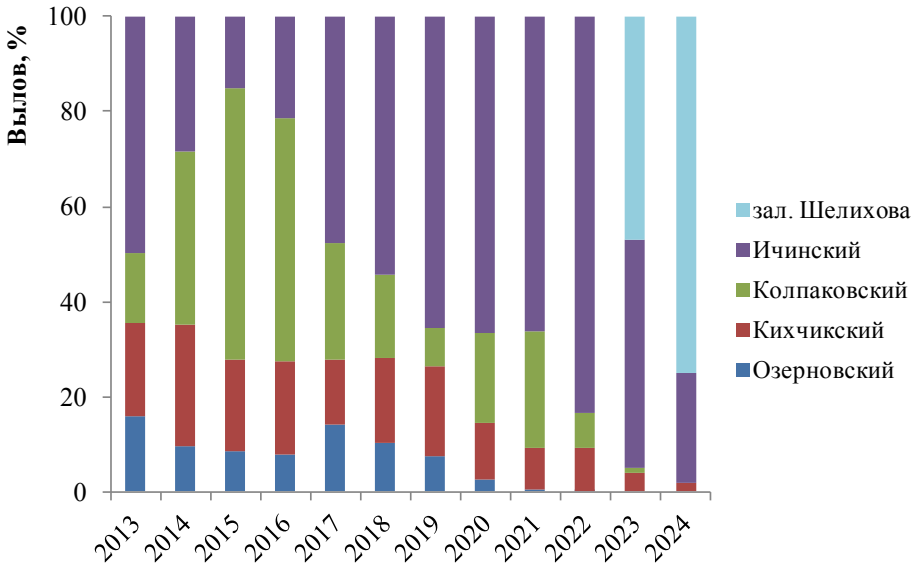


Рис. 3. Соотношение объемов вылова камчатского краба у западной Камчатки по миграционным районам в 2013–2024 гг. (Камчатско-Курильская подзона: Озерновский и Кихчикский районы; Западно-Камчатская подзона: Колпаковский, Ичинский районы и зал. Шелихова), %

Fig. 3. Percentage of red king crab landing in 2013-2024, by migration areas at West Kamchatka(Ozernovsky and Kikhchiksky districts within the Kamchatka-Kuril fishing subzone; Kolpakovsky, Ichinsky districts and Shelikhov Bay within the West Kamchatka fishing subzone)

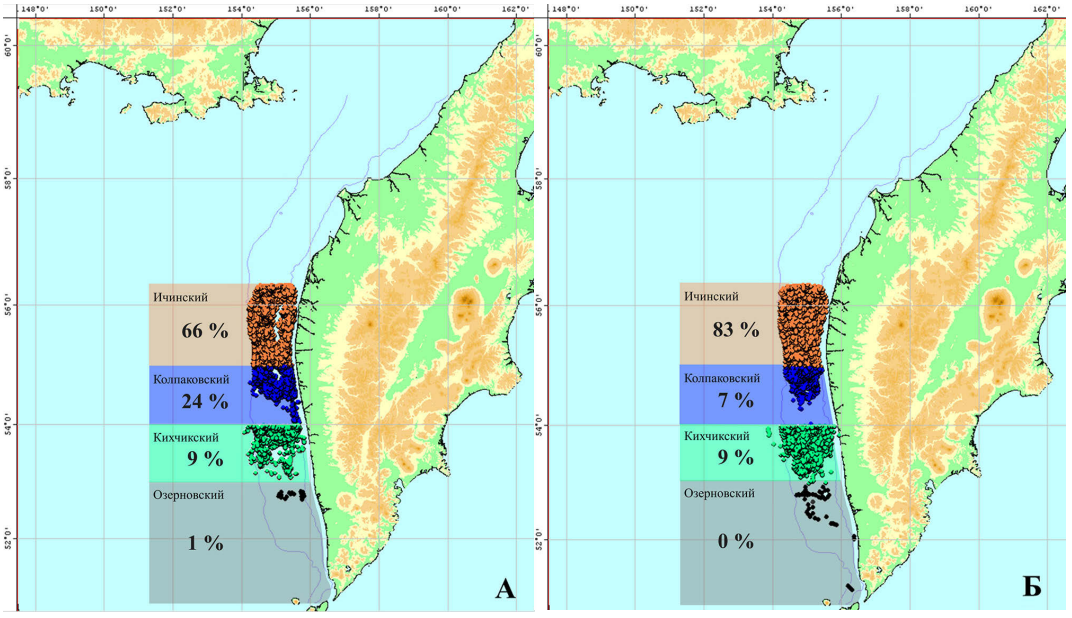


Рис. 4. Дислокация добывающего флота на промысле камчатского краба у западной Камчатки и доля вылова по районам в 2021 (**А**) и 2022 (**Б**) гг. (изобаты 40–300 м)

Fig. 4. Dislocation of the commercial fleet landing red king crab at West Kamchatka (between 40–300 m isobaths) and the catch sharing by districts in 2021 (**А**) and 2022 (**Б**)

С 2013 по 2022 г. в пределах Западно-Камчатской подзоны в двух традиционных районах к югу от параллели 56°20′ с.ш. (Колпаковский и Ичинский районы) вылавливалось в среднем около 76 % всего камчатского краба у западной Камчатки с максимальной долей 91 % в 2021 и 2022 гг. (табл. 2). При этом в 2014–2016 гг. наибольшие

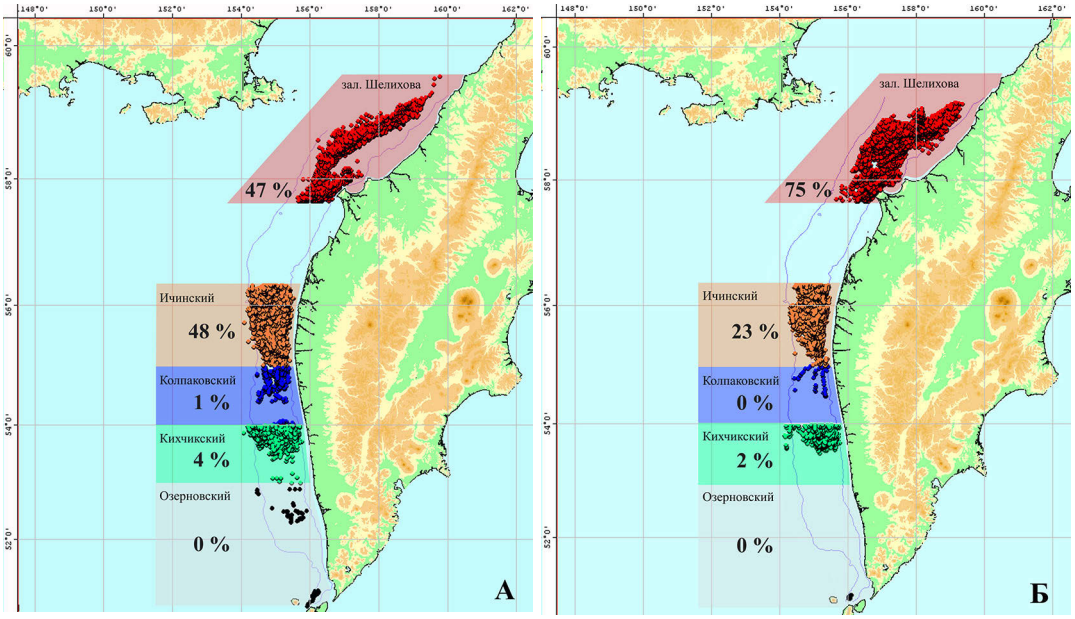


Рис. 5. Дислокация добывающего флота на промысле камчатского краба у западной Камчатки и доля вылова по районам в 2023 (**А**) и 2024 (**Б**) гг. (изобаты 40–300 м)

Fig. 5. Dislocation of the commercial fleet landing red king crab at West Kamchatka (between 40–300 m isobaths) and the catch sharing by districts in 2023 (**А**) and 2024 (**Б**)

объемы добычи (в среднем 48 %) приходились на Колпаковский миграционный район (54°00′–55°00′ с.ш.), а в 2017–2022 гг. (64 %) — на Ичинский район (55°00′–56°20′ с.ш.), что в целом соответствовало соотношению промыслового запаса по миграционным районам в эти годы по данным учетных траловых съемок. Главным образом именно в этих районах концентрировал свои промысловые усилия добывающий флот вплоть по 2022 г. (рис. 4).

Начиная с 2023 г., когда для промысла камчатского краба был открыт зал. Шелихова (район к северу от 57°40′ с.ш.), роль традиционных участков Западно-Камчатской подзоны в добыче резко снизилась: в 2023 г. здесь было выловлено лишь 49 %, а по итогам путины 2024 г. — только 23 % всего камчатского краба, добытого в двух промысловых подзонах у западной Камчатки (см. рис. 3, табл. 2). Напротив, зал. Шелихова в последние два года стал основным районом концентрации промыслового флота у западной Камчатки, где выловлено 47 и 75 % камчатского краба соответственно в 2023 и 2024 гг. (табл. 2, рис. 3, 5). Важно отметить, что Ичинский миграционный район, который вплоть по 2022 г. давал основной объем вылова камчатского краба всей западной Камчатки, к 2024 г. значительно снизил свое промысловое значение, а Колпаковский район его практически полностью утратил (рис. 3, 5, табл. 2).

Полученные в 2024 г. минимальные оценки численности западнокамчатской популяции камчатского краба в традиционных районах его добычи, а также информация о неудовлетворительной промысловой обстановке в их пределах в последние два года дают все основания полагать, что с сентября 2025 г. практически весь добывающий флот сосредоточит промысловые усилия в зал. Шелихова.

Вышесказанное в полной мере позволяет заключить, что с 2023 г. впервые в истории промысла камчатского краба у западной Камчатки, насчитывающей более чем столетие, все традиционные участки его добычи к югу от Северного Запретного района перестали играть главную роль в освоении ОДУ этого вида, а новый район добычи в зал. Шелихова стал основным местом дислокации промыслового флота и будет оставаться таким по крайней мере в осенне-зимнюю путину 2025 г.

Очевидно, что несоответствие количества промысловых усилий, прилагаемых в новом и традиционных районах промысла, соотношению оцененного промзапаса камчатского краба в их пределах требует разработки механизма регулирования количества единиц флота, например путем рекомендаций их распределения по районам вылова.

Научный мониторинг промысла

Характеризуя уловы на ловушку на промысле в Западно-Камчатской подзоне в годы, предшествующие открытию для добычи камчатского краба зал. Шелихова, можно заключить, что, несмотря на снижение среднесуточного вылова в целом по подзоне, этот показатель для промысловых самцов все еще оставался выше среднемноголетнего значения (6,9 экз./лов.) (табл. 3). Но уже в 2023 г. на фоне минимального вылова на судо-сутки 6,6 т (см. табл. 1) значительно снизился и средний суточный улов на ловушку (3,7 экз.) — до значений, не наблюдавшихся в традиционных районах промысла начиная с его возобновления в 2013 г.

Таблица 3

Показатели уловов камчатского краба и прилова по данным, полученным в режиме мониторинга промысла в Западно-Камчатской подзоне в 2021–2024 гг.

Table 3

Catches of red king crab and bycatch on the data of fishery monitoring in the West Kamchatka subzone in 2021–2024

Год промысла	Район промысла		Промысловые самцы				Прилов молоди и самок, %	Прилов синего краба, %	
	Северная широта	Глубина, м	Улов, экз./лов./сут.		Средний размер, мм	Средняя масса, кг		Самцы	Самки
			Средний	Максимальный					
2021	55°50′–56°05′	85–109	7,9	13,3	167,2	2,38	28	6	0
2022	55°38′–55°50′	39–63	8,9	16,6	170,7	2,69	24	1	0
2023	55°44′–55°57′	81–125	3,7	6,3	172,1	2,58	16	13	0
	57°44′–58°05′	92–115	11,0	16,0	168,7	2,44	14	20	19
2024	58°33′–58°44′	103–117	13,7	20,9	169,8	2,63	14	13	10

К научно-исследовательским работам в режиме мониторинга промысла в зал. Шелихова КамчатНИРО приступил в первый же год освоения здесь запаса *P. camtschaticus*. Средние суточные уловы промысловых самцов на ловушку в новом районе добычи прогнозируемо оказались значительно выше, чем в традиционных районах, где таких показателей в современной истории промысла камчатского краба у западной Камчатки не отмечали. Средние размер и масса промыслового самца отличались от таковых в традиционных районах добычи камчатского краба в Западно-Камчатской подзоне незначительно (табл. 3), а прилов непромысловых самцов и самок хоть и наблюдался, но был ниже, чем к югу от 56°20′ с.ш.

В то же время в новом районе добычи прилов нецелевого вида промысла — синего краба — достигал весьма больших величин, при этом около половины его прилова составляли самки. Максимальный прилов этих самок отмечен у 58° с.ш. и к югу от этой параллели — на участке, прилегающем к запретному для промысла крабов Хайрюзовскому району. Учитывая количество добывающего флота и объем выловленного камчатского краба в новом районе промысла в 2023–2024 гг., можно предположить, что общая величина прилова синего краба в ходе промысла камчатского может быть сопоставима с объемами специализированного вылова синего краба в Западно-Камчатской подзоне.

Как и в случае с результатами учетных работ, состав промысловых уловов камчатского и синего крабов в ближайших акваториях к югу и северу от существующих запретных районов, где в ловушках сравнительно высока доля самок обоих видов (табл. 3), свидетельствует о необходимости рассмотрения возможности расширения их границ.

Заключение

Открытие для промысла камчатского краба района западнокамчатского шельфа к северу от параллели 57°40′ в 2023 г. способствовало снятию значительной части промысловой нагрузки с традиционных районов добычи этого вида, где в последние годы отмечалось постоянное уменьшение среднесуточного вылова, обусловленное снижением промыслового запаса. Последнее по большей части является следствием отсутствия в последние годы урожайных поколений *P. camtschaticus*, пополняющих его промысловую численность.

Несмотря на передислокацию значительной части добывающего флота в район зал. Шелихова и высокие значения суточного вылова в его пределах, обусловленные отсутствием здесь ранее промысла, общий показатель вылова на судо-сутки добычи для обеих подзон у всей западной Камчатки в последние два года остается минимальным начиная с 2013 г., когда после запрета был возобновлен промысел камчатского краба у западной Камчатки. Темпы освоения ОДУ в 2023 и 2024 гг. пока остаются на сравнительно высоком уровне, чему в значительной степени способствовало сосредоточение практически всего добывающего флота на ранее не эксплуатируемых плотных промысловых скоплениях *P. camtschaticus* в новом районе добычи. Вместе с тем, очевидно, что даже вовлечение в промысел зал. Шелихова с его нетронутым до 2023 г. запасом не позволяет в настоящее время поддерживать промысловые показатели на высоком уровне предыдущих лет. Более того, анализ промысловой обстановки в конце путины 2024 г. со всей очевидностью демонстрирует наметившуюся тенденцию на снижение показателей вылова камчатского краба и в этом новом районе добычи.

Отсутствие в 2023 и 2024 гг. объективных репрезентативных данных о численности части популяции камчатского краба к северу от 57°40′ с.ш., существующий здесь в эти два года чрезмерный промысловый пресс, усугубляющийся значительным приловом нецелевого объекта добычи — синего краба, и особенно его самок, а также низкие оценки общей численности камчатского краба на всем западнокамчатском шельфе с прогнозом на дальнейшее снижение ставят перед необходимостью неотложной разработки дополнительных мер регулирования промысла. Такими мерами в первую очередь могут стать снижение объемов ОДУ, их перераспределение между подзонами, включая приостановление добычи в Камчатско-Курильской подзоне, а также разработка механизма регулирования количества единиц флота и промысловых усилий, в том числе их разделение по районам вылова в соответствии с результатами последней учетной съемки о соотношении запаса в них. Подобные меры регулирования ранее уже вводились для сохранения популяции при характеристике состояния запаса и перспектив промысла *P. camtschaticus* у западной Камчатки в начале XX века [Долженков, Кобликов, 2003, 2004], часть из них показала свою эффективность. Предлагаемые меры не являются исчерпывающими для сохранения западнокамчатской популяции камчатского краба и должны рассматриваться в комплексе с уже действующими.

Так, важным представляется сохранение запретных для промысла крабов районов у западной Камчатки между 56°20′ и 57°40′ с.ш. (Северный Запретный и Хайрюзовский миграционные районы), где на фоне общего снижения численности популяции на всем шельфе в 2024 г. все еще отмечаются сравнительно высокие оценки всех функциональных групп камчатского краба, и особенно ближайшего пополнения промзапаса и самок. Именно эти районы в настоящее время остаются последним нетронутым промыслом участком воспроизводства западнокамчатской популяции камчатского краба.

В контексте изложенного уместно отметить, что южнее параллели 57°40′ с.ш. по данным учетной ловушечной съемки 2023 г. в уловах другого основного промыслового вида крабов в подзоне — синего краба — почти 20 % составляли самки этого вида. Поэтому при обсуждении возможности открытия для промысла камчатского и синего крабов нового района между параллелями 57°00′ и 57°40′ с.ш., являющегося в настоя-

щее время запретным для промысла крабов, важно понимать последствия, к которым может привести неизбежный значительный прилов самок обоих видов крабов в зоне их воспроизводства.

Сравнительно высокий прилов самок камчатского и синего крабов в ближайших к югу и северу от существующих запретных районов акваториях делает целесообразным рассмотрение возможности расширения их границ до 58°00′ с.ш. на север и до 55°00′ с.ш. на юг, что в существенной степени позволит сохранить зоны воспроизводства этих наиболее продуктивных в дальневосточных морях России популяций крабов, а в перспективе будет способствовать восстановлению запаса камчатского краба в традиционных районах добычи.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Автор признателен президенту Ассоциации добытчиков краба А.П. Дуплякову за организацию работы научных сотрудников КамчатНИРО на всех ее этапах на судах-краболовах, а также выражает благодарность коллегам из КамчатНИРО, ТИНРО и ВНИРО за совместную слаженную работу в ходе проведения исследований.

The author is grateful to A.P. Duplyakov, president of the Association of Crab Catchers, for organizing scientific observations aboard commercial vessels by KamchatNIRO researchers and to all colleagues from KamchatNIRO, TINRO and VNIRO for well-coordinated joint work on collecting the data for this study.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование проведено на бюджетные средства. Учетная ловушечная съемка 2022 г. и учетная донная траловая съемка 2024 г. осуществлялись за счет внебюджетного финансирования.

The study was funded by the state budget. The trap survey in 2022 and the bottom trawl survey in 2024 were conducted using extra-budgetary funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены. Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

All applicable international, national and/or institutional principles for the care and use of animals have been observed. The author declares no conflict of interest.

Список литературы

Артеменков Д.В., Морозов Т.Б., Сологуб Д.О., Иванов П.Ю. Оценка величины и видового состава прилова гидробионтов при осуществлении добычи (вылова) крабов в северной части Западно-Камчатского шельфа по данным учетной съемки // Рыбохозяйственный комплекс России: проблемы и перспективы развития : мат-лы 1-й Междунар. науч.-практ. конф. — М. : ВНИРО, 2023. — С. 33–39.

Артеменков Д.В., Орлов А.М., Моисеев С.И. О структуре уловов гидробионтов в крабовых ловушках в Охотском море // Рыбоводство и рыбное хозяйство. — 2022. — № 5(196). — С. 296–309. DOI: 10.33920/sel-09-2205-01.

Бизиков В.А., Поляков А.В. Географическая информационная система «КАРТМАСТЕР»: новые возможности и перспективы для рыбохозяйственных исследований // Математическое моделирование и информационные технологии в исследованиях биоресурсов Мирового океана : тез. докл. мат-лов отрасл. семин. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2004. — С. 89–91.

Буяновский А.И., Вагин А.В., Полонский В.Е., Сидоров Л.К. О некоторых особенностях экологии камчатского и синего крабов в районе северо-западной Камчатки // Прибрежные гидробиологические исследования : сб. науч. тр. — М. : ВНИРО, 1999. — С. 126–142.

Виноградов Л.Г. Годичный цикл жизни и миграций краба в северной части западнокамчатского шельфа // Изв. ТИНРО. — 1945. — Т. 19. — С. 3–54.

Виноградов Л.Г. О механизме воспроизводства запасов камчатского краба (*Paralithodes camtschatica*) в Охотском море у западного побережья Камчатки // Тр. ВНИРО. — 1969. — Т. 65. — С. 337–344.

Деминов А.Н., Астахов М.В., Зуев Н.Н. Исследование промысловых крабов в заливе Шелихова (Охотское море) в сентябре 2004 года // Актуальные проблемы экологии, морской биологии и биотехнологии : тез. докл. 7-й регион. конф. — Владивосток, 2004. — С. 37–38.

Долженков В.Н., Кобликов В.Н. Современное состояние запасов и перспективы промысла камчатского краба на шельфе Западной Камчатки // Рыб. хоз-во. — 2003. — № 4. — С. 32–34.

Долженков В.Н., Кобликов В.Н. Состояние западнокамчатской популяции камчатского краба ухудшилось до критического (результаты исследований 2002 г.) // Рыб. хоз-во. — 2004. — № 5. — С. 42–44.

Иванов П.Ю. Современное состояние запаса и промысла камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* у западной Камчатки // Изв. ТИНРО. — 2020. — Т. 200, вып. 2. — С. 245–269. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-245-269.

Левин В.С. Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*. Биология, промысел, воспроизводство : моногр. — СПб. : Ижица, 2001. — 198 с.

Моисеев С.И., Моисеева С.А. Исследования доминирующих промысловых видов крабов Охотского моря осенью 2018 г. и весной 2019 г. // Тр. ВНИРО. — 2019. — Т. 177. — С. 204–214.

Никулин П.Г. Обнаружение промысловых крабов в зал. Шелихова и у берегов Чукотки // Изв. ТИНРО. — 1951. — Т. 34. — С. 266–267.

Полонский В.Е., Буяновский А.И., Вагин А.В. и др. Биоресурсы прибрежной зоны Корякского автономного округа // Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки : тез. докл. обл. науч.-практ. конф. — Петропавловск-Камчатский, 1999. — С. 84–85.

Родин В.Е. Пространственная и функциональная структура популяций камчатского краба // Изв. ТИНРО. — 1985. — Т. 110. — С. 86–97.

Слизкин А.Г., Кобликов В.Н., Долженков В.Н. и др. Камчатский краб (*Paralithodes camtschatica*) западнокамчатского шельфа: биология, распределение, динамика численности // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 409–431.

Тарвердиева М.И. Распределение и питание мальков камчатского краба *Paralithodes camtschatica* у западного побережья Камчатки // Тр. ВНИРО. — 1974. — Т. 99, вып. 5. — С. 54–61.

Чекунова В.И. Границы миграционных районов камчатского краба у западного побережья Камчатки // Тр. ВНИРО. — 1969а. — Т. 45. — С. 345–352.

Чекунова В.И. Районы весеннего распределения камчатского краба // Тр. ВНИРО. — 1969б. — Т. 45. — С. 353–367.

References

Artemenkov, D.V., Morozov, T.B., Sologub, D.O., and Ivanov, P.Yu., Assessment of the size and species composition of bycatch of hydrobionts during crab harvesting (catching) in the northern part of the West Kamchatka shelf based on survey data, in *Mat-ly 1-y Mezhdunar. nauchno-prakt. konf. "Rybokhozyaystvennyy kompleks Rossii: problemy i perspektivy razvitiya"* (Proc. of the 1st Int. Sci.-Pract. Conf. "Fishing industry complex of Russia: problems and development prospects"), Moscow: VNIRO, pp. 33–39.

Artemenkov, D.V., Orlov, A.M., and Moiseev, S.I., Catches structure of hydrobionts in the trap survey of crabs in the Okhotsk Sea, *Rybovodstvo i rybnoye khozyaystvo,* 2022, no. 5(196), pp. 296−309. doi 10.33920/sel-09-2205-01

Bizikov, V.A. and Polyakov, A.V., Geographic information system "KARTMASTER": new opportunities and prospects for fisheries research, in *Tezisy dokl. mat-lov otrasl. semin. «Matematicheskoye modelirovaniye i informatsionnyye tekhnologii v issledovaniyakh bioresursov Mirovogo okeana»* (Proc. report mat-fishing otrasl semin. «Mathematical modeling and information technology in the study of biological resources of the oceans»), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2004, pp. 89–91.

Buyanovsky, A.I., Vagin, A.V., Polonsky, V.E., and Sidorov, L.K., On some features of the ecology of Kamchatka and blue crabs in the region of northwestern Kamchatka, in *Sb. nauch. tr. "Pribrezhnyye gidrobiologicheskiye issledovaniya"* (Coll. of scientific papers "Coastal hydrobiological research"), Moscow: VNIRO, pp. 126–142.

Vinogradov, L.G., The annual cycle of life and migrations of the crab in the northern part of the West Kamchatka shelf, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1945, vol. 19, pp. 3–54.

Vinogradov, L.G., On the mechanism of reproduction of Kamchatka crab stocks (*Paralithodes camtschatica*) in the Sea of Okhotsk off the western coast of Kamchatka, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1969, vol. 65, pp. 337–344.

Deminov, A.N., Astakhov, M.V., and Zuev, N.N., Study of commercial crabs in the Shelikhov Bay (Sea of Okhotsk) in September 2004, in *Tezisy dokl. 7-y region. konf. "Aktual'nyye problemy ekologii, morskoy biologii i biotekhnologii"* (Abstract of report 7th regional. conf. "Actual problems of ecology, marine biology and biotechnology"), Vladivostok, 2004, pp. 37–38.

Dolzhenkov, V.N. and Koblikov, V.N., Current state of king crab stock on Western Kamchatka shelf and prospects of its commercial exploitation, *Rybn. Khoz.*, 2003, no. 4, pp. 32–34.

Dolzhenkov, V.N. and Koblikov, V.N., The state of the Western Kamchatka king crab population has deteriorated to critical (2002 results), *Rybn. Khoz.*, 2004, no. 5, pp. 42–44.

Ivanov, P.Y., The current status of the red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) stock and fishery off Western Kamchatka, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2020, vol. 46, no. 7, pp. 507–523. doi 10.1134/S1063074020070032

Levin, V.S., *Kamchatskiy krab Paralithodes camtschaticus. Biologiya, promysel, vosproizvodstvo* (Kamchatka crab *Paralithodes camtschaticus*. Biology, industry, reproduction), St. Petersburg: Izhitsa, 2001.

Moiseev, S.I. and Moiseeva, S.A., Studies of the dominant commercial crab species of the Sea of Okhotsk in autumn 2018 and spring 2019, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 177, pp. 204−214.

Nikulin, P.G., Detection of commercial crabs in the Shelikhov Bay and off the coast of Chukotka, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1951, vol. 34, pp. 266–267.

Polonsky, V.E., Buyanovsky, A.I., Vagin, A.V., Milyutin, D.M., Pereladov, M.V., and Sidorov, L.K., Bioresources of the coastal zone of the Koryak Autonomous Okrug, in *Tezisy dokl. obl. nauchno-prakt. konf. "Problemy okhrany i ratsional'nogo ispol'zovaniya bioresursov Kamchatki"* (Abstract of the rep. of the reg. sci.-pract. conf. "Problems of protection and rational use of bioresources of Kamchatka"), Petropavlovsk-Kamchatskiy, 1999, pp. 84–85.

Rodin, V.E., Spatial and functional structure of king crab population, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1985, vol. 110, pp. 86–97.

Slizkin, A.G., Koblikov, V.N., Dolzhenkov, V.N., Rodin, V.E., Mjasoedov, V.I., and Fedoseev, V.Ya., The Red King Crab (*Paralithodes camtschatica*) of West Kamchatka shelf: biology, distribution, dynamics of abundance, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2001, vol. 128, pp. 409–431.

Tarverdieva, M.I., Distribution and feeding of fry of the Kamchatka crab *Paralithodes camtschatica* off the western coast of Kamchatka, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1974, vol. 99, no. 5, pp. 54−61.

Chekunova, V.I., The boundaries of the migratory regions of the Kamchatka crab off the west coast of Kamchatka, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1969, vol. 45, pp. 345–352.

Chekunova, V.I., Kamchatka crab spring distribution areas, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1969, vol. 45, pp. 353–367.

Поступила в редакцию 12.02.2025 г.

После доработки 8.04.2025 г.

Принята к публикации 16.06.2025 г.

The article was submitted 12.02.2025; approved after reviewing 8.04.2025; accepted for publication 16.06.2025

Известия ТИНРО

2025 **Том 205, вып. 2. С. 328–351.**

Izvestiya TINRO, 2025, Vol. 205, No. 2, pp. 328–351.

Научная статья
УДК 595.384.2:639.28
DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-328-351
EDN: DFJMJI

ИСТОРИЯ СОСТОЯНИЯ ЗАПАСА И РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА КАМЧАТСКОГО КРАБА *PARALITHODES CAMTSCHATICUS* В ВОДАХ ПРИМОРЬЯ

А.Г. Слизкин[1], О.Ю. Борилко[1], Е.Э. Борисовец[1], И.С. Черниенко[1], О.Б. Ткачева[2]*

[1] Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4;
[2] Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО),
680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

Аннотация. Проанализировано развитие промысла камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в водах южного Приморья, дана характеристика способов добычи и обработки улова и рассмотрены причины периодического сокращения плотности скоплений и численности. Показана динамика и продолжительность крабового промысла между вынужденными периодами его запрета с начала XX века до настоящего времени. Особое внимание уделено драматической ситуации периодического закрытия промысла вследствие снижения запасов.

Ключевые слова: северо-западная часть Японского моря, камчатский краб, *Paralithodes camtschaticus*, динамика запаса, запрет промысла

Для цитирования: Слизкин А.Г., Борилко О.Ю., Борисовец Е.Э., Черниенко И.С., Ткачева О.Б. История состояния запаса и регулирования промысла камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в водах Приморья // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 2. — С. 328–351. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-328-351. EDN: DFJMJI.

* *Слизкин Алексей Гаврилович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, aleksey.sleezkin@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0006-9368-0771; Борилко Олег Юрьевич, заведующий сектором, oleg.borilko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0007-7486-8215; Борисовец Евгений Эммануилович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, evgeniy.borisovets@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0006-6878-0711; Черниенко Игорь Сергеевич, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, igor.chernienko@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-6410-0081; Ткачева Ольга Борисовна, ведущий специалист, olga.tkacheva@khvniro.vniro.ru, ORCID 0000-0003-3318-2923.*

© Слизкин А.Г., Борилко О.Ю., Борисовец Е.Э., Черниенко И.С., Ткачева О.Б., 2025

Original article

History of the stock status and fishery regulation for red king crab *Paralithodes camtschaticus* in the waters of Primorye

Aleksey G. Slizkin*, Oleg Yu. Borilko, Evgeny E. Borisovets***, Igor S. Chernienko****, Olga B. Tkacheva*******

*–**** Pacific branch of VNIRO (TINRO),
4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia
***** Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO),
13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia
* Ph.D., leading researcher, aleksey.sleezkin@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0006-9368-0771
** head of sector, oleg.borilko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0007-7486-8215
*** Ph.D., head of laboratory, evgeniy.borisovets@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0006-6878-0711
**** Ph.D., leading researcher, igor.chernienko@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-6410-0081
***** leading specialist, olga.tkacheva@khvniro.vniro.ru, ORCID 0000-0003-3318-2923

Abstract. Development of the red king crab *Paralithodes camtschaticus* fishery in the waters of southern Primorye is overviewed. Methods of catching and processing the catch are described. Reasons for periodic reduction in density of the crab aggregations and total stock are analyzed. Dynamics of the crab fishery between the periods of its prohibition is traced since the early 20th century to the present days and duration of the banning is determined, with particular attention to the dramatic changes which led to the ban of fishery because of the stock decreasing.

Keywords: Japan Sea, red king crab, *Paralithodes camtschaticus*, stock dynamics, fishery ban

For citation: Slizkin A.G., Borilko O.Yu., Borisovets E.E., Chernienko I.S., Tkacheva O.B. History of the stock status and fishery regulation for red king crab *Paralithodes camtschaticus* in the waters of Primorye, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2025, vol. 205, no. 2, pp. 328–351. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-328-351. EDN: DFJMJI.

Введение

Первые сведения о лове камчатского краба, одного из важнейших объектов промысла дальневосточных морей, в водах южного Приморья относятся к 1874 г. [Родин, 1985]. Начал промысел граф Кайзерлинг в 1908 г. в бухте Гайдамак, запустив крабоконсервный завод. В последующие годы производство крабовых консервов освоили заводы Федечкина в бухте Находка, Кацмана у мыса Басаргина, торгового дома братьев Люри на мысе Поворотном. Практически весь краб экспортировался в США [Алексин, 1923].

К началу XX века можно отнести и зарождение системы регулирования промысла беспозвоночных. Появились крабовые и трепанговые промыслы в Амурском и Уссурийском заливах и даже правила их ведения, хотя и большей частью формальные при отсутствии достаточных сил полиции и органов рыболовного надзора. До 1908 г. весь улов вывозился через Владивосток в Китай и Корею. К 1913 г. мороженое крабовое мясо стало поставляться в Сибирь и европейские районы России [Кривобок, 1931; Курмазов, 2000]. Развитие промысла краба шло параллельно с обработкой его как на береговых крабоконсервных комбинатах, получавших сырец в прибрежной зоне, так и на плавзаводах акционерного общества «Кработрест» [Алексин, 1923; Кобликов, Мирошников, 2002].

На протяжении 1920–1922 гг. в Дальневосточной республике (ДВР) получило развитие природоохранительное законодательство. Формирование его шло в значительной мере за счет местного правотворчества, так как общереспубликанского закона по охране природы в ДВР не существовало. Применение разнообразных и разновременных природоохранительных актов осложнялось условиями военного времени. Уже в начале XX столетия правила, в рамках которых осуществлялось рыболовство, стали носить обязательный характер. В качестве органов контроля и надзора в сфере рыболовства, следует выделить губернатора, полицию, а также смотрителей мест, где проводился лов рыбы [Глушко, Городничая, 2021].

К числу наиболее важных законодательных актов, направленных на защиту охраны природных богатств Дальнего Востока, относится постановление Дальревкома «О дальневосточных рыбных и звериных промыслах», изданное 15 декабря 1922 г. За всеми видами промысла устанавливался надзор. Законными считались лишь те договоры, которые были заключены с правительством РСФСР. Издание этого нормативного акта облегчило проведение мероприятий со стороны органов советской власти по охране природы [Мандрик, 1994].

После окончания гражданской войны и интервенции возобновились хозяйственные связи Дальнего Востока с РСФСР, начался новый период в истории рыбной промышленности региона. В советский период экономика носила плановый характер, вследствие чего рыбное хозяйство и рыбная промышленность также развивались согласно утвержденным директивным методам управления [Сиваков, 2013]. Вместе с тем нерациональная эксплуатация такого ценного ракообразного, как камчатский краб, приводила в конечном итоге к исчерпанию его промыслового ресурса, что ставило перед отечественным рыбным хозяйством сложные задачи по сохранению и восполнению его запаса [Об охране…, 1923*; Вылегжанин, Зиланов, 2000].

Периодическое снижение запасов крабов на Дальнем Востоке, а как следствие их общих допустимых уловов, вызвано антропогенным фактором, вернее переловом, что подтверждается данными о поставках за рубеж нелегально выловленных крабов в объемах в десятки тысяч тонн** [Макоедов, Кожемяко, 2007].

Цель работы — дать описание истории развития промысла и его регулирования для важнейшего из ракообразных Приморья — камчатского краба с особым вниманием на причины и продолжительность сокращения его численности и вызванные ими запреты на добычу, проследить динамику состояния запасов и величину вылова в водах Приморья в период с начала XX века до настоящего времени.

Материалы и методы

Материалом для настоящей статьи послужили сведения из литературных источников о возникновении и развитии промысла камчатского краба в дальневосточных морях и данные научно-исследовательских работ, выполненных на судах ТИНРО, а также мониторинга состояния промысла в водах Приморья с прошлого века и по настоящее время.

Результаты и их обсуждение

Некоторые примеры регулирования промысла крабов в довоенные годы

Первая сводка о промысле камчатского краба на Дальнем Востоке СССР была опубликована в 1927 г. [Навозов-Лавров, 1927]. В 1930-е гг. эксплуатировались основные промысловые поля в зал. Петра Великого — у о-вов Фуругельма, Аскольд, а также у архипелага Римского-Корсакова. За пределами залива интенсивный лов велся на промысловых полях валентиновского, пластунского, сосуновского и нельминского скоплений камчатского краба (рис. 1) [Кобликов, Мирошников, 2002].

В начале XX века величины ежегодного изъятия камчатского краба не ограничивались, поскольку такие рекомендации еще не были обоснованы. Конкретные разведанные скопления крабов облавливались до падения уровня рентабельности промысла. Это приводило к депрессии его численности, соответственно этому объемы вылова периодически снижались до минимума. Критически низкий уровень промыслового запаса приводил к прекращению промысла и введению запрета на его промышленный лов.

---

* Об охране дальневосточных морских рыбных и звериных промыслов // Бюл. Гл. упр. по рыболовству. 1923. № 10. С. 15–16.

** Крабы–2015 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО-Центр, 2015. 126 с.; Крабы–2020 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО, 2020. 134 с.

Рис. 1. Промысловые скопления камчатского краба и рыбокомбинаты его обработки в период 1930–1955 гг. в Приморье [Кобликов, Мирошников, 2002]

Fig. 1. Commercial aggregations of red king crab and fish processing plants for crabs in Primorye in 1930–1955 [Koblikov, Miroshnikov, 2002]

В 1930-е гг. была создана система контроля за хозяйственной и финансовой деятельностью рыбопромышленных трестов путем отправки на Дальний Восток проверочных бригад Главрыбы и Народного комиссариата снабжения СССР. В этот период были проведены оценки состояния запасов лососевых рыб, крабов, дана характеристика российских и японских рыболовных участков на Камчатке [Макоедов, Кожемяко, 2007].

С развитием промысла в 1930-е гг. начался осенне-зимний лов краба. Основное время промысла приходилось на октябрь-декабрь и на февраль-март, когда краболовные суда возвращались с крабовой путины у западной Камчатки. В эти годы вылов камчатского краба в зал. Петра Великого колебался от 0,75 до 4,50 тыс. т [Воробьев, Воробьева, 1944].

В конце 1930-х гг. зафиксировано снижение запасов камчатского краба в южных районах Приморья. И.Г. Закс [1936] отмечал неограниченный вылов самок и молоди разных возрастов и предсказывал, что он должен будет в недалеком будущем отразиться на состоянии сырьевой базы весьма неблагоприятно.

В этот период на промысле камчатского краба в районе бухты Тафуин в сетях наблюдалось около 90 % самок [Закс, 1933]. Единственной мерой сохранения воспроизводительной способности камчатского краба было возвращение добытых сетями самок живыми в море. Однако эта мера не давала какого-либо реального эффекта, так как поднятые сети вместе с уловами крабов перебирали на ловецких судах, где извлечь живыми запутавшихся самок крабов было практически невозможно [Закс, 1936; Лаврентьев, 1963; Родин, 1966; Кобликов, 2011].

Ставные донные сети являются экологически опасными орудиями лова: несмотря на определенную селективность по отношению к молоди (крабы размером менее 7 см в сетях практически не встречаются), они облавливают в значительном количестве самок и молодых самцов. Во время выборки сетей через рол и транспортировки сетей на крабоконсервный завод крабы травмировались, в результате чего ежегодно уничтожалась масса самок и молоди [Лаврентьев, 1969]. Приведенные свидетельства ведения тралового и снюрреводного лова донных гидробионтов в прошлом веке в южном Приморье служат фактором систематического неучтенного изъятия и травмирования различных функциональных групп краба, препятствующим нормальному воспроизводству [Кривобок, 1931; Клитин, 1996; Слизкин, Сафронов, 2000; Левин, 2001].

Таким образом, усилившийся промысловый пресс на популяцию камчатского краба в связи с ростом спроса на ценную крабовую продукцию при отсутствии нор-

мативных мер регулирования и уровня изъятия не мог не привести к падению запасов промысловых крабов до критически низкого уровня.

Следствием нерационального лова краба было введение по заключению ТИНРО 1-го временного запрета на промысел камчатского краба у побережья Приморья на период 1938–1941 гг. Введенный перед Великой Отечественной войной запрет промысла краба в зал. Петра Великого способствовал некоторому восстановлению запасов животных и обеспечил его успешную добычу в южном Приморье в самые тяжелые годы войны.

Особенности развития промысла камчатского краба в 40–50-е гг. XX века

С началом Великой Отечественной войны роль краба в общей добыче биоресурсов Приморья значительно возросла, учитывая вынужденное из-за военного времени прекращение промысла крабов у западной Камчатки. В эти годы краболовные суда были мобилизованы для выполнения военных заданий. Во время событий на оз. Хасан в военных целях было задействовано 250 различных судов рыболовного флота [Макоедов, Кожемяко, 2007; Григорьев, 2015*]. В водах Приморья было разрешено вылавливать и обрабатывать, кроме самцов, и самок краба. Это разрешение в условиях южного Приморья, где самки составляли 50–70 % улова краба, способствовало увеличению общих объемов его добычи. В связи с изменившейся обстановкой в 1942 г. был организован специализированный лов краба снюрреводами. Замена такого пассивного орудия лова, как сети, активными орудиями способствовала увеличению уловов краба. Так, в 1942 г. вылов составил около 1,7 тыс. т, или 15,7 % всей добычи рыбной промышленности Приморья, в 1943 г. возросший вылов составил около 11,5 тыс. т [Воробьев, Воробьева, 1944]. В дальнейшем уловы крабов в приморских водах понизились до 4,75 тыс. т, а в 1949 г. сократились до 0,70 тыс. т [Кобликов, Мирошников, 2002].

В зал. Петра Великого вследствие резкого сокращения зимних уловов камбалы в 1934–1935 гг. был организован ее лов снюрреводами с малотоннажных судов. Еще Л.Г. Виноградов [1941] отмечал, что траулеры, ведущие зимний лов камбалы, привозят десятки мороженых крабов, и объяснял это совпадением зимних полей краба и камбальных банок. Позже П.А. Моисеевым [1946] зафиксировано, что в уловах малотоннажных судов наряду с приловом беспозвоночных животных в довольно большом количестве встречается камчатский краб. К середине 1950-х гг. доминирующее положение на промысле рыб стали занимать донные тралы. На промысле было задействовано более сотни сейнеров и траулеров**.

Значительное снижение запасов камчатского краба в Приморье к 1955 г. послужило причиной очередного закрытия его промысла [Кобликов, 2011].

Новые меры регулирования промысла

Промышленный лов краба был открыт только в 1987 г., спустя 32 года. Такому длительному периоду депрессии запасов камчатского краба в южном Приморье есть несколько причин, одной из которых можно назвать сосредоточение усилий в послевоенные годы в районе эксплуатации основного запаса камчатского краба — у западной Камчатки [Родин, 1967; Родин и др., 1996]. В эти годы при отсутствии сырца прекратился выпуск крабовых консервов на береговых комбинатах Приморья, при этом траловый (снюрреводный) прибрежный лов рыб продолжался, и влияние его на темпы воспроизводства камчатского краба несомненно [Масленников и др., 1999; Калчугин и др., 2015].

В начале 1990-х гг. рыбная промышленность Приморья в результате бездумной приватизации, банкротств и грабительских аукционов была ввергнута в затяжной фи-

* Григорьев Ю.Г. ДЭЭМПЭШНИКИ. Исторический очерк. Владивосток — Анапа, 2015. 359 с.

** Снытко В. Тернистый путь тралового промысла на Дальнем Востоке // Рыбак Приморья. 2007. Вып. 17(1331).

нансово-экономический кризис. Многие относительно крупные предприятия перестали существовать. Возникшие на их обломках многочисленные мелкие хозяйствующие субъекты не имели достаточных средств для обновления устаревшего флота. Как отмечает А.П. Жук [2001], к началу нынешнего века у традиционных береговых предприятий — рыбозаводов и рыбокомбинатов — оставалось 27 ед. добывающего флота (судов РС-300 и МРС-80). К примеру, в 1939 г. один только рыбокомбинат о. Попова имел 36 промысловых судов.

После 2008 г. произошло снижение удельного веса активных способов лова (снюрреводно-тралового) с одновременным увеличением доли пассивных способов лова (ставные сети, вентерь, ставной невод, каравка и др.). Однако это не привело к уменьшению доли вылова активными орудиями лова. По-прежнему большая часть биоресурсов зал. Петра Великого изымается тралами и снюрреводами [Бочаров и др., 2009].

Именно на длительный период запрета промысла камчатского краба в южном Приморье приходятся годы отлова камчатского краба в зал. Петра Великого для транспортировки его в целях акклиматизации в Баренцево море (1965–1969 гг.). Один из авторов этой статьи участвовал в первой экспериментальной трансокеанской перевозке камчатского краба в железнодорожном вагоне. Нетравмированных особей камчатского краба выбирали из снюрреводных уловов малых сейнеров (МРС и РБ — рыболовный бот) и накапливали в специальных емкостях рыбокомбината «Нерпа», расположенного в зал. Славянка, для дальнейшей транспортировки до Мурманска [Слизкин, 2005]. Сохранилось фото выборки снюрреводного трала, в кутце которого виден прилов камчатского краба (рис. 2).

Рис. 2. Поднятие на борт улова снюрревода на рыболовном боте в юго-западной части зал. Петра Великого в октябре 1965 г.

Fig. 2. Lifting the catch of Danish seine on board of fishing boat in the southwestern Peter the Great Bay in October 1965

В условиях существующего с 1955 г. запрета на промысел камчатского краба восстановление подорванного в военные годы его запаса не наблюдалось более трех десятков лет. Вместе с тем в эти годы отсутствовали систематические научно-исследовательские съемки, при существующем с 1930-х гг. траловом лове рыб не было учета прилова крабов. Изъятие его тем не менее происходило на бытовом уровне. Практиковалась самозаготовка свежего мяса краба для собственных нужд членов экипажей судов, а также вылов по особому распоряжению, как, например, в целях акклиматизации.

Позже, на рубеже 60–70-х гг. XX века, проводится целенаправленное регулирование промысла крабов, разрабатываются требования к орудиям лова, пере-

сматривается промысловая мера крабов, а также устанавливаются ограничения по срокам и районам промысла. Признавая преимущества ловушечного промысла по сравнению с сетным, большие усилия по организации переоснащения отечественного добывающего флота новыми орудиями лова приложили руководители АОХК «Дальморепродукт», специалисты ТИНРО и других организаций [Родин, 1966; Харичков, 1969; Борщан, 1975]. Этот период ознаменовался повсеместным переходом от сетного на ловушечный промысел крабов [Слизкин, Сафронов, 2000; Дупляков, 2012*]. В 1980 г. приказом Минрыбхоза СССР утверждены Правила рыболовства во внутренних водоемах Дальнего Востока — введен запрет на промысел крабов всеми орудиями лова, кроме ловушек.

Начиная с 1976 г. ТИНРО возобновил систематические наблюдения за состоянием ресурсов крабов и креветок в Приморье. В 1976–1985 гг. выполнялись тралово-учетные съемки, были обследованы все скопления камчатского краба в северо-западной части Японского моря, как у побережья Приморского края, так и в Татарском проливе**. На основе полученных данных оценено современное состояние основных видов ракообразных для всей подзоны Приморье. В 1986 г. начал проводиться контрольный лов камчатского краба и краба-стригуна опилио, общий вылов которых составил соответственно 3,25 и 1,40 тыс. т. По результатам этих исследований были даны рекомендации к снятию запрета на промысел камчатского и других крабов в подзоне Приморье начиная с 1987 г.

В 1988 г. наблюдались и наибольшие для послевоенного периода показатели состояния промысловых (≥ 150 мм ШК) самцов камчатского краба. При плотности 21,2 шт. за траление и уловах на 1 ловушку 15,68 кг численность его составила 39,1 млн экз. [Кобликов, Мирошников, 2002]. Такие высокие показатели состояния популяции камчатского краба в подзоне Приморье определили и обоснование величины ОДУ на 1988 г. — 3,1 тыс. т. В эти годы промысловые запасы камчатского краба были наибольшими за послевоенный период — около 35 тыс. т***. При этом плотность скоплений камчатского краба в 1988 г. составляла ~500 экз./км^2 (рис. 3). К 1993 г., за пять лет, плотность в южной части подзоны Приморье вновь уменьшилась до 169 экз./км^2, а позже — в 1999–2000 гг. — почти на порядок, до уровня 57 экз./км^2.

Важно подчеркнуть, что промысел в заливе был наиболее интенсивным до 1995 г. При этом в общем вылове биоресурсов на долю рыб приходилось 80 %, и только 20 % — на беспозвоночных. Со второй половины 1990-х гг. соотношение изменилось в пользу беспозвоночных с аналогичной пропорцией [Калчугин и др., 2015].

По мнению В.Е. Родина с соавторами [1996], это печальный опыт разгрома популяции камчатского краба Приморья за короткий период интенсивного промысла (1986–1995 гг.). Так, по данным учетной съемки, в 1986 г., т.е. перед началом промыс-

---

* Дупляков А.П. Промысел крабов на Дальнем Востоке: от японской монополии до наших дней // Fishnews. 2012. Вып. 2(27). С. 54–58.

** Возможные уловы рыб, морских млекопитающих, беспозвоночных и водорослей в 1970 г. 12 с.; Сырьевая база рыбной промышленности Дальневосточного бассейна и возможные уловы рыб, морских млекопитающих, беспозвоночных и водорослей в 1971 г. (уточненные данные). Владивосток, 1971. 7 с.; Сырьевая база рыбной промышленности Дальневосточного бассейна и возможные уловы рыб, морских млекопитающих, беспозвоночных и водорослей в 1972 г. Владивосток, 1972. 106 с.; Сырьевая база рыбной промышленности Дальневосточного бассейна и возможные уловы рыб, морских млекопитающих, беспозвоночных и водорослей в 1973 г. Владивосток, 1973. 100 с.; Сырьевая база рыбной промышленности Дальневосточного бассейна и возможные уловы рыб, беспозвоночных животных, водорослей и морских млекопитающих в 1981 году. Владивосток, 1980. 138 с.; Сырьевая база рыбной промышленности Дальневосточного бассейна и возможные уловы рыб, беспозвоночных животных, водорослей и морских млекопитающих в 1983 году. Владивосток, 1982. 154 с.

*** Характеристика состояния запасов основных промысловых объектов Дальневосточного бассейна в 1997 году и прогноз возможных уловов на 1999 год. Владивосток, 1998. 528 с.

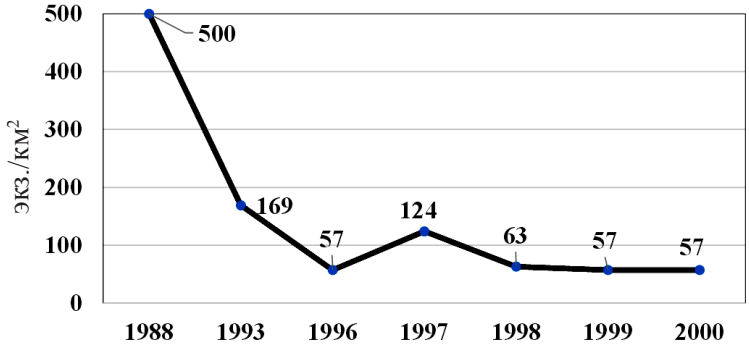


Рис. 3. Динамика плотности промысловых самцов (≥ 150 мм по ШК) камчатского краба южнее мыса Золотого подзоны Приморье с 1988 по 2000 г.

Fig. 3. Distribution density for commercial males (carapace ≥ 150 mm) of red king crab to the south of Cape Zolotoy in 1988–2000

ла, число промысловых самцов в этой популяции достигало 6,5 млн экз., составляя 39 % от общей численности крабов (включая непромысловых самцов и самок), в 1995 г. — 1,7 млн экз., т.е. уменьшилось почти в 4 раза, а доля их в популяции сократилась до 10 %. Аналогичный размерно-половой состав в 1995 г. наблюдался и в западнокамчатской популяции. Это указывало на неблагополучное состояние обеих популяций, в которых количество самок в 4–5 раз превышало количество промысловых самцов-производителей. Следовательно, уменьшение доли самок до 15 % и ниже приводит в целом к сокращению численности популяции, а восстановление промыслового запаса происходит после периода прекращения промысла в запретный период [Слизкин, Сафронов, 2000].

В конце прошлого века наряду с интенсификацией промысла наметился постоянный рост его пресса на эксплуатируемые популяции. Возрастающая интенсивность промысла, связанная с совершенствованием орудий лова, технической оснащенности краболовных судов и ННН-промысла (незаконный, несообщаемый, нерегулируемый), способствовала усилению антропогенного воздействия на промысловые объекты. В 1990-е — начале 2000-х гг. запас промысловых самцов камчатского краба в подзоне Приморье севернее мыса Золотого понижался с 23,20 тыс. т в 1996 г. до наиболее низкой биомассы запаса в 2006 г. — 2,08 тыс. т (рис. 4). Сократились запасы промысловых самцов и южнее мыса Золотого — с 4,6 тыс. т в 1993 г. до 0,6 тыс. т в 2006 г.

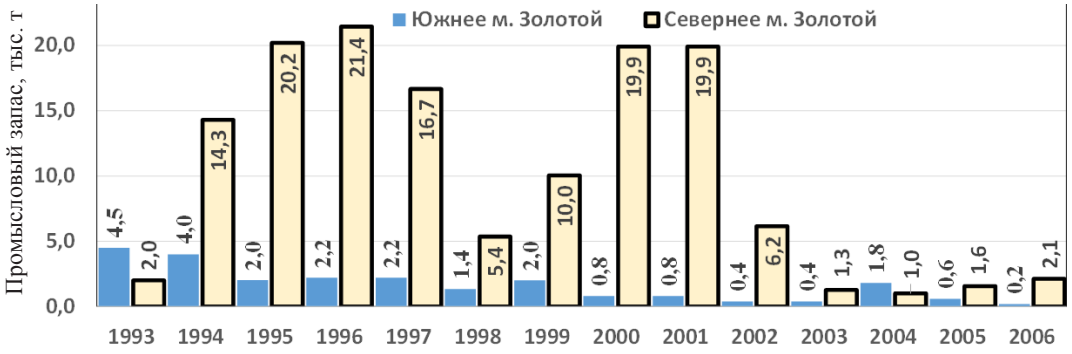


Рис. 4. Динамика промыслового запаса камчатского краба в подзоне Приморье в 1993–2006 гг.

Fig. 4. Dynamics of the red king crab commercial stock in the Primorye fishing subzone in 1993–2006

В 1990-е гг. с изменением законодательства правовая база времен СССР перестала действовать, был сокращен штат инспекторов, что делало их работу неэффек-

тивной [Слизкин и др., 2001; Долженков, Кобликов, 2006; Кобликов, 2011; Дупляков, 2012*; Глушко, Городничая, 2021]. В эти годы фактический вылов крабов и крабоидов в водах России в 2–3 раза превышал официальные величины**. В наибольшей степени от ННН-промысла пострадали запасы наиболее ценных и наиболее доступных крабов и крабоидов. Следствием стало катастрофическое сокращение численности многих популяций и их дальнейшая глубокая и длительная депрессия [Буяновский и др., 2023].

Одной из причин такого стремительного снижения плотности запаса камчатского краба в районе Приморья является чрезмерный промысловый пресс из-за увеличения единиц промыслового флота. Так, если в 1986–1993 гг. промысел велся 4–5 судами, то только по официальным данным (ИС «Рыболовство») в 2001 г. легально на промысле камчатского краба во всей подзоне Приморье работало 34 судна. В этот же период к северу от мыса Золотого промысел вели 30 судов, имевших аукционные квоты. В целом же промысел шел, как показал анализ промысловой информации, на крайне ограниченных акваториях***.

Ухудшения показателей биологического состояния, плотности скоплений промысловых самцов и состояния промысла позволили обосновать снижение общего допустимого улова (ОДУ) с 3,10 тыс. т в 1986 г. до 0,22 тыс. т в 1999 г.****

Учитывая критическое состояние запасов камчатского краба, было подготовлено биологическое обоснование для закрытие его промысла. В 2002 г. был введен запрет на промысел камчатского краба в подзоне Приморье к югу от 47°20′ с.ш., а с 2005 г. добыча краба была запрещена и севернее 47°20′ с.ш. Этот 3-й запретный период лова камчатского краба продолжался 10 лет, до 2012 г. (рис. 5).

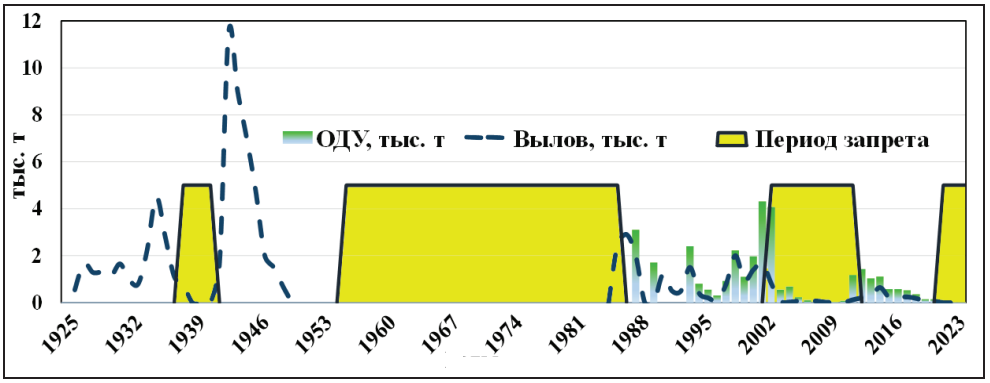


Рис. 5. Динамика ОДУ и вылова камчатского краба в подзоне Приморье с 1925 по 2023 г. и периоды запрета его промысла

Fig. 5. Dynamics of the total allowed catch value and real annual catch of red king crab in the Primorye fishing subzone in 1925–2023, including the periods of banned fishery for this species, 10^3 t

Запрет на промышленный лов камчатского краба в подзоне Приморье стал вынужденным и своевременным шагом, направленным на сохранение ресурсов его уникальной популяции. Параллельно с прекращением официального промышленного лова этого вида запрет был введен и на крабов, совместно с ним обитающих, — стригуна

* Дупляков А.П. Промысел крабов на Дальнем Востоке..., 2012.

** Крабы-стригуны — 2019 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО, 2019. 129 с.; Крабы–2020 (путинный прогноз), 2020.

*** Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного бассейна. Прогноз ОДУ–2009 (проект). Владивосток, 2009. 301 с.; Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна — 2013. Владивосток, 2012. 331 с.

**** Характеристика состояния..., 1998; Состояние промысловых ресурсов. Прогноз общих допустимых уловов по Тихоокеанскому бассейну на 2005 г. (краткая версия). Владивосток: ТИНРО-центр, 2004. 271 с.

опилио, синего, колючего и волосатого четырехугольного. Ресурсы этих объектов в рассматриваемый период также были существенно подорваны интенсивным промыслом.

Вместе с тем согласно статистике иностранного импорта крабовой продукции и сделанных на ее основе пересчетов объемов вылова крабов следует, что объемы неучтенного вылова крабов в российских водах до 2013 г. включительно составляли не менее величины учтенного вылова. В 2013 г. цифра экспорта крабов из России во все страны мира в 1,92 раза превышала объем разрешенного вылова по всем видам крабов на 2013 г.* Нет оснований сомневаться, что дополнительная нагрузка ННН-промысла касалась и крабов Приморья, а недоосвоение рекомендуемых к изъятию величин ОДУ (табл. 1) явилось следствием снижения плотности скоплений промысловых самцов.

Таблица 1

Динамика ОДУ и официального вылова камчатского краба в подзоне Приморье за период с 2006 по 2023 г., тыс. т

Table 1

Dynamics of the total allowed catch value and official annual catch of red king crab in the Primorye fishing subzone in 2006–2023, 10^3 t

Год	ОДУ*	ОДУ**	Суммарный ОДУ	Суммарный вылов	Освоение, %
2006	0,181	0,050	0,231	0,071	30,7
2007	0,061	0,050	0,111	0,060	54,1
2008	0,025	0,050	0,075	0,067	89,3
2009	0,054	0,050	0,104	0,017	16,3
2010	0,025	0,003	0,028	0,014	50,0
2011	0,030	0,050	0,080	0,017	21,3
2012	0,100	0,580	0,680	0,494	72,6
2013	0,580	0,850	1,430	0,242	16,9
2014	0,569	0,455	1,024	0,404	39,5
2015	0,444	0,657	1,101	0,652	59,2
2016	0,330	0,245	0,575	0,237	41,2
2017	0,330	0,245	0,575	0,341	59,3
2018	0,277	0,245	0,522	0,246	47,1
2019	0,231	0,120	0,351	0,179	51,0
2020	–	–	0,133	0,064	48,1
2021	–	–	0,133	0,066	49,6
2022	–	–	0,133	0,066	49,6
2023	ОДУ под НИР		0,005	–	–

* Южнее мыса Золотого.

** Севернее мыса Золотого.

Подтверждением этому служат данные научного мониторинга на судах-ловушечниках, полученные из района севернее мыса Золотого с 2009 по 2020 г. (рис. 6). С 2013 г., когда улов на усилие был максимальным — 0,70 экз./лов., этот показатель стал резко уменьшаться и к 2018 г. сократился в 10 раз, до 0,07 экз./лов.

Начиная с 2007 г. стал наблюдаться устойчивый рост промыслового запаса камчатского краба подзоны Приморье, который к 2012 г. достиг 8,213, а к 2013 г. своего максимума — 14,279 тыс. т (табл. 1)**. Эта величина превысила уровень, при котором проводилось промышленное изъятие камчатского краба в дозапретный период, и послужила основанием для подготовки биообоснования на снятие запрета промысла начиная с 2013 г. Согласно приказу Росрыболовства № 785 от 21 октября 2013 г. с ноября 2013 г. запрет в связи с восстановлением запасов был снят. Суммар-

* Крабы–2015 (путинный прогноз), 2015.

** Состояние промысловых ресурсов..., 2012; Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. Прогноз общего вылова гидробионтов на 2014 год. Владивосток, 2013. 352 с.

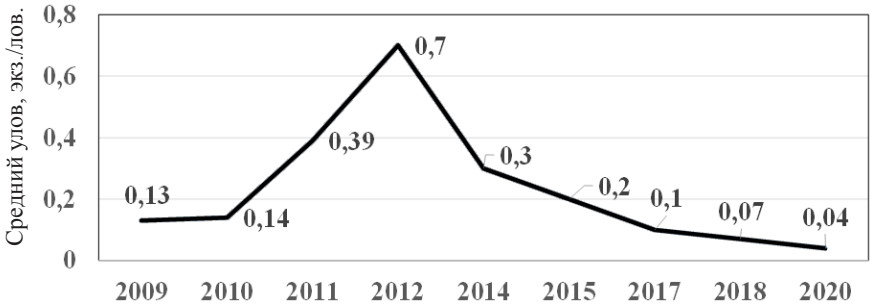


Рис. 6. Динамика средних уловов промысловых самцов камчатского краба в подзоне Приморье, севернее мыса Золотого в 2009–2020 гг.

Fig. 6. Dynamics of the average catch of red king crab commercial males in the northern Primorye fishing subzone (to the north of Cape Zolotoy) in 2009–2020

ный ОДУ камчатского краба для подзоны Приморье на 2013 г. был обоснован на уровне 1,43 тыс. т (табл. 1).

Традиционно управление промыслом камчатского краба для подзоны Приморье выполнялось раздельно для Хабаровского и Приморского краев по условной разделительной линии к северу и к югу от мыса Золотого со вступления в силу изменений к Федеральному закону № 166-ФЗ от 20 декабря 2004 г. «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» стало необходимым обоснование единой величины ОДУ для камчатского краба подзоны Приморье.

По данным информационной системы «Рыболовство» в период 2000–2013 гг. во всей промысловой зоне Приморье при проведении промышленного лова отмечалось недоосвоение рекомендуемых к изъятию величин ОДУ, особенно в 2003–2005 гг., а также и в 2011 и 2013 гг.*

В дальнейшем проведенные в подзоне Приморье траловые и ловушечные съемки показали, что плотность этого краба в скоплениях продолжала уменьшаться.

Воспроизводство камчатского краба

Продуктивность популяций краба зависит от благоприятных условий воспроизводства на ранних стадиях развития, обеспечивающих формирование урожайности поколений. В системе воспроизводства высокопродуктивных крабовых популяций самым ответственным является наличие благоприятных условий для жизни донных постличиночных стадий [Родин, 1985; Федосеев, Родин, 1986; Левин, 2001]. Неудивительно, что до оседания на субстрат и метаморфоза в донную форму доживает лишь ничтожная часть личинок донных беспозвоночных. Успешное воспроизводство обеспечивают рождение полноценного потомства, рост численности и пространственное расширение вида и популяции [Милейковский, 1976].

У берегов Приморья и Сахалина идеальным субстратом для оседания личинок камчатского краба служит красная водоросль анфельция. По сообщению И.Г. Закса [1936], специалисты промыслово-биологической станции ТИНРО на о. Петрова точно установили массовое скопление мальков Paralithodes в зарослях Ahnfeltia в районе бухты Андреева Уссурийского залива. Впервые на этот факт указал А.П. Веденский [Закс, 1936], обнаруживший раннюю молодь в апреле в 1932 г. на глубине 8–10 м. По мере подрастания мальки перемещались глубже и в сентябре держались в зарослях Ahnfeltia на глубине 24 м. В 1933 г. скопления мальков были обнаружены в зал. Стрелок Уссурийского залива на глубине около 30 м, на зарослях гидроида Obelia [Закс, 1936].

* Состояние промысловых ресурсов. Прогноз..., 2004; Состояние промысловых ресурсов..., 2012.

По сообщению М.В. Суховеевой и Л.Г. Богдановой [1970], среди зарослей анфельции обитают различные организмы, в том числе сеголетки камчатского краба *Paralithodes camtschaticus*, которые весной (май) и осенью (сентябрь) представлены в основном одними и теми же видами, но большее их количество отмечается в сентябре.

Сообщества неприкрепленной *Ahnfeltia tobuchiensis* в зал. Петра Великого являются относительно самостоятельной структурной и функциональной единицей экосистемы. Пласт анфельции способствует насыщению воды кислородом, повышая его продуктивность, и служит субстратом для оседания личинок многих беспозвоночных, которые попадают в пласт под действием подповерхностных течений. В бухтах Баклан и Перевозной, в прол. Старка и в Уссурийском заливе от бухты Подъяпольского до мыса Голого — во всех районах залегания анфельции постоянно встречается молодь камчатского краба [Челышева, 1955; Жильцова, 2012]. Большая степень обрастания водоросли наряду с задерживающейся в пласте органикой создают для обитателей пласта благоприятные кормовые условия, а спутанные между собой талломы являются надежным укрытием от хищников на ранних стадиях развития [Некрасов, 2001; Жильцова, 2012; Жильцова, Приходченко, 2017].

По наблюдениям специалистов-альгологов ТИНРО составлена таблица мест, сроков и плотности скоплений (на 1 м^2 поверхности или в 1 кг пласта водоросли) обнаруженной молоди камчатского краба в зарослях анфельции на акваториях зал. Петра Великого (табл. 2).

Таблица 2

Места, сроки и плотность скоплений молоди камчатского краба в зал. Петра Великого

Table 2

Location, timing and density of the red king crab juveniles in Peter the Great Bay

Год	Место скоплений	Глубина, м	Плотность	Число наблюдений
2001 г. (август, сентябрь)	Прол. Старка	14–16	1–6 экз./м^2	6 станций
2001 г. (сентябрь)	Бухта Баклан	26–28 18	48–76 экз./кг анфельции 1–4 экз./кг анфельции	2 станции
2005 г. (ноябрь)	Прол. Старка	18	4 экз./кг анфельции	1 станция
2005 г.	У о. Кроличьего	17–20	Шары молоди	Диаметр до 1 м
2006 г.	У о. Верховского	~20	В ловушках	Молодь на анфельции

В табл. 2 приведены также сообщения водолазов о шарообразных скоплениях молоди. Особи размером 2–6 см, которые уже переросли возможность укрываться в естественной среде, в частности в зарослях морских трав и сесильного бентоса, но в то же время еще малы, чтобы в одиночку защищаться от хищников, образуют массовые скопления. Такие шарообразные скопления (подинги) описаны для многих популяций камчатского краба как одна из форм коллективной защиты молоди от хищников. До достижения половозрелости (10–12 см по ширине карапакса) молодь крабов не участвует в сезонных миграциях со взрослыми особями, незначительно передвигаясь по акватории мелководья в поисках пищи [Виноградов, 1941; Клитин, 1990; Григорьева, Федосеев, 2000; Павлов, 2003].

Данные о скоплениях немигрирующей молоди камчатского краба на субстратах водорослей и сесильного бентоса, а также о периодах агрегации молоди на жестких грунтах как коллективной защиты от нападения хищников отрывочны, поскольку систематических наблюдений за динамикой плотности скоплений молоди камчатского краба в естественной среде в водах Приморья, к сожалению, не проводилось. Однако учет состояния динамики плотности скоплений немигрирующей молоди крабов важен и для долгопериодного прогнозирования пополнения запаса промысловых популяций крабов, и для обоснования введения мероприятий по сохранению основных ее концентраций от негативного влияния тралового промысла и в целом от загрязнения прибрежных вод.

В 1994–1997 и 2000–2001 гг. величина промысловых запасов камчатского краба в подзоне Приморье составляла около 22–25 тыс. т. Позже промысловые запасы стали резко снижаться и в 2002 г. севернее мыса Золотого не превышали 7,0 тыс. т, а южнее мыса Золотого были менее 0,5 тыс. т (см. рис. 4).

Открытие промысла после третьего запрета повлекло за собой значительную нагрузку на популяцию камчатского краба. Как в южной, так и в северной частях подзоны Приморье с 2013 по 2022 г. наметилось снижение плотности скоплений. В этот период во всей подзоне Приморье при проведении промышленного лова официально отмечалось недоосвоение рекомендуемых к изъятию величин ОДУ, в объемах от 16,9 до 59,3 % (см. табл. 1). Такое недоосвоение могло быть обусловлено низкими среднесуточными уловами, не позволяющими судам работать рентабельно.

Одновременно со снижением промыслового запаса начиная с 2013 г. наблюдается сокращение количества пререкрутов 1- и 2-го порядков севернее мыса Золотого (рис. 7). В 2015 г. южнее мыса Золотого численность пререкрутов достигла минимальных значений: пререкрутов 1-го порядка — 0,04 млн экз., 2-го порядка — 0,01 млн экз., а в 2017 г. понизилась до 0,02 млн экз. для обеих групп. В 2018–2022 гг. по данным ловушечной съемки их численность немного увеличилась (рис. 7, А). На участках севернее мыса Золотого увеличения численности пополнения в последнее десятилетие тоже не наблюдалось (рис. 7, Б).

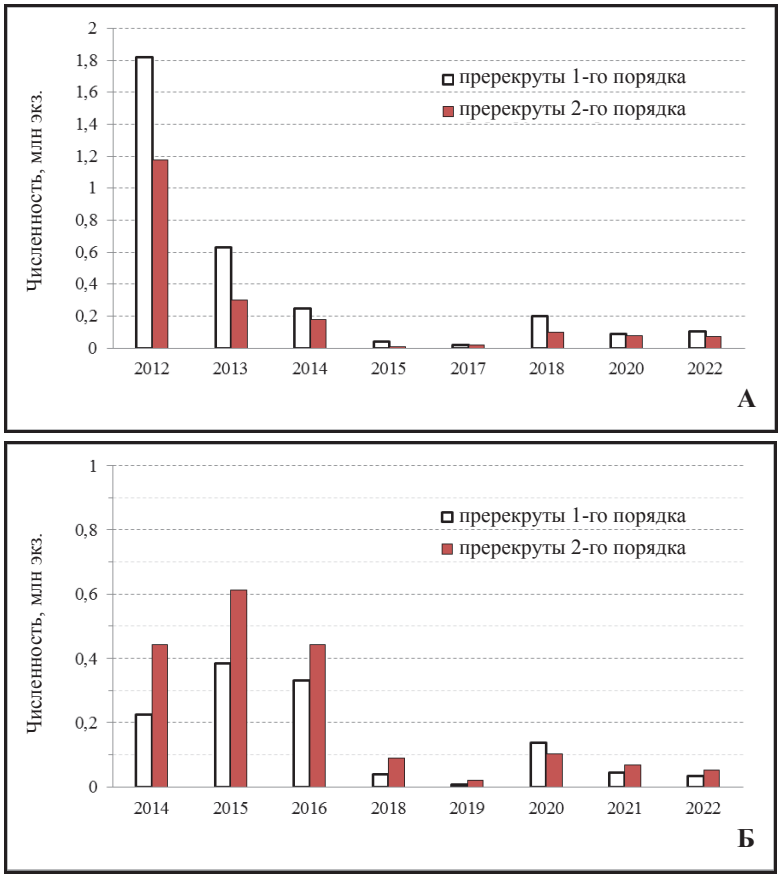


Рис. 7. Динамика численности пререкрутов 1- и 2-го порядков камчатского краба в подзоне Приморье южнее (**А**) и севернее мыса Золотого (**Б**) по данным ловушечных съемок

Fig. 7. Dynamics of the number for pre-recruits (1st and 2nd orders) of red king crab in the Primorye fishing subzone southward (**A**) and northward of Cape Zolotoy (**Б**), by the trap surveys data

По данным учетных съемок, выполненных с начала нового века, существенно менялось соотношение функциональных групп промысловых самцов, самок и непромысловых самцов. Доля промысловых самцов, как видно из данных табл. 3, изменялась от 42,8 % в 2011 г. до 1,6 % в 2022 г., более чем в 25 раз (по данным траловой съемки НИС «Дмитрий Песков» в 2022 г.). По той же съемке в зал. Петра Великого доля промысловых самцов составила всего 1,1 %.

Таблица 3

Показатели плотности скоплений камчатского краба в подзоне Приморье в 1988−2022 гг., %

Table 3

Indices of distribution density for red king crab in the Primorye fishing subzone in 1988–2022, %

Год	Функциональные группы		
	Самцы < 150 мм	Самки	Самцы ≥ 150 мм
1988	24,2	36,7	39,1
1994	15,5	53,1	31,4
1997	40,2	49,5	10,2
1999	26,1	47,1	26,8
2000	61,5	33,2	5,3
2004	49,9	44,4	5,7
2009	46,9	45,8	7,3
2010	35,0	39,0	39,0
2011	29,8	27,4	42,8
2012	42,8	29,8	27,4
2014	10,2	80,5	9,3
2016	38,8	50,4	10,9
2018	14,8	82,2	3,0
2022	51,4	46,9	1,6

Вследствие изъятия половозрелых самцов в период 2000–2009 и 2018–2022 гг. начал образовываться их дефицит, их доля понижалась соответственно до 5,3–7,3 и 3,0–1,6 % (табл. 3).

Снижение доли крупных самцов, играющих важную роль в репродуктивном процессе, приводит к увеличению доли половозрелых самок, не участвующих в нересте [Лысенко, 2001; Павлов, Тальберг, 2001]. По данным траловой съемки, выполненной в мае-июне 2022 г., доли особей, успешно отнерестовавших — ИН и ИФ, — равны соответственно 9,3 и 3,6 % (рис. 8). Как видно на рис. 8, доля половозрелых самок БИ, нерест которых пропущен, составила 84,9 %. Важно отметить, что период выклева личинок и спаривания камчатского краба к маю-июню уже практически закончился, доля самок в стадии ЛВ минимальна — 1,3 %. Следовательно, можем констатировать, что нерестовый цикл рассматриваемого участка популяции в 2022 г. нарушен.

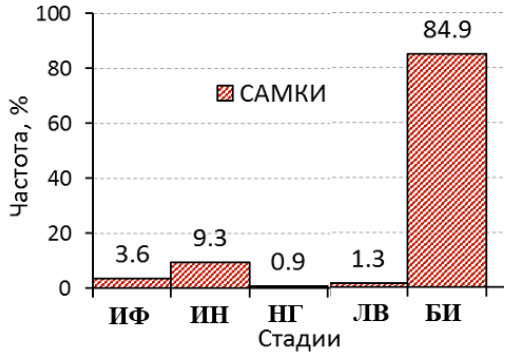


Рис. 8. Соотношение стадий нерестового цикла камчатского краба в подзоне Приморье южнее мыса Золотого по данным траловой съемки, выполненной в мае-июне 2022 г.: *ИФ* — икра фиолетовая; *ИН* — икра новая; *НГ* — новый глазок; *ЛВ* — личинки выпущены; *БИ* — не имеющих наружной икры

Fig. 8. Ratio of the stages of reproduction cycle for red king crab in the Primorye fishing subzone to the south of Cape Zolotoy, by the data of trawl survey conducted in May-June 2022. The condition of the eggs: *ИФ* — purple eggs; *ИН* — new eggs; *НГ* — new eye; *ЛВ* — larvae released; *БИ* — no external eggs

Таким образом, биопродукционный потенциал камчатского краба в подзоне Приморье южнее мыса Золотого в последние годы реализуется не в полном объеме, а увеличение доли половозрелых самок, не участвующих в нересте, является следствием диспропорции соотношения полов репродуктивных особей.

В 2020 г. промысловый запас камчатского краба в подзоне Приморье был оценен в 2,26 тыс. т, а к 2022–2023 гг. его уровень понизился почти до 1,50 тыс. т (см. табл. 1).

По данным НИР 2018–2022 гг. южнее мыса Золотого средние уловы на усилие промысловых самцов уменьшились до уровня 0,07–0,03 экз./лов. (рис. 9, А). Севернее мыса Золотого после 2012 г. синхронно с промысловым запасом отмечается сокращение среднего улова промысловых самцов на ловушку, достигшего в 2020 г. минимального значения за всю историю промысла — 0,04 экз./лов. (рис. 9, Б)*.

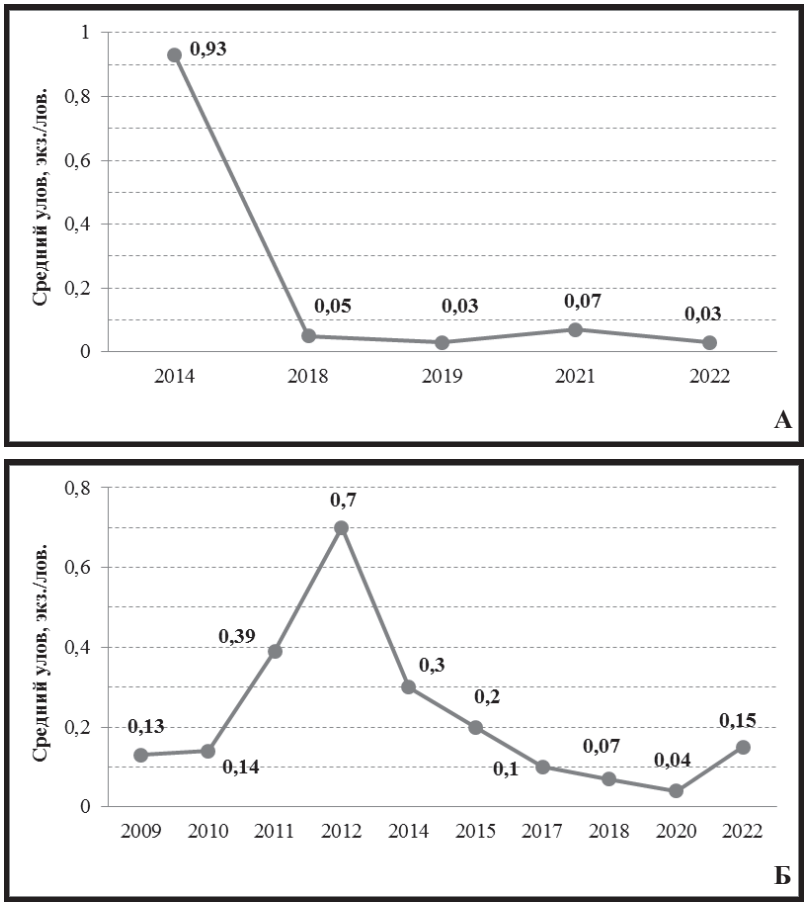


Рис. 9. Динамика средних уловов на усилие (экз./лов.) промысловых самцов камчатского краба в подзоне Приморье южнее (**А**) и севернее мыса Золотого (**Б**)

Fig. 9. Dynamics of average catch per unite effort (ind./catch) for commercial males of red king crab in the Primorye fishing subzone southward (**А**) and northward (**Б**) from Cape Zolotoy

Неуклонное снижение запаса в подзоне Приморье с 2013 г. (более чем в 10 раз) привело к очередному ограничению на промышленную добычу камчатского краба с 20 июня 2021 г. по 31 декабря 2022 г. (приказ Минсельхоза от 13 мая 2021 г. № 299),

* Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна: материалы к прогнозу общего вылова гидробионтов на 2020 г. Информационный помощник. Владивосток, 2020. 501 с.; Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна — 2022. Информационный помощник. Владивосток, 2022. 435 с.

т.е. введен 4-й временный запрет промысла (см. рис. 5), который позже продлен до 2025 г. С 2021 г. промышленный лов камчатского краба в подзоне Приморье был приостановлен. Таким образом, хватило всего нескольких лет интенсивного промысла, чтобы запасы камчатского краба сократились до необходимости введения очередного запрета его промысла.

Для построения прогнозного значения запаса на 2024 г. по материалам исследований, предшествующих 2023 г., были использованы оптимизированные параметры конечно-разностной модели с запаздыванием [Schnute, 1987]. Оценку прогнозируемой величины запаса получили в результате имитации динамики биомассы промыслового запаса на двухгодовую перспективу при заданном уровне промысловой нагрузки.

Результаты моделирования показывают, что сколько-нибудь значимое повышение биомассы запаса камчатского краба подзоны Приморье маловероятно. Расчетная оценка запаса в 2022 г. находится в доверительном интервале до 4,35 тыс. т, в среднем — 1,72 тыс. т (рис. 10).

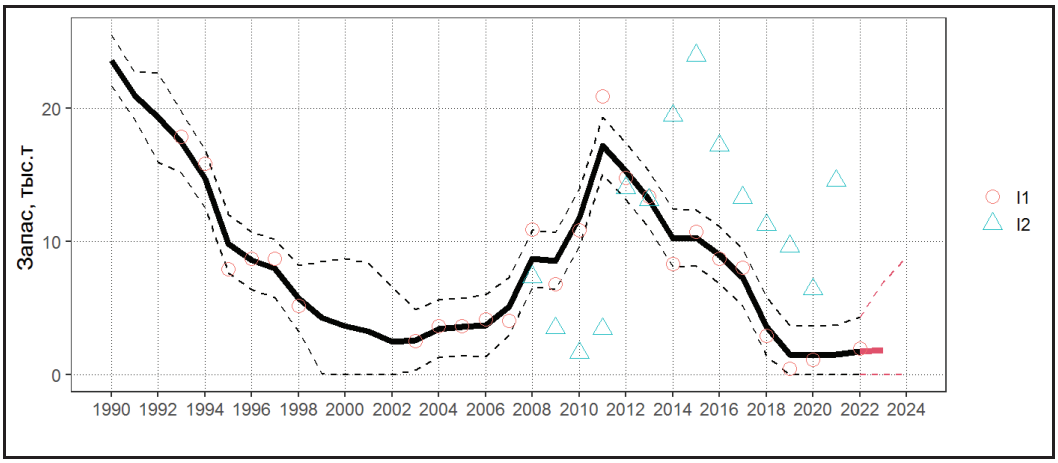


Рис. 10. Динамика запаса камчатского краба подзоны Приморье по данным моделирования: *I1* — оценки запаса по результатам траловых и ловушечных съемок; *I2* — индексы уловов по материалам промысловой статистики

Fig. 10. Dynamics of the red king crab stock in the Primorye fishing subzone modeled on the data of trawl and trap surveys (*I1*) and on the data of commercial fishery statistics (*I2*)

С 2015 г. состояние популяции камчатского краба в подзоне Приморье очень неустойчиво, имеет неуклонную тенденцию к снижению по всем показателям, находясь в последние годы на низком уровне, что требует продолжения сохранения уже принятых мер по регулированию промысла данного вида. Вероятность того, что биомасса окажется ниже граничного ориентира, оценена как P (B_2024 ≤ B_lim) = 0,33 (рис. 11).

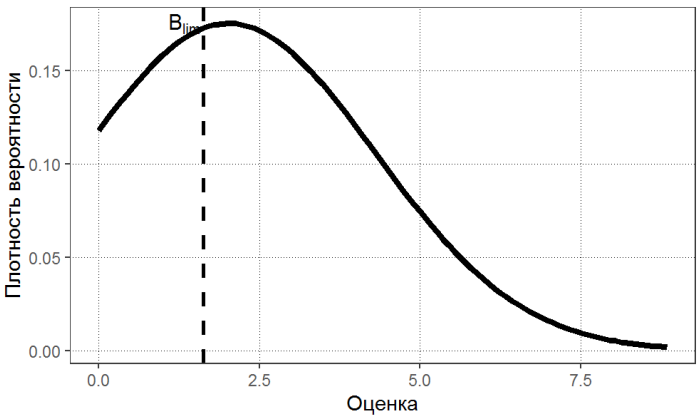


Рис. 11. Распределение ожидаемой в 2024 г. биомассы запаса камчатского краба подзоны Приморье

Fig. 11. Distribution of the red king crab biomass expected in the Primorye fishing subzone in 2024

Учитывая текущее состояние запаса камчатского краба, снятие запрета на промышленную добычу в настоящий момент нецелесообразно. Наиболее безопасным для популяции представляется возобновление промысла в том случае, когда ожидаемый запас будет не меньше 2,93 тыс. т [Буяновский и др., 2023]. В связи с этим промышленный лов камчатского краба в подзоне Приморье с 2021 г. приостановлен обоснованно.

Заключение

Массовый промысел камчатского краба и заготовка продукции из него стали развиваться в Японском море в начале XX века. В связи с переловом в предвоенные годы первый запрет его промысла в южном Приморье был установлен с 1938 по 1941 г.

В начале XX века величины ежегодного изъятия камчатского краба не ограничивались, поскольку такие рекомендации еще не были обоснованы. Конкретные разведанные скопления крабов облавливались до падения уровня рентабельности промысла, т.е. промысел был организован так, что не исключал возможности полного истощения естественных ресурсов крабов.

С началом Великой Отечественной войны роль краба в общей добыче биоресурсов значительно возросла. Было разрешено вылавливать и обрабатывать даже самок краба. Это разрешение в условиях зал. Петра Великого Приморья, где самки составляли 50–70 % улова краба, способствовало увеличению общих объемов его добычи. В дальнейшем уловы крабов в приморских водах понизились и в 1949 г. сократились до 0,7 тыс. т.

В связи с продолжающимся снижением запасов краба в Приморье с 1955 г. был введен второй запрет на 32 года (1955–1987), сказались последствия ежегодного губительного сетного промысла и вылова тралами.

В 1988 г. наблюдались наибольшие для послевоенного периода промысловые запасы камчатского краба — около 35 тыс. т. Высокие показатели состояния запаса камчатского краба в подзоне Приморье определили и обоснование величины ОДУ в 3,1 тыс. т на 1988 г. Продолжающаяся тенденция сокращения биологического состояния и плотности промысловых самцов послужила основанием для обоснования уменьшения общего допустимого улова (ОДУ) с 3,10 тыс. т в 1986 г. до 0,22 тыс. т в 1999 г.

Учитывая критическое состояние запасов камчатского краба, было подготовлено биологическое обоснование для закрытия его промысла с 2002 г. в подзоне Приморье к югу от 47°20′ с.ш., а с 2005 г. добыча краба была запрещена и севернее 47°20′ с.ш. Этот 3-й запретный период лова камчатского краба продолжался 10 лет, до 2012 г.

Четвертый запрет был введен в 2021 г. В целом для подзоны Приморье расчетная методами прямого учета промысловая биомасса камчатского краба на 2022 г. составляет 0,923 тыс. т, что ниже граничного ориентира, определенного для подзоны Приморье в 1,63 тыс. т при целевом ориентире 3,52 тыс. т. Учитывая снижение запасов камчатского краба ниже граничного ориентира и следуя правилам регулирования промысла, промышленный лов этих крабов-литодид в подзоне Приморье был приостановлен с 2021 по 2025 г.

Необходимо подчеркнуть, что комплексный запрет на промышленный лов крабов, введенный в 2002 г. в южной части подзоны Приморье, только через 10 лет дал положительные результаты, выразившиеся в росте промысловой численности крабов. Исходя из этого можно надеяться, что при восстановлении запасов в текущий запретный период перспективы краболовного промысла у берегов Приморья, по мнению специалистов, будут достаточно благоприятны, при условии отсутствия незаконной добычи. Темпы восстановления промыслового запаса шельфовых крабов-литодид в подзоне Приморье и время снятия запрета на промышленную добычу покажут современные результаты научно-исследовательских работ.

Таким образом, с начала прошлого века до 20-х гг. текущего неоднократно понижались общая численность, плотность скоплений и уловы на усилие промысловых самцов камчатского краба. На сокращение запасов крабов оказывали влияние про-

мышленный лов наряду со снижением контроля за реальным уровнем изъятия при существующем ННН-промысле, что приводило к необходимости применения крайних мер — введению временных запретов на промышленную добычу краба. В последние годы биопродукционный потенциал камчатского краба в подзоне Приморье южнее мыса Золотого реализуется не в полном объеме, признаком чего является увеличение доли половозрелых самок, не участвующих в нересте на фоне диспропорции соотношения полов репродуктивных особей.

К сожалению, приходится признать, что применяющиеся в настоящее время природоохранные меры явно недостаточны и браконьерский лов краба продолжается, довольно часто отмечаются случаи вылова самок краба и его самцов-пререкрутов, которые иногда составляют более половины незаконного вылова. Более того, были зафиксированы случаи нахождения на борту браконьерских судов продукции из икры камчатского краба. Подтверждением этому являются ответы специалистов ТИНРО на запросы природоохранных и правоохранительных органов по фактам различных правонарушений, связанных с незаконным промыслом камчатского краба, в том числе десятки биологических судебных экспертиз о его незаконном промысле.

Благодарности (ACKNOWLEGEMENTS)

Авторы искренне благодарны Л.В. Жильцовой за предоставленную информацию о количественной встречаемости молоди камчатского краба в полях анфельции, В.Н. Кобликову, подготовившему ретроспективную информацию о динамике состояния запасов крабов-литодид в переходный период с конца прошлого к началу нового веков. Авторы выражают глубокую признательность рецензентам, чьи конструктивные замечания в значительной мере способствовали повышению качества данной статьи.

The authors are sincerely grateful to L.V. Zhiltsova (TINRO) for quantitative data on occurrence of red king crab juveniles on fields of ahnfeltia red algae, and to V.N. Koblikov (TINRO) who prepared retrospective information on dynamics of stocks for lithodid crabs in the late 20 — early 21 centuries. Special thanks to anonymous reviewers, whose constructive comments have contributed greatly to improvement of the article quality.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы использования животных были соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for the use of animals were followed. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Введение, заключение и раздел «Современное состояние запаса камчатского краба подзоны Приморье» подготовлены А.Г. Слизкиным. Разделы «Особенности развития промысла камчатского краба в 40–50-е гг. XX века» и «Новые меры регулирования промысла» написаны А.Г. Слизкиным, О.Ю. Борилко и И.С. Черниенко. Разделы «Воспроизводство камчатского краба» и «Современное состояние запаса камчатского краба подзоны Приморье» подготовлены Е.Э. Борисовцом, И.С. Черниенко, О.Ю. Борилко и О.Б. Ткачевой.

Introduction, conclusion and the section on current state of the red king crab stock were prepared by A.G. Slizkin, personally. The sections on development of the red king crab fishery in the 1940–1950s and on new measures of the crab fishery regulation were prepared

by A.G. Slizkin together with O.Yu. Borilko and I.S. Chernienko. The sections on reproduction of red king crab and on current state of the red king crab stock were prepared by E.E. Borisovets, I.S. Chernienko, O.Yu. Borilko, and O.B. Tkacheva.

Список литературы

Алексин М.С. Современное положение рыбной промышленности на Дальнем Востоке и ее ближайшие перспективы // Рыбные и пушные богатства Дальнего Востока. — Владивосток : Научпромбюро Дальрыбохоты, 1923. — С. 3–133.

Борщан В.П. Применение ловушек на промысле крабов // Рыб. хоз-во. — 1975. — № 3. — С. 54–55.

Бочаров Л.Н., Жук А.П., Максимович А.Л., Мизюркин М.А. Формирование результативной экономики промысла маломерным судном в заливе Петра Великого // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 159. — С. 378–391.

Буяновский А.И., Алексеев Д.О., Сологуб Д.О., Бизиков В.А. Динамика запасов и регулирование промысла крабов в морях России : моногр. — М. : ВНИРО, 2023. — 324 с.

Виноградов Л.Г. Камчатский краб : моногр. — Владивосток : ТИНРО, 1941. — 94 с.

Воробьев В.П., Воробьева А.И. Что нужно знать рыбаку о крабе. — Владивосток : ТИНРО, 1944. — 23 с.

Вылегжанин А.Н., Зиланов В.К. Международно-правовые основы управления морскими живыми ресурсами: Теория и документы : учеб. пособие. — М. : Экономика, 2000. — 598 с.

Глушко О.А., Городничая А.Н. История развития законодательства о рыболовстве // Право и государство: теория и практика. — 2021. — № 9(201). — С. 74–76. DOI: 10.47643/1815-1337_2021_9_74 УДК 349.6.

Григорьева Н.И., Федосеев В.А. О воспроизводстве камчатского краба в южном Приморье // Вестн. ДВО РАН. — 2000. — № 1. — С. 68–73.

Долженков В.Н., Кобликов В.Н. Современное состояние западнокамчатской популяции камчатского краба и перспективы ее промыслового освоения // 7-я Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова) : тез. докл. — М. : ВНИРО, 2006. — С. 73–74.

Жильцова Л.В. К вопросу сохранения видового состава сообщества анфельции тобучинской в условиях промысла (залив Петра Великого, Японское море) // Тез. докл. Второй междунар. науч.-практ. конф. «Биоразнообразие и устойчивое развитие». — Симферополь, 2012. — С. 362–364.

Жильцова Л.В., Приходченко А.В. Межгодовая динамика некоторых модельных видов организмов в пласте анфельции пролива Старка (залив Петра Великого, Японское море) // Дальневосточные моря и их бассейны: биоразнообразие, ресурсы, экологические проблемы : сб. мат-лов Второй Всерос. конф. с междунар. участием, приуроченная к году экологии в России. — Владивосток : ДВФУ, 2017. — С. 29–31.

Жук А.П. Прибрежные предприятия Приморья // Рыб. хоз-во. — 2001. — № 1. — С. 18.

Закс И.Г. Биология и промысел краба (Paralithodes) в Приморье // Вестн. ДВФАН СССР. — 1936. — № 18. — С. 49–80.

Закс И.Г. Морские беспозвоночные Дальнего Востока : Краткий справочник. — Хабаровск : Дальгиз, 1933. — 114 с.

Калчугин П.В., Соломатов С.Ф., Кобликов В.Н. Современное состояние рыболовства в подзоне Приморье и его перспективы // Рыб. хоз-во. — 2015. — № 2. — С. 49–54.

Клитин А.К. К плодовитости камчатского краба (*Paralithodes camtschatica* Tilesius) у юго-западного побережья Сахалина // Экология, миграции и закономерности распределения морских промысловых объектов, функционирование морских экосистем и антропогенное воздействие на них : тез. докл. конф. молодых ученых ТИНРО. — Владивосток : ТИНРО, 1990. — С. 22–23.

Клитин А.К. Камчатский краб шельфовой зоны о-ва Сахалин (литературный обзор, история промысла, пространственная и функциональная структура популяций) // Вестн. Сахалинского музея. — 1996. — № 3. — С. 324–342.

Кобликов В.Н. Крабы Приморья: ретро и перспективы промысла // Рыб. хоз-во. — 2011. — № 5. — С. 48–51.

Кобликов В.Н., Мирошников В.В. Камчатский краб в южной части промзоны Приморья: история промысла и современное состояние запасов // Приморье — край рыбацкий : мат-лы науч.-практ. конф. — Владивосток : ТИНРО-Центр, 2002. — С. 16–22.

Кривобок М.Н. Некоторые данные о траловом промысле в заливе Петр Великий // Соц. реконструкция рыбн. хоз-ва Дальнего Востока. — 1931. — № 11–12. — С. 107–114.

Курмазов А.А. Прибрежное рыболовство Приморья — особенности развития // Изв. ТИНРО. — 2000. — Т. 127. — С. 3–19.

Лаврентьев М.М. О состоянии запасов камчатского краба у западного побережья Камчатки // Рыб. хоз-во. — 1963. — № 7. — С. 19–25.

Лаврентьев М.М. Численность самок камчатского краба у западного побережья Камчатки // Тр. ВНИРО. — 1969. — Т. 65. — С. 378–381.

Левин В.С. Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*. Биология, промысел, воспроизводство : моногр. — СПб. : Ижица, 2001. — 198 с.

Лысенко В.Н. Особенности линьки камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) на западнокамчатском шельфе // Исследования биологии промысловых ракообразных и водорослей морей России : сб. науч. тр. — М. : ВНИРО, 2001. — С. 111–119.

Макоедов А.Н., Кожемяко О.Н. Основы рыбохозяйственной политики России : моногр. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2007. — 480 с.

Мандрик А.Т. История рыбной промышленности российского Дальнего Востока (50-е годы XVII в. — 20-е годы XX в.). — Владивосток : Дальнаука, 1994. — 192 с.

Масленников С.И., Кашин И.А., Левин В.С. Промысел и воспроизводство камчатского краба у берегов Приморья // Вестн. ДВО РАН. — 1999. — № 3. — С. 100–106.

Милейковский С.А. Типы личиночного развития морских донных беспозвоночных, их распространенность и экологическая обусловленность: критическая переоценка существующих схем // Тр. ИОАН СССР. — 1976. — Т. 105. — С. 214–248.

Моисеев П.А. Некоторые данные по биологии и промыслу камбал залива Петра Великого // Изв. ТИНРО. — 1946. — Т. 22. — С. 75–184.

Навозов-Лавров Н.П. Материалы по этологии и промыслу краба в заливе Петра Великого // Производительные силы Дальнего Востока. — Владивосток, 1927. — Вып. 4: Животный мир. — С. 181–211.

Некрасов Д.А. Сравнительная характеристика продукционных показателей поселений *Ahnfeltia tobuchiensis* залива Петра Великого : автореф. … канд. биол. наук. — 2001. — 25 с.

Павлов В.Я. Жизнеописание краба камчатского *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1885) : моногр. — М. : ВНИРО, 2003. — 110 с.

Павлов В.Я., Тальберг Н.Б. К оценке современного состояния западнокамчатской популяции камчатского краба Paralithodes camtschaticus (Tilesius) // Исследования биологии промысловых ракообразных и водорослей морей России. — М. : ВНИРО, 2001. — С. 98–110.

Родин В.Е. Некоторые черты биологии и особенности распределения скоплений камчатского краба у западного побережья Камчатки // Изв. ТИНРО. — 1967. — Т. 61. — С. 243–254.

Родин В.Е. О новых орудиях лова краба у западной Камчатки // Рыб. хоз-во. — 1966. — № 5. — С. 86–88.

Родин В.Е. Пространственная и функциональная структура популяций камчатского краба // Изв. ТИНРО. — 1985. — Т. 110. — С. 86–97.

Родин В.Е., Кобликов В.Н., Долженков В.Н., Слизкин А.Г. Динамика биологического состояния и временные меры регулирования промысла камчатского краба // Рыб. хоз-во. — 1996. — № 4. — С. 43–45.

Сиваков Д.О. Правовое регулирование рыболовства в России и за рубежом // Экологическое право. — 2013. — № 5. — С. 30–36.

Слизкин А.Г. Дальневосточные крабы в Баренцевом море — один эпизод истории акклиматизации // ТИНРО 80 лет (1925–2005). Воспоминания о людях, их судьбах и минувших событиях. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. — С. 297–302.

Слизкин А.Г., Кобликов В.Н., Долженков В.Н. и др. Камчатский краб (*Paralithodes camtschatica*) западнокамчатского шельфа: биология, распределение, динамика численности // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 409–431.

Слизкин А.Г., Сафронов С.Г. Промысловые крабы прикамчатских вод : моногр. — Петропавловск-Камчатский : Северная Пацифика, 2000. — 180 с.

Суховеева М.В., Богданова Л.Г. Распределение и современное состояние запасов анфельции в зал. Петра Великого // Изв. ТИНРО. — 1970. — Т. 74. — С. 210–220.

Федосеев В.Я., Родин В.Е. Воспроизводство и формирование популяционной структуры камчатского краба // Динамика численности промысловых животных дальневосточных морей. — Владивосток : ТИНРО, 1986. — С. 35–46.

Харичков В.К. К вопросу о добыче краба ловушками // Рыб. хоз-во. — 1969. — № 3. — С. 43–45.

Челышева Э.А. Обрастания анфельции в зал. Петра Великого (предварительное сообщение) // Изв. ТИНРО. — 1955. — Т. 43. — С. 69–77.

Brandt P. Krebse // Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844 / A.Th.v. Middendorff. B. 11: Zoologie, Th. 1. — St. Petersburg, 1851. — S. 79–148.

Schnute J.T. A general fishery model for a size-structured fish population // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1987. — Vol. 44, № 1980. — P. 924–940.

References

Aleksin, M.S., Current status of the fishing industry in the Far East and its immediate prospects, *Rybnyye i pushnyye bogatstva Dal'nego Vostoka* (Fish and fur resources of the Far East), Vladivostok: Nauchprombyuro Dalrybokhoty, 1923, pp. 3–133.

Borshchan, V.P., Use of traps in crab fishing, *Rybn. Khoz.*, 1975, no. 3, pp. 54–55.

Bocharov, L.N., Zhuk, A.P., Maksimovich, A.L., and Mizyurkin, M.A., Effective economy development for the small boat fishery in Peter the Great Bay, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2009, vol. 159, pp. 378–391.

Buyanovsky, A.I., Alekseev, D.O., Sologub, D.O., and Bizikov, V.A., *Dinamika zapasov i regulirovaniye promysla krabov v moryakh Rossi* (Dynamics of stocks and regulation of crab fisheries in the seas of Russia), Moscow: VNIRO, 2023.

Vinogradov, L.G., *Kamchatskii krab* (Red King Crab), Vladivostok: TINRO, 1941.

Vorobyov, V.P. and Vorobyeva, A.I., . *Chto nuzhno znat' rybaku o krabe* (What a fisherman needs to know about crab), Vladivostok: TINRO, 1944.

Vylegzhanin, A.N. and Zilanov, V.K., *Mezhdunarodno-pravovyye osnovy upravleniya morskimi zhivymi resursami: Teoriya i dokumenty* (International legal foundations for the management of marine living resources: Theory and documents), Moscow: Economica, 2000.

Glushko, O.A. and Gorodnichaya, A.N., The history of the development of legislation on fishing, *Law and state: theory and practice*, 2021, vol. 9, no. 201, pp. 74–76. doi 10.47643/1815-1337_2021_9_74 UDC 349.6

Grigorieva, N.I. and Fedoseyev, V.A., On the reproduction of the Kamchatka crab in southern Primorye, *Vestn. Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 2000, no. 1, pp. 68–73.

Dolzhenkov, V.N. and Koblikov, V.N., Current state of the West Kamchatka population of the Kamchatka crab and prospects for its commercial development, in *Tezisy dokl. 7 Vseros. konf. po promyslovym bespozvonochnym (pamyati B.G. Ivanova)* (Proc. 7th All-Russ. Conf. Commer. Invertebr. (Commem. B.G. Ivanov)), Moscow: VNIRO, 2006, pp. 73–74.

Zhiltsova, L.V., On the issue of preserving the species composition of the community of *Ahnfeltia tobuchinensis* under fishing conditions (Peter the Great Bay, Sea of Japan), in *Tezisy dokl. Vtoroy mezhdunar. nauchno-prakt. konf. «Bioraznoobraziye i ustoychivoye razvitiye»* (Proc. Second Intern. Sci.-Pract. Conf. "Biodiversity and sustainable development"), Simferopol, 2012, pp. 362–364.

Zhiltsova, L.V. and Prihodchenko, A.V., The interannual dynamics of certain types of field *Ahnfeltia tobuchiensis* in the Stark Strait (Japan Sea), in *Sb. mater. Vtoroy Vseross. konf. mezhdunar. uchastiyem, priurochennaya k godu ekologii v Rossii "Dal'nevostochnyye morya i ikh basseyny: bioraznoobraziye, resursy, ekologicheskiye pro blemy"* (Proc. Second All-Russ. conference with international participation, dedicated to the Ecology Year in Russia "The Far Eastern Seas and their basins: biodiversity, resources, environmental problems"), Vladivostok: Far Eastern Federal University, 2017, pp. 29–31.

Zhuk, A.P., Coastal enterprises of Primorye, *Rybn. Khoz.*, 2001, no. 1, pp. 18.

Zaks, I.G., The Biology and the Catching of the Crab (Paralithodes) in the Maritime Province, *Vestn. Dal'nevost. Fil. Akad. Nauk SSSR*, 1936, no. 18, pp. 49–80.

Zaks, I.G., *Morskiye bespozvonochnyye Dal'nego Vostoka: Kratkiy spravochnik* (Marine invertebrates of the Far East: Brief reference book), Khabarovsk: Dalgiz, 1933.

Kalchugin, P.V., Solomatov, C.F., and Koblikov, V.N., The present fishery state and future prospect of Primorye Region, *Rybn. Khoz.*, 2015, no. 2, pp. 49–54.

Klitin, A.K., On the fecundity of the Kamchatka crab (*Paralithodes camtschatica* Tilesius) off the southwestern coast of Sakhalin, in *Tezisy dokl. konf. molodykh uchenykh TINRO "Ekologiya, migratsii i zakonomernosti raspredeleniya morskikh promyslovykh ob"yektov, funktsionirovaniye morskikh ekosistem i antropogennoye vozdeystviye na nikh"* (Proc. Conf. Young Sci. of TINRO "Ecology, migrations and distribution patterns of marine commercial fisheries, functioning of marine ecosystems and anthropogenic impact on them"), Vladivostok: TINRO, 1990, pp. 22–23.

Klitin, A.K., Kamchatka crab of the shelf zone of Sakhalin Island (literature review, history of fishing, spatial and functional structure of populations), *Vestn. Sakhalinskogo muzeia*, 1996, no. 3, pp. 324–342.

Koblikov, V.N., Crabs of Primorye shelf: retro- and perspectives of fishery retrospect and prospects of fishing, *Rybn. Khoz.*, 2011, no. 5, pp. 48–51.

Koblikov, V.N. and Miroshnikov, V.V., Kamchatka crab in the southern part of the industrial zone of Primorye: history of fishing and current state of stocks, in *Mater. nauchno-prakt. konf. "Primor'ye — kray rybatskiy"* (Proc. Sci.-Pract. Conf. "Primorye — a fishing region"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2002, pp. 16–22.

Krivobok, M.N., Some data on trawl fishing in Peter the Great Bay, *Sots. rekonstruktsiya rybn. khoz-va Dal'nego Vostoka* (Social reconstruction of the fisheries of the Far East), 1931, no. 11–12, pp. 107–114.

Kurmazov, A.A., Coastal fisheries of Primorye: development features, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2000, vol. 127, pp. 3–19.

Lavrentiev, M.M., On the status of stocks of Kamchatka crab off the west coast of Kamchatka, *Rybn. Khoz.*, 1963, no. 7, pp. 19–25.

Lavrentiev, M.M., The number of Kamchatka crab females off the west coast of Kamchatka, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1969, vol. 65, pp. 378–381.

Levin, V.S., *Kamchatskiy krab Paralithodes camtschaticus. Biologiya, promysel, vosproizvodstvo* (Kamchatka crab *Paralithodes camtschaticus*. Biology, industry, reproduction), St. Petersburg: Izhitsa, 2001.

Lysenko, V.N., Features of molting Kamchatka crab (*Paralithodes camtschaticus*) on the Western Kamchatka shelf, in *Issledovaniya biologii promyslovykh rakoobraznykh i vodorosley morey Rossii* (Studies of the biology of commercial crustaceans and algae of the seas of Russia), Moscow: VNIRO, 2001, pp. 111–119.

Makoedov, A.N. and Kozhemyako, O.N., *Osnovy rybokhozyaystvennoy politiki Rossii* (The Principles of fishery policy in Russian Federation), Moscow: Natsionalnye Rybnye Resursy, 2007.

Mandrik, A.T., *Istoriya rybnoy promyshlennosti rossiyskogo Dal'nego Vostoka (50-ye gody XVII v. — 20-ye gody XX v.)* (History of the fishing industry of the Russian Far East (1650s — 1620s)), Vladivostok: Dalnauka, 1994.

Maslennikov, S.I., Kashin, I.A., and Levin, V.S., Fishery and reproduction of red king crab at Primorye coast, *Vestn. Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk*, 1999, no. 3, pp. 100–106.

Mileikovsky, S.A., Types of larval development in marine bottom invertebrates, their distribution and ecological dependence: a critical re-evaluation of the existing schemes, *Tr. Inst. Okeanol. im. P.P. Shirshova, Akad. Nauk SSSR*, 1976, vol. 105, pp. 214–248.

Moiseev, P.A., Some facts of biology and fishery of the flattish of Peter the Great Bay, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1946, vol. 22, pp. 75–184.

Navozov-Lavrov, N.P., Materials on ecology and crab fishing in Peter the Great Bay, in *Proizvoditel'nyye sily Dal'nego Vostoka* (Productive forces of the Far East), Vladivostok, 1927, no. 4: Animal world, pp. 181–211.

Nekrasov, D.A., Comparative characteristics of production indicators of *Ahnfeltia tobuchiensis* settlements in Peter the Great Bay, *Extended Abstrac of Cand. Sci. (Biol.)*, 2001.

Pavlov, V.Ya., *Zhizneopisaniye kraba kamchatskogo Paralithodes camtschaticus (Tilesius, 1885)* (Biography of the Kamchatka crab *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1885)), Moscow: VNIRO, 2003.

Pavlov, V.Ya. and Talberg, N.B., On the assessment of the current state of the West Kamchatka population of the Kamchatka crab Paralithodes camtschaticus (Tilesius), in *Issledovaniya biologii promyslovykh rakoobraznykh i vodorosley morey Rossii* (Studies of the biology of commercial crustaceans and algae of the seas of Russia), Moscow: VNIRO, 2001, pp. 98–110.

Rodin, V.E., Some features of biology and distribution characteristics of Kamchatka crab aggregations off the western coast of Kamchatka, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1967, vol. 61, pp. 243–254.

Rodin, V.E., On new gear for catching crab in western Kamchatka, *Rybn. Khoz.*, 1966, no. 5, pp. 86–88.

Rodin, V.E., Spatial and functional structure of king crab population, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1985, vol. 110, pp. 86–97.

Rodin, V.E., Koblikov, V.N., Dolzhenkov, V.N., and Slizkin, A.G., The dynamics of the biological state and temporary measures to regulate the fishing of the king crab, *Rybn. Khoz.*, 1996, no. 4, pp. 43–45.

Sivakov, D.O., Legal regulation of fishing industry in Russia and abroad, *Ekologicheskoye pravo*, 2013, no. 5, pp. 30–36.

Slizkin, A.G., Far Eastern crabs in the Barents Sea — one of the episodes of the history of acclimatization, in *TINRO 80 let (1925–2005 gg.). Vospominaniya o lyudyakh, ikh sud'bakh i minuvshikh sobytiyakh* (TINRO 80 years (1925–2005). Memories of people, their fates and past events), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2005, 297–302.

Slizkin, A.G., Koblikov, V.N., Dolzhenkov, V.N., Rodin, V.E., Mjasoedov, V.I., and Fedoseev, V.Ya., The Red King Crab (*Paralithodes camtschatica*) of West Kamchatka shelf: biology, distribution, dynamics of abundance, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2001, vol. 128, pp. 409–431.

Slizkin, A.G. and Safronov, S.G., *Promyslovye kraby prikamchatskikh vod* (Commercial Crabs of Kamchatkan Coastal Waters), Petropavlovsk-Kamchatsky: Severnaya Patsifika, 2000.

Sukhoveeva, M.V. and Bogdanova, L.G., Distribution and current state of Ahnfeltia reserves in Peter the Great Bay, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1970, vol. 74, pp. 210–220.

Fedoseev, V.Ya. and Rodin, V.E., Reproduction and formation of the Kamchatka crab population structure, in *Dinamika chislennosti promyslovykh zhivotnykh dal'nevostochnykh morei* (Dynamics of Abundance of Commercial Animals in the Far Eastern Seas), Vladivostok: TINRO, 1986, pp. 35–46.

Kharichkov, V.K., On the issue of catching crabs with traps, *Rybn. Khoz.*, 1969, no. 3, pp. 43–45.

Chelysheva, E.A., Fouling of Ahnfeltia in Peter the Great Bay (Preliminary announcement), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1955, vol. 43, pp. 69–77.

Brandt, P., Krebse, in *Reise in den äussersten Norden und Osten Sibiriens während der Jahre 1843 und 1844*, A.Th.v. Middendorff, B. 11: Zoologie, Th. 1, St. Petersburg, 1851, S. 79–148.

Schnute, J.T., A general fishery model for a size-structured fish population, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1987, vol. 44, no. 1980, pp. 924–940.

On the protection of Far Eastern marine fisheries and animal industries, in *Byul. Gl. upr. po rybolovstvu* (Bulletin of the Main Administration of Fisheries), 1923, no. 10, pp. 15–16.

Kraby–2015 (putinnyy prognoz) (Crabs–2015 (preseason forecast)), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2015.

Kraby–2020 (putinnyy prognoz) (Crabs–2020 (preseason forecast)), Vladivostok: TINRO, 2020.

Grigoriev, Yu.G., *DEEMPESHNIKI. Istoricheskiy ocherk* (DEEMPESHNIKI. Historical essay), Vladivostok — Anapa, 2015.

Snytko, V., The thorny path of trawling in the Far East, *Rybak Primor'ya*, 2007, Iss. 17(1331).

Duplyakov, A.P., Crab Fishing in the Far East: from the Japanese Monopoly to the Present Day, *Fishnews. Novosti rybolovstva*, 2012, no. 2(27), pp. 54–58. https://fishnews.ru/mag/articles/10171. Cited August, 2024.

Vozmozhnyye ulovy ryb, morskikh mlekopitayushchikh, bespozvonochnykh i vodorosley v 1970 g. (Potential catches of fish, marine mammals, invertebrates and algae in 1970).

Syr'yevaya baza rybnoy promyshlennosti dal'nevostochnogo basseyna i vozmozhnyye ulovy ryb, morskikh mlekopitayushchikh, bespozvonochnykh i vodorosley v 1971 g. (utochnennyye dannyye) (Raw material base of the fishing industry of the Far Eastern basin and possible catches of fish, marine mammals, invertebrates and algae in 1971 (revised data)), Vladivostok, 1971.

Syr'yevaya baza rybnoy promyshlennosti dal'nevostochnogo basseyna i vozmozhnyye ulovy ryb, morskikh mlekopitayushchikh, bespozvonochnykh i vodorosley v 1972 g. (Raw material base of the fishing industry of the Far Eastern basin and possible catches of fish, marine mammals, invertebrates and algae in 1972), Vladivostok, 1972.

Syr'yevaya baza rybnoy promyshlennosti dal'nevostochnogo basseyna i vozmozhnyye ulovy ryb, morskikh mlekopitayushchikh, bespozvonochnykh i vodorosley v 1973 g. (Raw material base of the fishing industry of the Far Eastern basin and possible catches of fish, marine mammals, invertebrates and algae in 1973), Vladivostok, 1973.

Syr'yevaya baza rybnoy promyshlennosti dal'nevostochnogo basseyna i vozmozhnyye ulovy ryb, bespozvonochnykh zhivotnykh, vodorosley i morskikh mlekopitayushchikh v 1981 godu (The raw material base of the fishing industry of the Far Eastern basin and possible catches of fish, invertebrates, algae and marine mammals in 1981), Vladivostok, 1980.

Syr'yevaya baza rybnoy promyshlennosti dal'nevostochnogo basseyna i vozmozhnyye ulovy ryb, bespozvonochnykh zhivotnykh, vodorosley i morskikh mlekopitayushchikh v 1983 godu (The raw material base of the fishing industry of the Far Eastern basin and possible catches of fish, invertebrates, algae and marine mammals in 1983), Vladivostok, 1982.

Kharakteristika sostoyaniya zapasov osnovnykh promyslovykh ob"yektov Dal'nevostochnogo basseyna v 1997 godu i prognoz vozmozhnykh ulovov na 1999 god (Characteristics of the state of stocks of the main commercial species of the Far Eastern basin in 1997 and forecast of possible catches for 1999), Vladivostok, 1998.

Kraby-striguny — 2019 (putinnyy prognoz) (Snow crabs — 2019 (preseason forecast)), Vladivostok: TINRO, 2019.

Sostoyaniye promyslovykh resursov Dal'nevostochnogo basseyna. Prognoz ODU–2009 (proyekt) (State of commercial resources of the Far Eastern basin. Forecast of the ODU–2009 (draft)), Vladivostok, 2009.

Sostoyaniye promyslovykh resursov Dal'nevostochnogo rybokhozyaystvennogo basseyna — 2013 (State of commercial resources of the Far Eastern fishery basin — 2013), Vladivostok, 2012.

Sostoyaniye promyslovykh resursov. Prognoz obshchikh dopustimykh ulovov po tikhookeanskomu basseynu na 2005 g. (kratkaya versiya) (The state of the fishery resources. Predicted total allowable catches for the Pacific Basin for 2005 (short version)), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2004.

Sostoyaniye promyslovykh resursov Dal'nevostochnogo rybokhozyaystvennogo basseyna. Prognoz obshchego vylova gidrobiontov na 2014 god (State of commercial resources of the Far Eastern fishery basin. Forecast of total catch of aquatic organisms for 2014), Vladivostok, 2013.

Sostoyaniye promyslovykh resursov Dal'nevostochnogo rybokhozyaystvennogo basseyna: materialy k prognozu obshchego vylova gidrobiontov na 2020 g. Informatsionnyy pomoshchnik (State of commercial resources of the Far Eastern fishery basin: materials for the forecast of the total catch of aquatic organisms for 2020. Information assistant), Vladivostok, 2020.

Sostoyaniye promyslovykh resursov Dal'nevostochnogo rybokhozyaystvennogo basseyna — 2022. Informatsionnyy pomoshchnik (State of commercial resources of the Far Eastern fishery basin — 2022. Information assistant), Vladivostok, 2022.

Поступила в редакцию 29.11.2024 г.

После доработки 22.04.2025 г.

Принята к публикации 16.06.2025 г.

The article was submitted 29.11.2024; approved after reviewing 22.04.2025; accepted for publication 16.06.2025

Известия ТИНРО

2025 **Том 205, вып. 2. С. 352–365.**

Izvestiya TINRO, 2025, Vol. 205, No. 2, pp. 352–365.

Научная статья
УДК 595.384.2(265.53)
DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-352-365
EDN: IDQNZZ

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ И ПОПУЛЯЦИОННАЯ БИОЛОГИЯ ПЯТИУГОЛЬНОГО ВОЛОСАТОГО КРАБА *TELMESSUS CHEIRAGONUS* (DECAPODA: CHEIRAGONIDAE) В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

Д.В. Артеменков[1], Ю.В. Иванкович[1], О.Ю. Борилко[2], С.И. Моисеев[1], Д.О. Сологуб[1], П.Ю. Иванов[3], А.В. Харитонов[4], С.В. Клинушкин[5], А.Н. Деминов[2], Т.Б. Морозов[3]*

[1] Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;
[2] Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО), 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4;
[3] Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО), 683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18;
[4] Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО), 680028, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а;
[5] Магаданский филиал ВНИРО (МагаданНИРО), 685000, г. Магадан, ул. Портовая, 36/10

Аннотация. Впервые приведено описание особенностей линочного цикла, роста, половой и размерной структуры пятиугольного волосатого краба *Telmessus cheiragonus*, населяющего районы Шантарских островов и западной Камчатки (северная часть Охотского моря). На шельфе западной Камчатки наиболее плотные скопления самцов отмечены в июне на глубине от 13 до 55 м (21,3 ± 3,2 м) при температуре от 2,8 до 6,5 °С

** Артеменков Дмитрий Владимирович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник, dmitriy.artemenkov@gmail.com, ORCID 0000-0002-9051-697X; Иванкович Юрий Владимирович, младший специалист, ivankovich@vniro.ru, ORCID 0009-0001-6834-506X; Борилко Олег Юрьевич, заведующий сектором, oleg.borilko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0007-7486-8215; Моисеев Сергей Иванович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, moiseev@vniro.ru, ORCID 0009-0002-1722-1435; Сологуб Денис Олегович, кандидат биологических наук, начальник отдела, sologub@vniro.ru, ORCID 0009-0004-0190-3049; Иванов Павел Юрьевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, p.ivanov@kamniro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-7412-5816; Харитонов Александр Викторович, ведущий специалист, kharitonov@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0002-6969-1028; Клинушкин Сергей Владимирович, главный специалист, klinushkinsv@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0006-8637-8873; Деминов Андрей Николаевич, главный специалист, andrei.deminov@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0008-5879-5359; Морозов Тарас Борисович, старший специалист, tmorozov1@yandex.ru, ORCID 0000-0001-6782-6921.*

© Артеменков Д.В., Иванкович Ю.В., Борилко О.Ю., Моисеев С.И., Сологуб Д.О., Иванов П.Ю., Харитонов А.В., Клинушкин С.В., Деминов А.Н., Морозов Т.Б., 2025

(4,8 ± 0,3 ºC), самок — на глубине от 16 до 19 м (17,3 ± 0,9 м) при температуре от 4,3 до 5,2 ºC (4,7 ± 0,3 ºC). У Шантарских островов наиболее плотные скопления наблюдаются в сентябре на глубине от 13,2 до 22,8 м (18,0 ± 4,8 м) при температуре от 8,3 до 15,5 ºC (11,9 ± 3,6 ºC). На западнокамчатском шельфе предельная ширина карапакса (ШК) группового роста (CW_{inf}) самок и самцов составила соответственно 66,3 и 82,6 мм, что ниже, чем у самцов к северу и северо-западу от Шантарских островов, — CW_{inf} 86,73 мм. Линька пятиугольного волосатого краба у западной Камчатки проходит в мае-июне, более растянутый период линьки с мая по август предполагается у скопления Шантарских островов. Средняя расчетная величина наступления половозрелости составила CW_{mat} 40,6 мм для самок и 40,3 мм для самцов, более медленное развитие и наступление физиологической половозрелости (CW_{mat} 42,1 мм) отмечено у самцов шантарского скопления.

Ключевые слова: пятиугольный волосатый краб, *Telmessus cheiragonus*, Охотское море, линочный цикл, рост, созревание

Для цитирования: Артеменков Д.В., Иванкович Ю.В., Борилко О.Ю., Моисеев С.И., Сологуб Д.О., Иванов П.Ю., Харитонов А.В., Клинушкин С.В., Деминов А.Н., Морозов Т.Б. Распределение и популяционная биология пятиугольного волосатого краба *Telmessus cheiragonus* (Decapoda: Cheiragonidae) в северной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 2. — С. 352–365. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-352-365. EDN: IDQNZZ.

Original article

Distribution and population biology of helmet crab *Telmessus cheiragonus* (Decapoda: Cheiragonidae) in the northern Okhotsk Sea

Dmitry V. Artemenkov[1*], Yury V. Ivankovich[2*], Oleg Yu. Borilko[3*], Sergey I. Moiseev[4*], Denis O. Sologub[5*], Pavel Yu. Ivanov[6*], Alexander V. Kharitonov[7*], Sergey V. Klinushkin[8*], Andrey N. Deminov[9*], Taras B. Morozov[10*]

[1*], [2*], [4*], [5*] Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

[3*], [9*] Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

[6*], [10*] Kamchatka branch of VNIRO (KamchatNIRO), 18, Naberezhnaya Str., Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia

[7*] Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Blvd., Khabarovsk, 680028, Russia

[8*] Magadan branch of VNIRO (MagadanNIRO), 36/10, Portovaya Str., Magadan, 685000, Russia

[1*] Ph.D., senior researcher, dmitriy.artemenkov@gmail.com, ORCID 0000-0002-9051-697X

[2*] associate specialist, ivankovich@vniro.ru, ORCID 0009-0001-6834-506X

[3*] head of sector, oleg.borilko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0007-7486-8215

[4*] Ph.D., leading researcher, moiseev@vniro.ru, ORCID 0009-0002-1722-1435

[5*] Ph.D., head of department, sologub@vniro.ru, ORCID 0009-0004-0190-3049

[6*] Ph.D., head of laboratory, p.ivanov@kamniro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-7412-5816

[7*] leading specialist, kharitonov@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0002-6969-1028

[8*] chief specialist, klinushkinsv@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0006-8637-8873

[9*] chief specialist, andrei.deminov@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0008-5879-5359

[10*] senior specialist, tmorozov1@yandex.ru, ORCID 0000-0001-6782-6921

Abstract. Helmet crab *Telmessus cheiragonus* is a potentially important commercial species dwelling in the Far Eastern Seas of Russia. Biology of its populations in the areas of Shantar Islands and West Kamchatka (northern Okhotsk Sea) is described for the first time, with particular attention to the larval cycle, growth, and sex and size structure. On the shelf of West Kamchatka, the densest aggregations are formed in June, for males and females respectively at the depths of 13–55 m (on average 21.3 ± 3.2 m) under temperature 2.8–6.5 ºC (4.8 ± 0.3 ºC) and at the depths of 16–19 m (17.3 ± 0.9 m) under temperature 4.3–5.2 ºC (4.7 ± 0.3 ºC). At Shantar Islands, the densest aggregations are observed in September at the depths of 13–23 m (18.0 ± 4.8 m) under temperature 8.3–15.5 ºC (11.9 ± 3.6 ºC). For the group growth of crabs at West Kamchatka, the maximum carapace width of females and males is estimated as 66.3 and 82.6 mm, respectively, that is less of this parameter for the males caught to the north and

northwest of Shantar Islands (86.7 mm). Moulting of helmet crab at West Kamchatka occurs in May-June, whereas the longer moult period is expected at Shantar Islands — from May to August. The mean size of sexual maturity is 40.6 mm for females and 40.3 mm for males in the population at West Kamchatka; the crab males at Shantal Islands develop slower and reach sexual maturity at the carapace width of 42.1 mm, on average.

Keywords: helmet crab, *Telmessus cheiragonus*, Okhotsk Sea, larval cycle, growth, maturation

For citation: Artemenkov D.V., Ivankovich Yu.V., Borilko O.Yu., Moiseev S.I., Sologub D.O., Ivanov P.Yu., Kharitonov A.V., Klinushkin S.V., Deminov A.N., Morozov T.B. Distribution and population biology of helmet crab *Telmessus cheiragonus* (Decapoda: Cheiragonidae) in the northern Okhotsk Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2025, vol. 205, no. 2, pp. 352–365. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-352-365. EDN: IDQNZZ.

Введение

Семейство Cheiragonidae (отряд Decapoda) включает 3 вида из двух родов: *Telmessus cheiragonus* (Tilesius, 1815), *T. acutidens* (Stimpson, 1858) и *Erimacrus isenbeckii* (Brandt, 1848) [Низяев и др., 2006; Слизкин, 2010; https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=254358]. Пятиугольный волосатый краб *T. cheiragonus* встречается от северной части Берингова моря вдоль побережья России до восточного побережья Северной Кореи и о. Хоккайдо и вдоль североамериканского побережья до штата Калифорния [Клитин, Кочнев, 2004; Низяев и др., 2006; Слизкин, 2010; Марин, 2013]. Вид имеет высокую экологическую пластичность: населяет глубины от 10 до 110 м в условиях температурного диапазона от −1,5 до +18,0 °С [Низяев и др., 2006; Марин, 2013].

В настоящее время промысел пятиугольного волосатого краба в дальневосточных морях Российской Федерации не осуществляется [Бизиков и др., 2024]. В то же время данный вид является потенциально промысловым и включен в перечень объектов промышленного рыболовства, утвержденный распоряжением Правительства Российской Федерации от 18 ноября 2017 г. № 2569-р.

В открытой печати имеются сведения по биологии пятиугольного волосатого краба в Южно-Курильском проливе и Тауйской губе [Клитин, Кочнев, 2004; Рябченко, 2004]. Также за последние два десятилетия проведены исследования его морфологии, пищевого поведения, репродуктивной биологии [Kamio et al., 2003; Nagao, Munehara, 2003; Клитин, Кочнев, 2004; Рябченко, 2004; Низяев и др., 2006; Слизкин, 2010; Марин, 2013], выявлены особенности распространения пелагических личинок на раннем этапе онтогенеза [Клитин, 2002; Стексова, 2004; Абрамова, 2005; Григорьева, 2009; Щербакова, Корн, 2011]. Однако данные по биологии *T. cheiragonus* из других районов обитания фактически отсутствуют.

Районы Шантарских островов и западной Камчатки являются типичным местообитанием в пределах естественного ареала вида, хотя Шантарские острова могут характеризоваться более холодными условиями, что потенциально влияет на биологические параметры популяций, такие как размер, темпы роста и сроки линьки. Данные регионы имеют характерные, но не экстремальные условия для *T. cheiragonus*, что делает их подходящими для изучения биологических параметров вида.

Таким образом, целью данной работы является оценка особенностей линочного цикла, роста, половой и размерной структуры популяций пятиугольного волосатого краба, населяющего северную часть Охотского моря.

Материалы и методы

Материал для настоящей работы собран во время учетной донной траловой съемки на СТР «Сланцы» в июне 2024 г. у западной Камчатки, а также в ходе учетной ловушечной съемки на НИС «Зодиак» от Тауйской губы до Шантарских островов в августе-октябре 2024 г.

Донной траловой съемкой охвачена обширная акватория шельфа в координатах от 51°07′ до 57°39′ с.ш. и от 154°17′ до 156°41′ в.д. (рис. 1). Всего выполнено 215 траловых станций на глубинах от 12 до 240 м. Для сбора первичного материала применялся донный трал 27,1/24,4 со вставкой в мешке из дели с шагом ячеи 10,0 мм и кабелями по 25,0 м с мягким (полужестким) грунтропом (поводцы 15 см) с горизонтальным раскрытием около 16,2 м. Верхняя подбора трала оснащена глубоководными кухтылями диаметром 200 мм. Нижняя подбора трала по всей длине оборудована металлической цепью калибром 19 мм. В качестве грузов-углубителей использованы отрезки металлических цепей длиной 3 м калибром 26 мм. Цепи подвязываются к подборе и голым концам капроновыми привязками через 1 м с помощью металлических колец диаметром 150 мм, у которых диаметр прутка равен 10 мм. Стандартная продолжительность тралений составляла 30 мин, скорость траления — в среднем 2,8 уз.

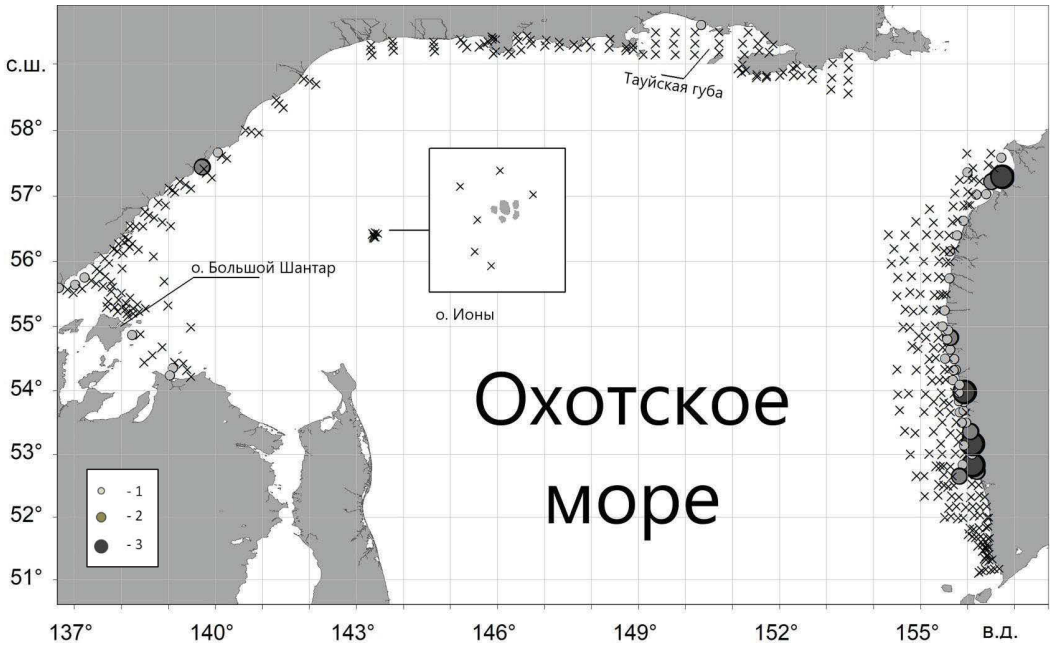


Рис. 1. Карта-схема расположения станций в период исследований в северной части Охотского моря в июне-октябре 2024 г.: × — станции с нулевыми уловами; *1* — поимки волосатого пятиугольного краба от 1 до 10 экз.; *2* — от 11 до 20; *3* — от 21 до 30 экз.

Fig. 1. Scheme of surveys in the northern Okhotsk Sea in June-October, 2024: × — stations with zero catches; *1* — helmet crab catch 1–10 specimens; *2* — 11–20 specimens; *3* — 21–30 specimens

Учетная ловушечная съемка проведена в прибрежной части Охотского моря в координатах от 54°13′ до 59°35′ с.ш. и от 136°38′ до 153°26′ в.д. (рис. 1). Всего в процессе работ было выполнено 186 учетных ловушечных станций в диапазоне глубин 11,5–104,0 м. Для добычи (вылова) водных биоресурсов использовались стандартные крабовые порядки из 30 усеченно-конических ловушек японского образца с размером ячеи сети 60 мм.

Пятиугольный волосатый краб был встречен на 50 станциях на глубинах 12,5–87,0 м при температуре от 0,8 до 15,5 °С. За все время работ вылов крабов составил 298 экз., в том числе у западной Камчатки — 269 экз., у Шантарских островов, включая несколько особей из Тауйской губы, — 29 экз. У крабов измеряли ширину карапакса (ШК, или в формулах CW — carapace width) с точностью до 1 мм, определяли пол, внешнее состояние карапакса (линочные стадии), стадии зрелости икры у самок. Взвешивали каждую особь с точностью до 1 г с помощью морских весов Marel M1100 (Исландия). Все измерения, определения линочных стадий и стадии жизненного цикла самок со всеми возможными нарушениями физиологических процессов проводили в соответ-

ствии со стандартной методикой изучения промысловых ракообразных [Низяев и др., 2006; Мельник и др., 2014]. Межнерестовая стадия самок включает формирование и созревание ооцитов для дальнейшего оплодотворения («внутренняя икра»). Всего проведен анализ 251 экз. самцов и 47 экз. самок пятиугольного волосатого краба.

Для нахождения зависимости массы от ширины карапакса было использовано 108 особей. Зависимость массы от ШК описывали степенным уравнением (1), где константы *a* и *b* являются коэффициентами [Винберг, 1971; Мина, 1975; Froese, 2006]:

$$W = a\ CW^b. \quad (1)$$

Предполагается, что рост пятиугольного волосатого краба основывается на расчете максимальной ширины карапакса (CW_{max}) в исследуемой популяции. Этот показатель соотносится с максимальным возрастом краба, который соответствует 95-му процентилю размерного распределения, как это было описано в исследовании гидробионтов Тейлора и Милденбергера [Taylor, Mildenberger, 2017]. Предельную ширину карапакса группового роста и величину наступления физиологической половозрелости скоплений краба (CW_{inf} и CW_{mat}) рассчитывали по уравнениям [Froese, Binohlan, 2000]:

$$\log(CW_{inf}) = 0{,}044 + 0{,}9841 \log(CW_{max}); \quad (2)$$

$$\log(CW_{mat}) = 0{,}9469 \cdot \log(CW_{inf}) — 0{,}1162 \text{ (для самок)}; \quad (3)$$

$$\log(CW_{mat}) = 0{,}8915 \cdot \log(CW_{inf}) — 0{,}1032 \text{ (для самцов)}. \quad (4)$$

Для их оценки применены эмпирические соотношения, разработанные зарубежными исследователями [Froese, Binohlan, 2000], из-за отсутствия видоспецифичных моделей для *T. cheiragonus*. Данный подход использован как вынужденная мера для первичной количественной оценки параметров роста, но требует валидации традиционными методами (например, анализом размерно-возрастных рядов или гистологическим подтверждением зрелости гонад) в будущих исследованиях.

Критерий χ^2 применяли для анализа полового состава с использованием ПСП STATISTICA 12. Оценку достоверности различий средних размерных показателей особей обоих полов производили по U-критерию Манна-Уитни, поскольку анализируемые выборки не прошли тест Колмогорова-Смирнова на нормальность распределения.

Результаты и их обсуждение

Распределение самцов и самок

На шельфе западной Камчатки в июне 2024 г. встречены несколько группировок пятиугольного волосатого краба в восточной части Охотского моря (рис. 1) в координатах от 52°38′ до 57°35′ с.ш. и от 155°26′ до 156°41′ в.д. на глубине от 12 до 87 м при температуре от 0,8 до 7,5 °С. Уловы достигали 12,9 кг на час траления (см. таблицу). Наиболее плотные скопления самцов отмечены на глубине от 13,0 до 55,0 м (21,3 ± 3,2 м) при температуре от 2,8 до 6,5 °С (4,8 ± 0,3 °С), самок — на глубине от 16 до 19 м (17,3 ± 0,9 м) при температуре от 4,3 до 5,2 °С (4,7 ± 0,3 °С).

В большинстве случаев самцы предпочитали песчаные или илисто-песчаные грунты — 88 %. Вероятно, поэтому крупная группировка самцов отмечена от устья р. Большой до устья р. Утка (53° с.ш.). Следующая их крупная группировка образовалась только в районе мыса Хайрюзово (57° с.ш.) на каменистом грунте и была второй по численности за период исследований в 2024 г. Стоит отметить, что самок на каменистом грунте почти не было, встретились только три особи. Самки, так же как и самцы, предпочитали в основном илисто-песчаные грунты, образовав одну крупную группировку на подобном грунте в районе 54° с.ш., которая была больше, чем все остальные группировки самок. Средняя плотность популяции самцов пятиугольного волосатого краба составила 9,9 кг/км^2, что выше, чем у самок, — 0,8 кг/км^2.

В районе Шантарских островов пятиугольный волосатый краб в сентябре-октябре 2024 г. встречен в западной части Охотского моря (рис. 1) в координатах от 54°14′ до

Характеристика распределения уловов пятиугольного волосатого краба в Охотском море летом и осенью 2024 г.
Catches of helmet crab in the Okhotsk Sea in summer and autumn of 2024

Параметр		Скопление			
		Западнокамчатское		Шантарское	Тауйское
		Самцы	Самки	Самцы	Самцы
Глубина, м	Пределы	12,5–87,0	12,5–87,0	13,2–42,2	16,6
	Макс. улов	19,0	16,0	13,2	
Температура, °С	Пределы	0,8–7,5	0,8–7,5	8,2–15,5	5,5
	Макс. улов	4,6	4,3	8,3	
Индекс биомассы (западнокамчатское — кг/час/трал., шантарское и тауйское — кг/сут/порядок)	Макс.	12,9	2,6	6,2	1,0
	Сред.	2,2	0,5	1,4	
Биомасса, кг/км^2	Макс.	312,7	64,1	–	–
	Сред.	9,9	0,8		

Примечание. «–» — ввиду отсутствия площади облова ловушек расчёт выполнить невозможно.

57°39′ с.ш. и от 136°38′ до 140°01′ в.д. на глубине от 13 до 42 м при температуре от 8,2 до 15,5 °С. Уловы достигали 6,2 кг/лов. порядок на сутки застоя (см. таблицу). Наиболее плотные скопления самцов отмечены на глубине от 13,2 до 22,8 м (18,0 ± 4,8 м) при температуре от 8,3 до 15,5 °С (11,9 ± 3,6 °С).

В районе Тауйской губы T. cheiragonus в августе 2024 г. наблюдали на одной станции в северной части Охотского моря (рис. 1) в координатах 59°35′ с.ш. 150°18′ в.д. на глубине от 16,6 м и при температуре 5,5 °С. Улов самцов достиг 1 кг/лов. порядок на сутки застоя (см. таблицу). О наличии многолетнего стабильного скопления пятиугольного волосатого краба в Тауйской губе свидетельствует работа Е.Н. Рябченко [2004], когда при использовании конических ловушек с ячеей сетного полотна 25 мм за два с половиной месяца в летне-осенний период на данной акватории было поймано 2741 экз. данного вида краба.

Половая и размерная структура популяций

В районе западной Камчатки, в восточной части Охотского моря в июне 2024 г. соотношение полов *T. cheiragonus* в уловах было смещено в сторону самцов и составляло 1,00 : 0,21. Отличие от 1 : 1 статистически значимо ($\chi^2 = 244$, df = 9, $p > 0,05$).

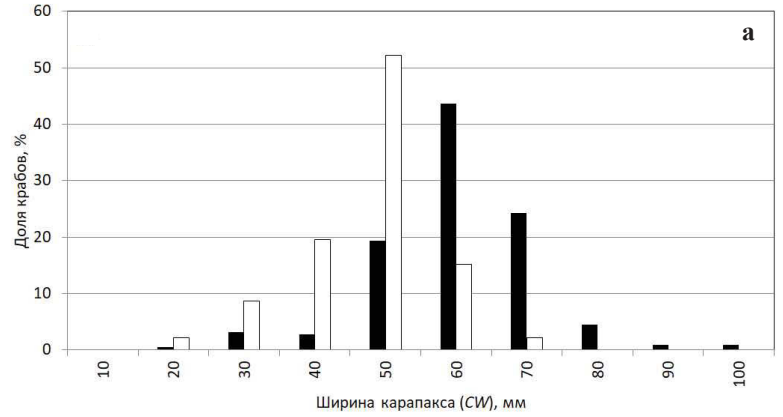
В уловах отмечены самцы с ШК от 28,0 до 104,0 мм (в среднем — 64,80 ± 0,73 мм), самки — 27,0–73,0 мм (в среднем 52,60 ± 1,31 мм) (рис. 2, а). Выявлено различие ширины карапакса у самцов и самок ($p < 0,001$). Для самцов основу уловов (44 %) составляли особи шириной карапакса от 60 до 70 мм, для самок — от 50 до 60 мм.

Масса самцов находилась в пределах 18,0−638,0 (193,80 ± 5,79) г, самок — 5,0−231,0 (72,9 ± 6,1) (рис. 2, б). Исследованные выборки позволили выявить различия массы в зависимости от пола ($p < 0,001$). Для самцов основу уловов (44 %) составляли особи массой от 200 до 400 г, для самок — до 100 г.

Аллометрический рост самцов *T. cheiragonus* западнокамчатского скопления характеризуется как отрицательный ввиду значения коэффициента $b < 3$, которое свидетельствует о невысокой упитанности крабов ($W = 10^{-6}\ 2,0\ CW^{2,7288}$). Обратная ситуация, $b > 3$, наблюдается у самок ($W = 10^{-8}\ 1,0\ CW^{3,9523}$), что указывает на положительный аллометрический рост.

В районе Шантарских островов в северо-западной части Охотского моря в сентябре-октябре 2024 г. популяция *T. cheiragonus* характеризовалась только самцами ввиду ранее упомянутых особенностей орудий лова во время учетной ловушечной съемки. В уловах отмечены самцы с ШК 69,0–86,0 (в среднем 77,30 ± 0,79) мм (рис. 3, а). Основу уловов (63 %) составляли особи с шириной карапакса от 70 до 80 мм.

Масса самцов находилась в пределах 205,0−410,0 (273,9 ± 8,4) г (рис. 3, б). Основу уловов у самцов (44 %) составляли особи массой от 200 до 300 г. Рост самцов



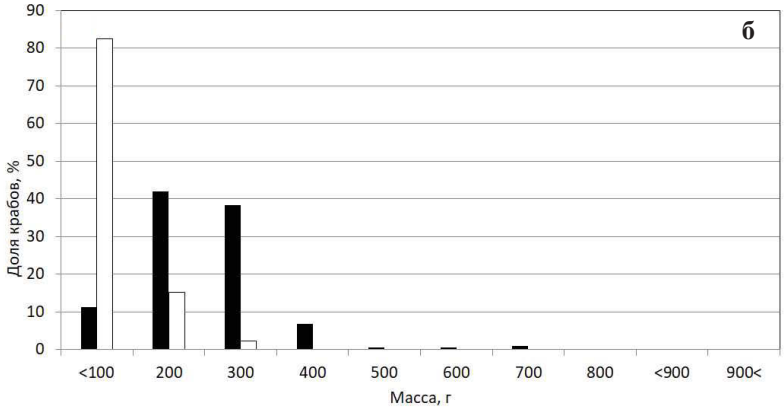
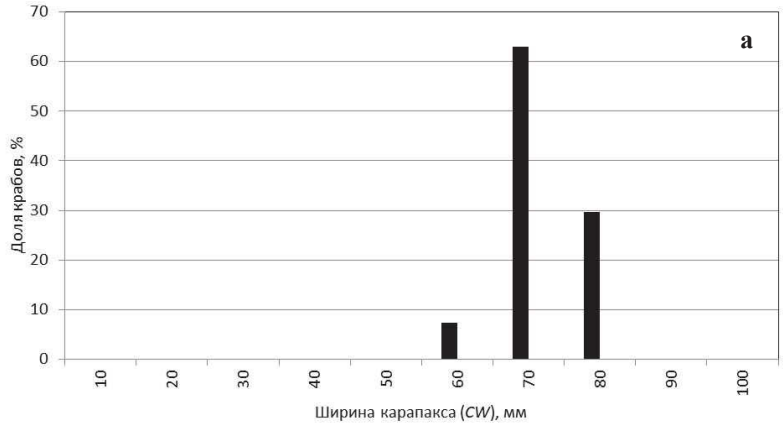


Рис. 2. Распределение самок (*светлый столбик*) и самцов (*темный столбик*) пятиугольного волосатого краба, выловленных в северной части Охотского моря в июне 2024 г., по ширине карапакса (**а**) и массе (**б**)

Fig. 2. Distribution of females (*light*) and males (*black*) of helmet crab caught in the northern Okhotsk Sea in June 2024, by carapace width (**a**) and weight (**б**)



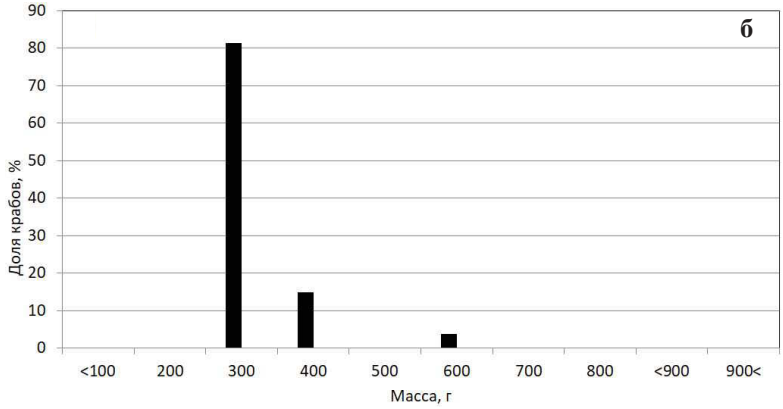


Рис. 3. Распределение самцов пятиугольного волосатого краба, выловленных в период исследований в западной части Охотского моря в сентябре-октябре 2024 г., по ширине карапакса (**а**) и массе (**б**)

Fig. 3. Distribution of helmet crab males caught in the survey in the western Okhotsk Sea in September-October of 2024, by carapace width (**a**) and weight (**б**)

T. cheiragonus шантарского скопления характеризуется как отрицательный аллометрический, значение коэффициента b < 3 свидетельствует о невысокой упитанности крабов ($W = 10^{-5}\ 4{,}0\ CW^{2{,}0321}$).

В районе Тауйской губы в северной части Охотского моря в августе 2024 г., вследствие особенностей селективности орудий лова во время учетной ловушечной съемки по аналогии с шантарским скоплением, популяция состояла только из самцов. В уловах отмечены две особи с ШК 79–81 (в среднем 80 ± 1) мм, массой в пределах 310−330 (320 ± 10) г.

Линька, репродуктивный цикл и рост краба

На шельфе западной Камчатки среди самцов пятиугольного волосатого краба преобладали особи на 3-й средней линочной стадии (ШК 28–82 мм, масса 18–361 г) — 63 % общего количества, средние ШК и масса тела — соответственно 62,7 мм и 176,5 г. Следующие по частоте встречаемости самцы 3-й поздней линочной стадии составили 33 % при ШК 36,0–81,0 мм и массе 35,0–323,0 г (средние значения — соответственно 66,6 мм и 206,5 г). Оставшиеся 4 % от общего количества были особи на 3-й ранней (средние значения — 81,2 мм и 426,4 г), 2-й (79,0 мм и 301,6 г) и 4-й (64,0 мм и 125,5 г) линочных стадиях — соответственно 2, 1 и 1 %. Обнаружена достоверность различий распределения ШК в зависимости от стадии линьки ($p \leq 0{,}016$).

Карапакс самок был представлен двумя линочными стадиями: 3-я поздняя со средними значениями размеров 53,3 мм и 80,8 г (80 %) и оставшаяся часть — 3-я средняя линочная стадия (59,0 мм и 101,3 г).

Среди самок на западнокамчатском шельфе северной части Охотского моря преобладали созревающие особи с «внутренней икрой» (24,9 %) со значениями 57,0 мм и 92,1 г. Большое количество самок (23,4 %) встречалось с копулятивной пробкой (54,0 мм и 76,1 г), что свидетельствует о недавно произошедшем спаривании. Особи, выпустившие личинок, были немногочисленными — 4,3 % (59,5 мм и 104,2 г), при этом отмечено много неполовозрелых постъювенильных самок — 28,4 % (53,8 мм и 77,6 г). Неполовозрелые особи составили 10,6 % (47,3 мм и 54,1 г). Между стадиями «яловая» и «личинки выпущены» обнаружены достоверные различия в распределении ширины карапакса в зависимости от стадии линьки ($p \leq 0{,}046$). Статус самки «яловая» условный, так как при визуальном осмотре гонады обнаружены на участке между карапаксом и абдоменом, при этом развивающейся икры в гонадах не отмечено. Данное обстоятельство позволяет таких самок отнести к «псевдояловым».

Наличие копулятивной пробки у самки *T. cheiragonus* свидетельствует о достижении половой зрелости при ширине карапакса 41 мм и массе 24 г. В свою очередь, средняя расчетная величина наступления половозрелости крабов составила CW_{mat} 40,6 мм для самок и 40,3 мм для самцов.

Уравнение CW_{mat} для самок *T. cheiragonus* на западнокамчатском шельфе:

$$\log(40{,}6) = 0{,}9469 \cdot \log(66{,}3) - 0{,}1162; \quad (5)$$

для самцов:

$$\log(40{,}3) = 0{,}8915 \cdot \log(82{,}6) - 0{,}1032. \quad (6)$$

Вычислить среднюю величину наступления половозрелости пятиугольного волосатого краба стало возможным после определения предельной ШК группового роста для самок и самцов (66,3 и 82,6 мм) в популяции на западнокамчатском шельфе северной части Охотского моря.

Уравнение CW_{inf} для самок:

$$\log(66{,}3) = 0{,}044 + 0{,}9841 \cdot \log(64); \quad (7)$$

для самцов:

$$\log(82{,}6) = 0{,}044 + 0{,}9841 \cdot \log(80). \quad (8)$$

В районе Шантарских островов, как показано выше, преобладали самцы на 3-й ранней линочной стадии (ШК 69–86 мм и масса 205–410 г) — 63 % общего количества.

Их средние ширина карапакса и масса составили 76,5 мм и 261,7 г. Следующие по частоте встречаемости — самцы 3-й средней линочной стадии (26 %) с ШК 74–82 мм и массой 252–340 г (средние значения — 78,9 мм и 300,2 г). Остальную часть составили особи на 3-й поздней (средние значения — 77,0 мм и 287,5 г) и 2-й (одна поимка, ШК 80 мм и масса 270 г) линочных стадиях — соответственно 7 и 4 %. Особи 4-й линочной стадии не встречены. Достоверность различий распределения ШК в зависимости от стадии линьки не выявлена, хотя наибольшие различия отмечены между самцами 3-й ранней и средней линочными стадиями ($p \leq 0{,}237$).

Расчет максимальной ШК самцов, а именно 95-й процентиль размерного распределения, составил ШК 84,1 мм, что позволило вычислить предельную ширину карапакса группового роста скопления (CW_{inf} 86,73 мм) и среднюю величину наступления половозрелости (CW_{mat} 42,1 мм) пятиугольного волосатого краба на шантарском шельфе в северо-западной части Охотского моря.

Уравнение CW_{inf} для самцов *T. cheiragonus* на шантарском шельфе:

$$\log(86{,}73) = 0{,}044 + 0{,}9841 \cdot \log(84{,}1); \quad (9)$$

уравнение CW_{mat} для самцов:

$$\log(42{,}1) = 0{,}8915 \cdot \log(86{,}73) - 0{,}1032. \quad (10)$$

В районе Тауйской губы стадии линьки самцов были представлены единично: 3-я ранняя линочная стадия с ШК 81 мм (330 г) и 3-я средняя линочная стадия с ШК 79 мм (310 г). Отрицательный тест на нормальность распределения, а также наличие небольшой выборки из тауйского скопления не позволяют выполнить расчеты предельной ширины карапакса группового роста (CW_{inf}) и средней величины наступления половозрелости (CW_{mat}).

Большинство исследований сконцентрировано лишь на двух изолированных районах ареала вида в российских водах: Южно-Курильском проливе и Тауйской губе [Клитин, Кочнев, 2004; Рябченко, 2004]. При этом обширные участки его распространения в Охотском, Беринговом, Японском морях и тихоокеанских водах Камчатки и Курильских островов остаются практически не изученными. Даже фундаментальные работы по фауне [Слизкин, 2010; Марин, 2013] и методические пособия [Низяев и др., 2006] опираются преимущественно на эти ограниченные данные, что не позволяет сформировать целостное представление о популяционной структуре и региональных особенностях биологии вида на всем его ареале.

Имеющиеся сведения охватывают лишь отдельные аспекты биологии: морфологию, распределение личинок [Абрамова, 2005; Григорьева, 2009] или репродуктивное поведение по лабораторным наблюдениям [Kamio et al., 2003; Nagao, Munehara, 2003], но не дают комплексного анализа жизненного цикла. Важные для оценки состояния популяции параметры, такие как рост, размерно-возрастная структура, продолжительность личиночного цикла, остаются неизученными для большинства регионов.

В зависимости от условий обитания, некоторые показатели жизненного цикла крабов (линька, рост, половая зрелость популяции) имеют эколого-географическую изменчивость [Никольский, 1965]. Линька у молоди крабов происходит значительно чаще, чем у взрослых особей, а по мере роста частота линек снижается. У некоторых видов крабов после достижения функциональной половозрелости самцов и самок отмечается разность частоты линек: если самки линяют ежегодно, то самцы могут пропускать линьку [Weber, Miyahara, 1962; Лысенко, 2001; Лысенко, Гайдаев, 2005; Моисеева, Моисеев, 2008, 2009]. Поэтому в районе западной Камчатки у пятиугольного волосатого краба обнаружены достоверные различия в распределении ширины карапакса в зависимости от стадии линьки ($p \leq 0{,}016$).

Большая доля (63 %) самцов на 3-й средней линочной стадии свидетельствует о произошедшей в этом году линьке. Вероятно, по аналогии с родственным видом *Erimacrus isenbeckii*, у Курильских островов линька самцов происходит весной — конец апреля — конец июля [Слизкин и др., 2001]. В подтверждение этому факту у крабов

западной Камчатки наблюдается следующее: статистически не различались самцы в среднем ШК 79,0 мм на 2-й линочной стадии и ШК 85,2 мм на 3-й ранней линочной стадии, а самцы с ШК 62,7, 66,6 и 64,0 мм соответственно на 3-й средней, 3-й поздней и 4-й линочных стадиях значимо различались размерами.

Кроме того, несмотря на поимки крупноразмерных особей в шантарском скоплении, наблюдается существенная доля особей 3-й ранней (63 %) и 3-й средней линочных стадий (26 %). Этот факт подтверждает весеннюю линьку у самцов *T. cheiragonus*. Вероятно, линька краба в районе Шантарских островов имеет более продолжительные сроки, процесс растянут по времени на 3–4 мес., а вот массовая линька для большей части самцов как раз может проходить в зависимости от температуры окружающей среды, ледовитости и т.д. Температура окружающей среды оказывает значительное воздействие на скорость метаболизма и тесно связана с ростом и линочным циклом у пойкилотермных организмов. В большинстве случаев можно заметить увеличение максимальных размеров в направлении высоких широт из-за снижения средней температуры воды [Мина, Клевезаль, 1976; Дгебуадзе, 2001]. Хотя условия окружающей среды в Охотском море меняются в зависимости от долготы, это также может оказывать влияние на цикл линьки, рост и максимальные размеры крабов [Артеменков и др., 2022; Моисеев и др., 2023]. Поэтому утверждение о прямой зависимости максимальных размеров крабов от температуры и широты или долготы должно рассматриваться лишь как рабочая гипотеза, учитывающая влияние комплекса факторов среды, включая хищнический пресс, доступность пищи и особенности роста, связанные с линькой.

Влияние условий среды на рост и развитие отражаются также на величине достижения половой зрелости. Так, самки *T. cheiragonus* впервые встречаются половозрелыми при ширине карапакса 37 мм и массе 29 г в южной части Охотского моря [Клитин, Кочнев, 2004]. Самки западной Камчатки впервые становятся половозрелыми при ширине карапакса 41 мм и массе 24 г, что выше, чем у южнокурильского скопления. Кроме того, у пятиугольного волосатого краба западной Камчатки средняя расчетная величина наступления половозрелости составила CW_{mat} 40,6 мм для самок и 40,3 мм для самцов, а более медленное развитие и наступление половозрелости (CW_{mat} 42,1 мм) отмечается у самцов шантарского скопления.

Согласно лабораторным и полевым наблюдениям в Японии линька и спаривание самок пятиугольного волосатого краба происходят с апреля по июль, чаще всего — май-июнь [Kamio et al., 2003; Nagao, Munehara, 2003]. В июне преобладают созревающие особи с «внутренней икрой» (24,9 %) и большое количество самок с копулятивной пробкой (23,4 %). Несколько позднее предполагаемые сроки линьки и спаривания самок и самцов на западнокамчатском шельфе — с конца апреля по конец июля. Далее, по наблюдениям японских коллег, наступает нерест или откладка икры — сентябрь-октябрь. Инкубация икры длится около 6 мес., до весны следующего года: предположительно личинки выходят в марте-апреле [Kamio et al., 2003; Nagao, Munehara, 2003]. Вероятно, поэтому личинки *T. cheiragonus* (в числе других видов) фиксировались в составе планктона в зал. Посьета (2000–2001 гг.) только в мае [Григорьева, 2009].

Заключение

Проведенные исследования популяционной биологии пятиугольного волосатого краба *T. cheiragonus* в северной части Охотского моря выявили ключевые особенности его линочного цикла, роста и половой структуры. Установлено, что в уловах преобладают самцы, достигая больших размеров (в среднем 64,8 мм против 52,6 мм у самок), а также они имеют отрицательный аллометрический рост, тогда как у самок наблюдается положительная аллометрия. Основные скопления самцов связаны с илисто-песчаными грунтами, где самки формируют менее плотные группировки. Линочный цикл самцов характеризуется доминированием особей на 3-й средней стадии линьки (63 %), что указывает на весеннюю линьку (конец апреля — конец июля), аналогичную линьке родственных видов. Половозрелость наступает при ширине карапакса 41 мм, а рас-

четные значения CW_{mat} (40,6 мм для самок, 40,3 мм для самцов) подтверждают факт наблюдений.

Результаты работы подчеркивают значительную пространственную изменчивость биологических параметров *T. cheiragonus* в пределах Охотского моря. Так, в районе Шантарских островов самцы достигают половозрелости при больших размерах (CW_{mat} 42,1 мм), что может быть связано с более низкой температурой. Выявленные различия в упитанности и темпах роста между популяциями свидетельствуют о влиянии температурных условий на жизненный цикл вида. Полученные данные о половой структуре и распределении краба имеют большое значение для оценки его промыслового потенциала и разработки мер устойчивого управления ресурсом. Выявленные различия в характеристиках краба между разными районами подчеркивают необходимость дифференцированного подхода к управлению его запасами.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают искреннюю признательность капитанам А.И. Порунову, А.Н. Стародубцеву и экипажам СТР «Сланцы» и НИС «Зодиак», в особенности старшему мастеру добычи А.И. Педану и старшему механику С.В. Процко, за помощь и активное содействие в сборе научной информации.

The authors are sincerely grateful to crews of RV Slantsy and RV Zodiak, in particular to captains A.I. Porunov and A.N. Starodubtsev, to senior production master A.I. Pedan, and to chief mechanic S.V. Protsko, for their help and active assistance in collecting the data for the study.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study had no sponsorship.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable international, national and/or institutional principles for the care and use of animals have been observed. The authors declare that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Д.В. Артеменков, С.И. Моисеев, П.Ю. Иванов, С.В. Клинушкин — проведение полового и размерного анализа, расчет темпов роста пятиугольного волосатого краба, статистический анализ, написание и подготовка рукописи; Ю.В. Иванкович, О.Ю. Борилко, Д.О. Сологуб, А.В. Харитонов, А.Н. Деминов, Т.Б. Морозов — интерпретация результатов, написание и редактирование рукописи. Все авторы участвовали в сборе биоматериала и обсуждении результатов.

D.V. Artemenkov, S.I. Moiseev, P.Yu. Ivanov and S.V. Klinushkin — sex and size analysis, growth rate calculation, statistical analysis, the text writing and illustration; Yu.I. Ivankovich, O.Y. Borilko, D.O. Sologub, A.V. Kharitonov, A.N. Deminov and T.B. Morozov — the results interpretation, the text writing and editing. Biological samples were collected by all authors; they discussed jointly results of the study.

Список литературы

Абрамова Е.В. О распределении личинок крабов у западного побережья Камчатки в июне-июле 2002 г. // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 140. — С. 61–70.

Артеменков Д.В., Клинушкин С.В., Харитонов А.В., Сологуб Д.О. Особенности роста синего краба *Paralithodes platypus* в северной части Охотского моря // Онтогенез. — 2022. — Т. 53, № 5. — Р. 358–374.

Бизиков В.А., Алексеев Д.О., Абаев А.Д. и др. Сырьевая база промысловых беспозвоночных и ее освоение в морях России в 2000–2020 гг. // Тр. ВНИРО. — 2024. — Т. 195. — С. 142–204. DOI: 10.36038/2307-3497-2024-195-142-204.

Винберг Г.Г. Линейные размеры и масса тела животных // Журн. общ. биол. — 1971. — Т. 32, № 6. — С. 714–723.

Григорьева Н.И. Пространственное распределение личинок крабов (Decapoda: Anomura et Brachyura) в заливе Посьета (залив Петра Великого, Японское море) // Океанол. — 2009. — Т. 49, № 5. — С. 715–724.

Дгебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб : моногр. — М. : Наука, 2001. — 276 с.

Клитин А.К. О распределении личинок промысловых крабов у южных Курильских островов в 1998 и 1999 гг. // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 131. — С. 266–283.

Клитин А.К., Кочнев Ю.Р. Сравнительная характеристика распределения пятиугольного волосатого (*Telmessus cheiragonus*) и колючего (*Paralithodes brevipes*) крабов в Южно-Курильском проливе // Тр. СахНИРО. — 2004. — Т. 6. — С. 211–226.

Лысенко В.Н. Особенности биологии самок синего краба *Paralithodes platypus* в северо-восточной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 523–532.

Лысенко В.Н., Гайдаев В.Э. Рост камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* в северной части западнокамчатского шельфа // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 143. — С. 119–127.

Марин И.Н. Малый атлас десятиногих ракообразных России. — М. : Тов-во научных изд. КМК, 2013. — 146 с.

Мельник А.М., Абаев А.Д., Васильев А.Г. и др. Крабы и крабоиды северной части Охотского моря : моногр. — Магадан : Типография, 2014. — 198 с.

Мина М.В. Аллометрический рост // Количественные аспекты роста организмов. — М. : Наука, 1975. — С. 176–180.

Мина М.В., Клевезаль Г. А. Рост животных : моногр. — М. : Наука, 1976. — 291 с.

Моисеев С.И., Сенников А.М., Моисеева С.А. Оценка максимальной продолжительности жизни и естественной смертности камчатского краба на примере баренцевоморской популяции // Тр. ВНИРО. — 2023. — Т. 194. — С. 7–26. DOI: 10.36038/2307-3497-2023-194-7-26.

Моисеева С.А., Моисеев С.И. Зависимость между наполнением конечностей мышечной тканью и концентрацией гемоцианина в гемолимфе у камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) баренцевоморской популяции // Вопр. рыб-ва. — 2008. — Т. 9, № 1(33). — С. 200–217.

Моисеева С.А., Моисеев С.И. Оценка доли крупноразмерных самцов камчатского краба баренцевоморской популяции, вступающих в линьку, по уровню гемоциана в гемолимфе // Тез. докл. 10-й Всерос. конф. по проблемам рыбопромыслового прогнозирования. — Мурманск : ПИНРО, 2009. — С. 97–98.

Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К. и др. Пособие по изучению промысловых ракообразных дальневосточных морей России. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2006. — 114 с.

Никольский Г.В. Теория динамики стада рыб как биологическая основа рациональной эксплуатации и воспроизводства рыбных ресурсов : моногр. — М. : Наука, 1965. — 382 с.

Рябченко Е.Н. Некоторые данные по биологии и промыслу пятиугольного волосатого краба в Тауйской губе Охотского моря // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря. — Магадан : МагаданНИРО, 2004. — Вып. 2. — С. 118–124.

Слизкин А.Г. Атлас-определитель крабов и креветок дальневосточных морей России. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2010. — 256 с.

Слизкин А.Г., Букин С.Д., Слизкин А.А. Четырехугольный волосатый краб (*Erimacrus isenbeckii*) северокурильско-камчатского шельфа: биология, распределение, численность // Изв. ТИНРО. — 2001. — Т. 128. — С. 554–570.

Стексова В.В. Некоторые патологические изменения пятиугольного волосатого краба *Telmessus cheiragonus* (Tilesius) зал. Анива о. Сахалин // Тр. СахНИРО. — 2004. — Т. 6. — С. 293–296.

Щербакова Н.В., Корн О.М. Период встречаемости, плотность и распределение личинок трех видов промысловых крабов в заливе Петра Великого Японского моря // Биол. моря. — 2011. — Т. 37, № 6. — С. 461–471.

Froese R. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations // J. Appl. Ichthyol. — 2006. — Vol. 22, № 4. — P. 241–253. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x.

Froese R., Binohlan C. Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length

frequency data // J. Fish. Biol. — 2000. — Vol. 56, № 4. — P. 758–773. DOI: 10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x.

Kamio M., Matsunaga S., Fusetani N. Observation on the mating behaviour of the helmet crab *Telmessus cheiragonus* (Brachyura: Cheiragonidae) // J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom. — 2003. — Vol. 83. — P. 1007–1013. DOI: 10.1017/S002531540300821Xh.

Nagao J., Munehara H. Annual cycle of testicular maturation in the helmet crab *Telmessus cheiragonus* // Fish. Sci. — 2003. — Vol. 69, № 6. — P. 1200–1208. DOI: 10.1111/j.0919-9268.2003.00746.x.

Taylor M.H., Mildenberger T.K. Extending electronic length frequency analysis in R // Fisheries Management and Ecology. — 2017. — Vol. 24, № 4. — P. 330–338. DOI: 10.1111/fme.12232.

Weber D.D., Miyahara T. Growth of the adult male king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius) : Fish. Bull. — Washington, 1962. — Vol. 62. — 75 p.

References

Abramova, E.V., Distribution of crab larvae near the west coast of Kamchatka in June-July, 2002, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2005, vol. 140, pp. 61–70.

Artemenkov, D.V., Klinushkin, S.V., Kharitonov, A.V., and Sologub, D.O., Growth features of blue king crab *Paralithodes platypus* in the Northern part of the Sea of Okhotsk, *Ontogenesis*, 2022, vol. 53, no. 5, pp. 358–374.

Bizikov, V.A., Alexeyev, D.O., Abaev, A.D., Artemenkov, D.V., Afeichuk, L.S., Bakanev, S.V., Borisovets, E.E., Botnev, D.A., Borilko, O.Yu., Buyanovsky, A.I., Vlasenko, R.V., Galanin, D.A., Gon, R.T., Goryanina, S.V., Grigorov, V.G., Drobyazin, E.N., Dulenina, P.A., Zhukovskaya, G.V., Zuev, M.A., Ivanov, P.Yu., Ilyin, O.I., Karpinsky, M.G., Kim, A.Ch., Klinushkin, S.V., Lysenko, A.V., Manushin, I.E., Matushkin, V.B., Metelyov, E.A., Mikhaylova, O.G., Moiseev, S.I., Nizyaev, S.A., Pavlov, V.A., Pereladov M.V., Saenko,E.M., Sennikov, A.M., Sergeenko, V.A., Sleezkin, A.G., Smirnov, I.P., Sologub, D.O., Stesko,A.V., Kharitonov, A.V., Khoroshutina, O.A., Shaginyan, E.R., Shcherbakova, Ju.A., Chalienko, M.O., Chernienko, I.S., and Yuriev, D.N., Fishery resources of commercial invertebrates of Russian seas and it's use during 2000–2020, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2024, vol. 195, pp. 142–204. doi 10.36038/2307-3497-2024-195-142-204

Vinberg, G.G., Linear dimensions and body weight of animals, *Zh. Obshch. Biol.*, 1971, vol. 32, no. 6, pp. 714–723.

Grigoryeva, N.I., Spatial distribution of the crab larvae (Decapoda: Anomura et Brachyura) in Possyet Bay (Peter the Great Bay of the Sea of Japan) in 2000–2001, *Oceanology*, 2009, vol. 49, no. 5, pp. 663–671. doi 10.1134/S0001437009050075

Dgebuadze, Yu.Yu., *Ekologicheskiye zakonomernosti izmenchivosti rosta ryb* (Ecological aspects of fish growth variability), Moscow: Nauka, 2001.

Klitin, A.K., On distribution of commercial crabs larvae near south Kuril Islands in 1998 and 1999, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2002, vol. 131, pp. 266–283.

Klitin, A.K. and Kochnev, Yu.R., A comparative characteristic of distribution of the five-cornered bearded crab (*Telmessus cheiragonus*) and hanasaki crab (*Paralithodes brevipes*) in the South-Kuril Strait, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 6, pp. 211–226.

Lysenko, V.N., Peculiarities of the biology of the females blue king crab *Paralithodes platypus* in northeastern the Okhotsk Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2001, vol. 128, pp. 523–532.

Lysenko, V.N. and Gaidaev, V.E., Growth of red king crab *Paralithodes camtschaticus* in the Northern part of the West Kamchatka shelf, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2005, vol. 143, pp. 119–127.

Marin, I.N., *Malyy atlas desyatinogikh rakoobraznykh Rossii* (Small atlas of decapods of Russia), Moscow: KMK, 2013.

Melnik, A.M., Abaev, A.D., Vasilyev, A.G., Klinushkin, S.V., and Metelev, E.A., *Kraby i kraboidy severnoy chasti Okhotskogo moray* (Crabs and craboids of the northern part of the Sea of Okhotsk), Magadan: Tipografiya, 2014.

Mina, M.V., Allometric growth, in *Kolichestvennyye aspekty rosta organizmov* (Quantitative aspects of the human body), Moscow: Nauka, 1975, pp. 176–180.

Mina, M.V. and Klevezal', G.A., *Rost zhivotnykh* (Animal growth), Moscow: Nauka, 1976.

Moiseev, S.I., Senniko, A.M., and Moiseeva, S.A., Estimating of the maximum life expectancy and natural mortality of the red king crab on the example of the barents sea population, *Tr. Vser. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2023, vol. 194, pp. 7–26. doi 10.36038/2307-3497-2023-194-7-26

Moiseeva, S.A. and Moiseev, S.I., Relation between muscular tissue condition in limbs and hemocyanin concentration in the hemolymph of red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the barents sea, *Vopr. Rybolov*., 2008, vol. 9, no. 1(33), pp. 200–217.

Moiseeva, S.A. and Moiseev, S.I., Estimation of the proportion of large-sized males of the Kamchatka crab of the Barents Sea population entering molting, based on the level of hemocyanin in the hemolymph, in *Tezisy dokl. 10 Vseross. konf. probl. rybopromyslovogo prognozirovaniya* (Proc. 10th All-Russ. Conf. Probl. Fish. Prediction), Murmansk: PINRO, 2009, pp. 97–98.

Nizyaev, S.A., Bukin, S.D., Klitin, A.K., Perveeva, E.R., Abramova, E.V., and Krutchenko, A.A., *Posobiye po izucheniyu promyslovykh rakoobraznykh dal'nevostochnykh morei Rossii* (Handbook for the Study of Commercial Crustaceans in the Far Eastern Seas of Russia), Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2006.

Nikolsky, G.V., *Teoriya dinamiki stada ryb kak biologicheskaya osnova ratsional'noi ekspluatatsii i vosproizvodstva rybnykh resursov* (The Theory of Fish Stock Dynamics as a Biological Basis for the Rational Exploitation and Reproduction of Fish Resources), Moscow: Nauka, 1965.

Ryabchenko, E.N., Some data on the biology and fishery of the pentagonal hairy crab in the Tauyskaya Bay of the Sea of Okhotsk, in *Sostoyaniye rybokhozyaystvennykh issledovaniy v basseyne severnoy chasti Okhotskogo morya* (State of fishery research in the basin of the northern part of the Sea of Okhotsk), Magadan: MagadanNIRO, 2004, no. 2, pp. 118–124.

Slizkin, A.G., *Atlas-opredelitel' krabov i krevetok dal'nevostochnykh morey Rossii* (Atlas-determinant of crabs and shrimps of the Far Eastern seas of Russia), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2010.

Slizkin, A.G., Bukin, S.D., and Slizkin, A.A., Korean horsehair crab (*Erimacrus isenbeckii*) from the northkurilkamchatka shelf: biology, distribution, abundance, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2001, vol. 128, pp. 554–570.

Stexova, V.V., Some pathologic changes in five-comered bearded crab *Telmessus cheiragonus* (Tilesius) from the Aniva Bay (Sakhalin Island), *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 6, pp. 293–296.

Scherbakova, N.V. and Korn, O.M., The period of occurrence, density, and distribution of larvae of three commercial crab species in Peter the Great bay, Sea of Japan, *Rus. J. Mar. Biol.,* 2011, vol. 37, no. 6, pp. 478–488. doi 10.1134/S1063074011060149

Froese, R., Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations, *J. Appl. Ichthyol*., 2006, vol. 22, no. 4, pp. 241–253. doi 10.1111/j.1439-0426.2006.00805.x

Froese, R. and Binohlan, C., Empirical relationships to estimate asymptotic length, length at first maturity and length at maximum yield per recruit in fishes, with a simple method to evaluate length frequency data, *J. Fish. Biol*., 2000, vol. 56, no. 4, pp. 758–773. doi 10.1111/j.1095-8649.2000.tb00870.x

Kamio, M., Matsunaga, S., and Fusetani, N., Observation on the mating behaviour of the helmet crab *Telmessus cheiragonus* (Brachyura: Cheiragonidae), *J. Mar. Biol. Assoc. United Kingdom*., 2003, vol. 83, pp. 1007–1013. doi 10.1017/S002531540300821Xh

Nagao, J. and Munehara, H., Annual cycle of testicular maturation in the helmet crab *Telmessus cheiragonus*, *Fish. Sci*., 2003, vol. 69, no. 6, pp. 1200–1208. doi 10.1111/j.0919-9268.2003.00746.x

Taylor, M.H. and Mildenberger, T.K., Extending electronic length frequency analysis in R, *Fisheries management and ecology*, 2017, vol. 24, no. 4, pp. 330–338. doi 10.1111/fme.12232

Weber, D.D. and Miyahara, T., Growth of the adult male king crab *Paralithodes camtschatica* (Tilesius), *Fish. Bull*., Washington, 1962, vol. 62.

https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=taxdetails&id=254358/DecaNet eds. DecaNet. Cheiragonidae Ortmann, 1893. World Register of Marine Species. Cited January, 10, 2025.

Поступила в редакцию 20.03.2025 г.

После доработки 9.06.2025 г.

Принята к публикации 16.06.2025 г.

The article was submitted 20.03.2025; approved after reviewing 9.06.2025; accepted for publication 16.06.2025

Известия ТИНРО

2025 **Том 205, вып. 2. С. 366–388.**

Izvestiya TINRO, 2025, Vol. 205, No. 2, pp. 366–388.

УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ПРОМЫСЛОВЫХ ОБЪЕКТОВ
ENVIRONMENTS OF FISHERIES RESOURCES

Научная статья
УДК [597.555.51:551.463.6](265.51)
DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-366-388
EDN: DHLHPL

ПОСЛЕДСТВИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНОГО ПОТЕПЛЕНИЯ 2016–2019 ГГ. ДЛЯ ЗАПАСА ТИХООКЕАНСКОЙ ТРЕСКИ *GADUS MACROCEPHALUS* (GADIDAE) В РОССИЙСКИХ ВОДАХ СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ БЕРИНГОВА МОРЯ

Ю.И. Зуенко, А.Б. Савин, Е.О. Басюк*
Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. Рассмотрены последствия «волны тепла» 2016–2019 гг. для океанологических условий в Беринговом море и популяций тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus*. Запас трески в северо-западной части Берингова моря, в 1965–2012 гг. колебавшийся в пределах 25,0–654,0 тыс. т, в 2017 г. возрос до 1329,7 тыс. т. Особенности размерно-возрастного состава трески, нагуливавшейся в российских водах в эти годы, указывают на то, что основу запаса составили мигранты, подошедшие с юго-востока моря. Столь массовые миграции происходили в условиях экстремального роста температуры воды, особенно на поверхности моря, разрушения придонной холодной шельфовой водной массы, усиления теплых течений, в результате чего традиционные миграции трески с юго-востока на северо-запад моря активизировались, кроме того, возник новый миграционный маршрут — на север, через аляскинский шельф к берегам Чукотки и даже в Берингов пролив и Чукотское море. Оба пути миграций совпадают с потоками Беринговоморского и Аляскинского течений, огибающих с двух сторон и разрушающих Лаврентийское пятно холодных шельфовых вод. Выдвинута гипотеза, что активизация миграций обусловлена усилением транспорта на север эвфаузиид *Thysanoessa inermis* из района их воспроизводства и сопутствующих миграций основного потребителя эвфаузиид — минтая. На основе полученных знаний о последствиях «волн тепла» в Беринговом море промысел трески может быть оптимизирован с целью более полного использования меняющегося промыслового ресурса.

Ключевые слова: «волна тепла», тихоокеанская треска, *Gadus macrocephalus*, нагульные скопления, нагульная миграция, циркуляция вод, транспорт зоопланктона течениями, Берингово море

Для цитирования: Зуенко Ю.И., Савин А.Б., Басюк Е.О. Последствия экстремального потепления 2016–2019 гг. для запаса тихоокеанской трески *Gadus macrocephalus* (Gadidae) в российских водах северо-западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 2. — С. 366–388. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-366-388. EDN: DHLHPL.

** Зуенко Юрий Иванович, доктор географических наук, ведущий специалист, zuenko_yury@hotmail.com, ORCID 0000-0003-1312-542X; Савин Андрей Борисович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, andrei.savin@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0003-5910-6512; Басюк Евгений Олегович, ведущий специалист, evgenii.basyuk@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0001-5132-1766.*

© Зуенко Ю.И., Савин А.Б., Басюк Е.О., 2025

Original article

Impacts of extreme warming in 2016–2019 on the stock of pacific cod *Gadus macrocephalus* (Gadidae) in the Russian waters of northwestern Bering Sea

Yury I. Zuenko*, Andrey B. Savin, Eugene O. Basyuk*****
*–*** Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia
* D.Geogr., leading specialist, zuenko_yury@hotmail.com, ORCID 0000-0003-1312-542X
** Ph.D., leading researcher, andrei.savin@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0003-5910-6512
*** leading specialist, evgenii.basyuk@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0001-5132-1766

Abstract. "Heat wave" in the Bering Sea in 2016–2019 and its consequences for oceanographic conditions and local populations of pacific cod *Gadus macrocephalus* are considered. The feeding stock of cod in the northwestern part of the sea (Russian EEZ) had fluctuated previously (1965–2012) from $25 \cdot 10^3$ to $654 \cdot 10^3$ t, but increased up to $1329.7 \cdot 10^3$ t in 2017. Features of the size-age structure for the cod fed in this area in the years of "heat wave" showed a prevalence of migrants from the southeastern Bering Sea. Such active migrations of cod were conditioned by extreme heating of the water and destruction of the cold water pool at the shelf bottom caused by strengthening of warm currents that enforced the traditional migration from the south-east to the north-west and opened a new route — northward from the southeastern Bering Sea, across the shelf of Alaska to the coasts of Chukotka Peninsula or even to the Bering Strait and Chukchi Sea. Both routes coincided with the streams of the Bering Slope Current and Alaska Coastal Current, which encircled the cold water pool from two sides and destroyed this water mass. A hypothesis is proposed that the migrations were driven by northward transport of krill *Thysanoessa inermis* by these currents from the area of their reproduction at the continental slope accompanied by feeding migrations of their main grazer — walleye pollock. The study results allow to optimize the cod fishery in the Bering Sea for comprehensive utilization of this strongly fluctuating stock.

Keywords: "heat wave", pacific cod, *Gadus macrocephalus*, feeding, feeding migration, water circulation, transport of zooplankton by currents, Bering Sea

For citation: Zuenko Yu.I., Savin A.B., Basyuk E.O. Impacts of extreme warming in 2016–2019 on the stock of pacific cod *Gadus macrocephalus* (Gadidae) in the Russian waters of northwestern Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2025, vol. 205, no. 2, pp. 366–388. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-366-388. EDN: DHLHPL.

Введение

На фоне современного глобального потепления, темпы которого оцениваются в десятые доли градуса за десятилетие, то в одном, то в другом регионе время от времени случаются резкие повышения температуры, продолжающиеся до нескольких лет, но потом все же заканчивающиеся, получившие у климатологов название «волны тепла» (heat waves). Раньше в Мировом океане такие феномены не наблюдались, за исключением квазипериодических резких повышений температуры у берегов Перу и Эквадора, известных как явление Эль-Ниньо. В отличие от Эль-Ниньо, которое случается относительно регулярно, «волны тепла» возникают неожиданно и столь же неожиданно заканчиваются, поэтому влекут катастрофические последствия для морских экосистем. Наиболее известна «волна тепла», наблюдавшаяся в северо-восточной части Тихого океана в конце 2013 г. и просуществовавшая до начала 2016 г., получившая собственное имя «The Blob» [Petersen et al., 2015]. Аномалии температуры поверхности океана во всей обширной области распространения этой массы теплой воды (порядка 1000 миль в диаметре) стабильно превышали +2 °C (тогда это казалось экстремальным, сейчас уже нет).

В последние годы несколько подобных «волн тепла», даже с более высокими аномалиями температуры, фиксировались и в дальневосточных морях России. В 2016–2019 гг. резкое и довольно продолжительное потепление произошло в северной части Берингова моря [Басюк, Зуенко, 2019; Stabeno, Bell, 2019; Basyuk, Zuenko, 2020]. В эти годы отклонения ледовитости моря, температуры воздуха и воды на поверхности

моря от среднемноголетних значений превышали 2σ, при этом уровень ледовитости не превышал половины нормы, аномалии температуры воздуха и воды достигали +15 и +3 °С, полностью разрушилось придонное пятно холодных шельфовых вод в пределах российской экономзоны, Наваринское течение было неустойчивым. Причины этих изменений — преобладание ветров южных румбов на всей акватории не только в летний, но и в зимний период из-за смещения к западу центра Алеутской депрессии, а также усиленная адвекция в Берингово море океанических вод из СВТО, которые и после завершения феномена «The Blob» все еще сохраняли повышенную температуру. Эта «волна тепла» вызвала кардинальные изменения в функционировании экосистемы северной части Берингова моря, в частности активизацию миграций сюда и далее в Чукотское море массовых видов рыб из юго-восточной части моря — минтая и трески.

Влияние экстремальных условий 2016–2019 гг. на состояние восточноберинговоморской популяции минтая, нагуливающейся отчасти в северо-западной части Берингова моря, рассмотрено в работе Айснер с соавторами [Eisner et al., 2020]. Цель настоящей статьи — определить такое влияние на более сложноорганизованный ресурс — беринговоморскую треску, имеющую несколько центров воспроизводства. Для этого, помимо характеристики происходящих в последние два десятилетия изменений условий среды в Беринговом море и динамики запасов трески в российских и американских водах, оценены величины подходов трески аллохтонного происхождения в районы российского промысла и выполнено сравнение межгодовой динамики подходов с вариациями условий среды.

Материалы и методы

Район исследований — северо-западная часть Берингова моря в пределах Западно-Беринговоморской промысловой зоны (рис. 1). На юго-востоке он граничит с экономической зоной США. В период с 1999 по 2021 г. в летние сезоны выполнены учетные донные траловые съемки этого района с дискретностью 1–3 года на следующих научно-исследовательских судах ТИНРО и рыболовных траулерах: НИС «ТИНРО» в августе-октябре 1999 г.; НИС «Профессор Кагановский» в сентябре-ноябре 2001 г.; НИС «ТИНРО» в июле-августе 2002 г.; СРТМ-К «КамчатНИРО-1» в октябре-ноябре 2004 г.; НИС «ТИНРО» в августе-октябре 2005 г.; в июле-августе 2008 г.; в июле-сентябре 2010 г.; НИС «Бухоро» в июле-августе 2010 г.; НИС «Профессор Кагановский» в июле-августе 2012 г.; НИС «ТИНРО» в июне-августе 2015 г.; СТР «Потапово» в мае-июне 2016 г.; НИС «Бухоро» в июне-июле 2017 г.; НИС «Профессор Леванидов» в июле-августе 2019 г.; НИС «Дмитрий Песков» в августе-сентябре 2020 г.; НИС «ТИНРО» в сентябре 2020 г.; НИС «Профессор Кагановский» в августе-сентябре 2021 г. Во всех съемках применялись исследовательский трал ДТ-27,1/24,4 с мешком 8 м и 10-миллиметровой мелкоячейной вставкой и стандартная методика облова и обработки данных [Савин, 2011].

Биомасса трески рассчитана для стандартного полигона, занимающего весь шельф и верхнюю часть континентального склона экономической зоны России к востоку от мыса Олюторского, в пределах которого нагуливается основная часть трески, по данным учетных тралений методом площадей по ячейкам Вороного–Дирихле [Борисовец и др., 2003], с переводом величин улова для каждого траления в плотность распределения с учетом коэффициента уловистости трала:

$$B = \frac{1}{10^6} \sum_{i=min}^{max} P_i S_i, \qquad (1)$$

где B — биомасса трески, тыс. т; i — номер траления; S — площадь ячейки Вороного–Дирихле, км^2; 10^{-6} — коэффициент перевода килограммов в тысячи тонн; P — плотность распределения трески, кг/км^2: $P_i = \frac{m_i}{1{,}852 \cdot v_i \cdot t_i \cdot 0{,}001 \cdot a \cdot k}$, где m — улов, кг; v — средняя скорость траления, уз; t — время траления, ч; a — горизонтальное раскрытие

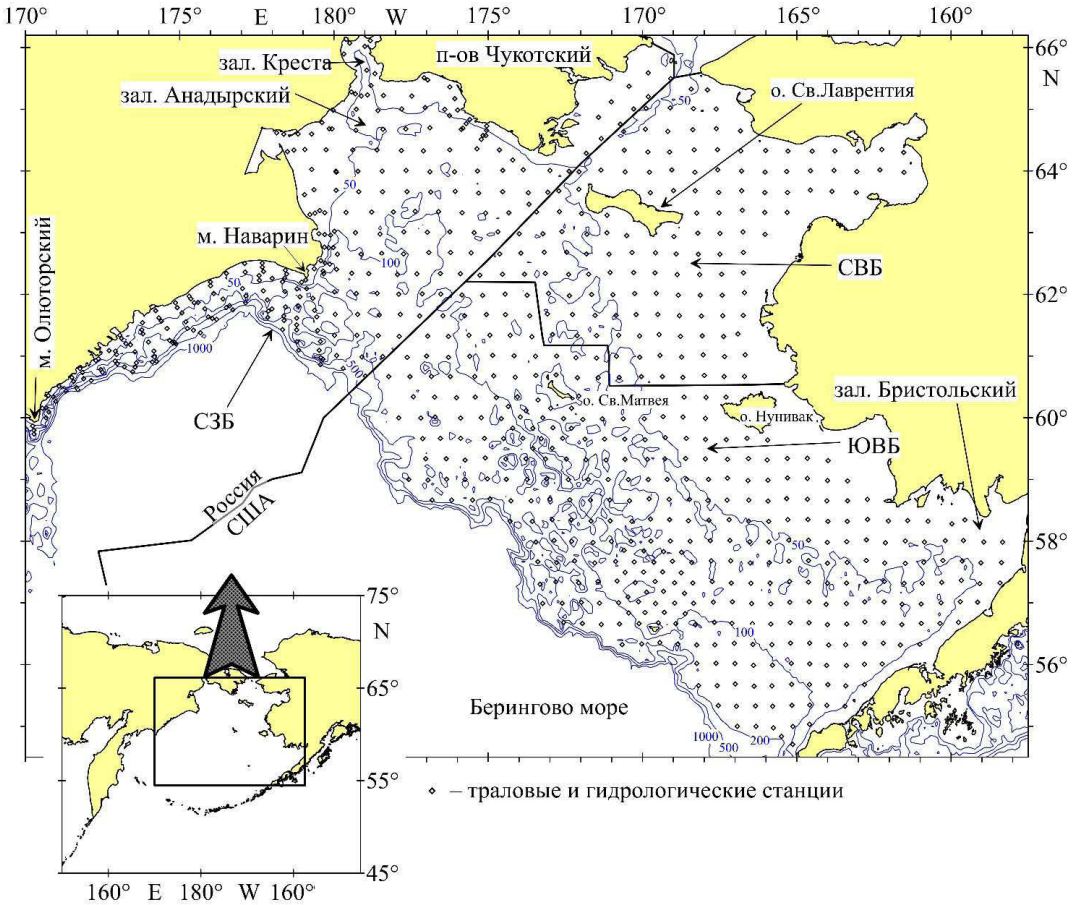


Рис. 1. Схема районов учета запаса трески в Беринговом море: *СЗБ* — северо-западная, *СВБ* — северо-восточная, *ЮВБ* — юго-восточная части Берингова моря

Fig. 1. Scheme of the areas for assessment the stock of pacific cod in the Bering Sea: *СЗБ* — northwestern Bering Sea, *СВБ* — northeastern Bering Sea, *ЮВБ* — southeastern Bering Sea

трала (16,26 м); *k* — коэффициент уловистости трала, принятый для трески равным 0,4; 1,852 — коэффициент перевода морских миль в километры; 0,001 — коэффициент перевода метров в километры.

Если учетной траловой съемкой был охвачен только олюторско-наваринский шельф, как это было в экспедициях на СРТМ-К «КамчатНИРО-1» в 2004 г., СТР «Потапово» в 2016 г. и НИС «Профессор Леванидов» в 2019 г., то значения учтенного запаса были увеличены для приведения к запасу на стандартном полигоне по среднемноголетнему соотношению биомассы трески в обследованном районе и на всей площади полигона.

Сведения о динамике биомассы трески и ее распределении в восточной части Берингова моря за 1999–2024 гг., полученные по данным ежегодных учетных донных траловых съемок, выполняемых Аляскинским центром рыбохозяйственных исследований Национального управления океанов и атмосферы США (NOAA), заимствованы из научной литературы [Stevenson, Lauth, 2019; Barbeaux et al., 2024].

В ходе учетных съемок ТИНРО на каждой станции выполняли вертикальные зондирования с океанологическими зондами-профилометрами Sea-Bird SBE-25 или SBE-19plus с определением температуры и солености воды. Эти данные были использованы, в частности, для определения площади придонных и подповерхностных вод с отрицательной температурой в пределах северо-западной части Берингова моря.

Рассчитывали площади, занятые водой с отрицательной температурой на глубине 50 м и у дна в пределах экономической зоны России, без учета зал. Креста и прилегающего к нему прибрежного участка. При расчете использована равноплощадная коническая проекция Альберса (Albers Equal Area Conic Projection) со стандартными параллелями 60–65° с.ш., центральной долготой 180° и широтой 63° с.ш.

Поскольку съемки выполнялись не каждый год и в разные сроки, основой для характеристики изменений условий среды послужили более регулярные данные спутникового мониторинга. Для характеристики термических условий использованы месячные данные о температуре поверхности моря с пространственным разрешением 1° (с 2023 г. — 0,25°) из массива Optimum Interpolation Sea-Surface Temperature V2 [Reynolds et al., 2002], доступного на сайте NOAA: https://www.esrl.noaa.gov/.

Ежедневные данные о концентрации морского льда получены с сайта https://nsidc.org/data/nsidc-0081/versions/2, где под концентрацией понимается доля покрытия морским льдом пикселя изображения, выраженная в процентах [Meier et al., 2021]. При расчетах ледовитости использовали пороговое значение концентрации в 15 %, обычно принимаемое для различения занятой льдом поверхности моря и чистой воды. Для каждого года данные о концентрации осреднены за январь-апрель и с учетом общей площади моря рассчитана среднезимняя ледовитость моря — средняя доля акватории, занятой льдом, относительно всей площади моря, равной 2315 тыс. км^2 [Фролов, 1971]. Исходя из допущения о сохранении в течение некоторого времени цикличности межгодовых изменений ледовых процессов, разработан прогноз динамики ледовитости с заблаговременностью до 5 лет с применением усовершенствованного преобразования Фурье EDFT (Extended Discrete Fourier Transform, https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/11020-extended-dft) [Liepins, 1996]. Оптимальная длина ряда для преобразования Фурье выбрана путем сравнения ошибок прогнозов на 2018–2024 гг. при экстраполяции рядов разной длины: минимальные ошибки (СКО 3–5 % для прогнозов с заблаговременностью 1–3 года) получены для рядов длиной 40–45 лет. Поэтому параметры гармоник в преобразовании Фурье для прогнозирования на 2025–2029 гг. определены для ряда межгодовых вариаций среднезимней ледовитости за 1979–2024 гг. Ошибка такого прогноза на 2025 г. составила 2 % площади моря.

Схемы циркуляции вод для отдельных лет построены с помощью ре-анализа OSCAR (Ocean Surface Current Analysis, https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/OSCAR_L4_OC_NRT_V2). В ре-анализе по данным альтиметрии, а также о приповерхностном ветре и температуре поверхности моря рассчитываются приповерхностные (0–30 м) течения с пространственным разрешением ¼° [Bonjean, Lagerloef, 2002].

Летом-осенью на северо-западном шельфе Берингова моря нагуливается как треска местных популяций, так и треска, мигрирующая сюда только для нагула, а нерестящаяся — на центральном и восточном шельфах моря. Для оценки вклада мигрантов в суммарную нагульную биомассу, оцениваемую по данным учетных съемок, рассмотрены особенности размерно-возрастного состава трески в уловах. В большинстве случаев он необычен для рыб и отличается повышенной долей крупноразмерных особей в возрасте 4+ и старше, причем это характерно как для численности возрастного состава в уловах конкретных лет, так и для изменений численности рыб конкретного поколения в уловах разных лет, по мере увеличения их возраста (рис. 2). Между тем для рыб типично постепенное убывание с возрастом численности крупных старшевозрастных особей вследствие естественной смертности, что хорошо аппроксимируется степенной функцией вида:

$$N_a = N_t \cdot (1 - M)^{a-t}, \qquad (2)$$

где a — возраст; N_a — численность особей в возрасте a; N_t — численность особей в возрасте t, начиная с которого они хорошо облавливаются тралом (обычно t — возраст наиболее массовой группы в уловах), в данном случае трехлеток; M — годовая смертность.

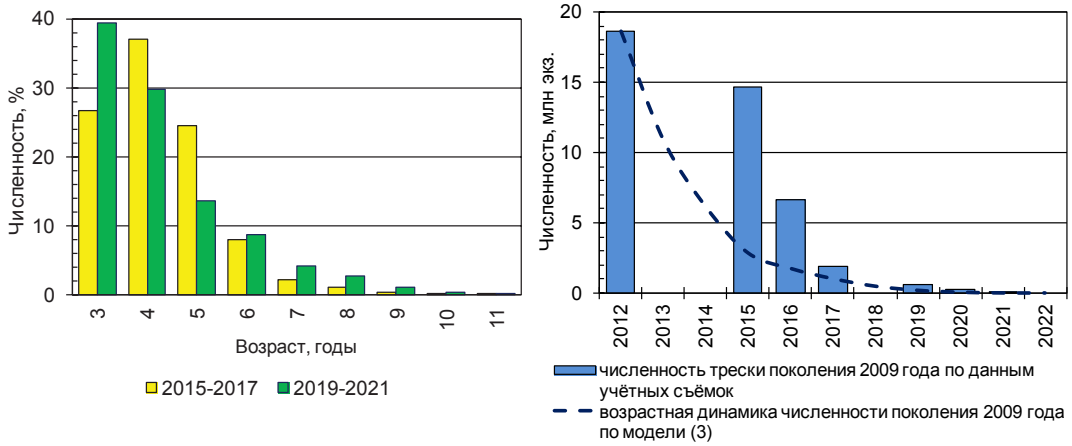


Рис. 2. Средний за 2015–2017 и 2019–2021 гг. возрастной состав трески в уловах траловых учетных съемок в северо-западной части Берингова моря (**слева**) и пример возрастной динамики численности поколения трески 2009 г. в этом же районе по данным семи траловых съемок и по расчетам по модели (3) (**справа**). Смертность в модели (3) принята по П.В. Тюрину [1972]

Fig. 2. Averaged for 2015–2017 and 2019–2021 age composition of pacific cod in the catches of counting surveys in the northwestern Bering Sea (**left**) and age dynamics for the year-class 2009 in the same area assessed on the data of seven trawl surveys and calculated with the model (3) (**right**), 10^6 ind. The coefficients of mortality *m* in the model (3) are assumed according to P.V. Tyurin [1972]

Для эксплуатируемых популяций, подверженных не только естественной, но и промысловой смертности, которая характеризуется величиной годового вылова *C*, при анализе годовых изменений численности поколений (когортном анализе) гладкая степенная функция обычно заменяется ступенчатой, используя приближение Поупа [Pope, 1972, цит. по: Бабаян и др., 1984]. В таком случае изменение численности поколения от года i к году i+1:

$$N_i = N_{i+1} \cdot e^{m} + C_i \cdot e^{(m/2)},$$

откуда

$$N_{i+1} = N_i \cdot e^{-m} - C_i \cdot e^{-(m/2)}, \qquad (3)$$

где N_i, N_{i+1} — численность особей в годы i и i+1; C_i — годовой вылов в год i; *m* — коэффициент смертности, находящийся с годовой смертностью *M* в соотношении $M = (1 - e^{-m})$.

Несоответствие реальной возрастной динамики численности поколений трески в уловах траловых съемок в северо-западной части Берингова моря теоретической степенной кривой, тем более с учетом вылова, связано с включением в общий нагульный запас трески старших возрастов, не воспроизводящейся в этом районе, а массово мигрирующей сюда на нагул. Если учтенный запас трески определенного возраста представляет собой сумму трески местной популяции и мигрантов, то для каждого возраста численность «местной» трески может быть рассчитана когортным методом по уравнению (3), а вклад мигрантов определяется как остаток *D* в суммарной численности поколения:

$$S_{i+1} = N_i \cdot e^{-m} - C_{iN} \cdot e^{-(m/2)} + D_{i+1} - C_{iD} \cdot e^{-(m/2)}, \qquad (4)$$

где S_{i+1} — суммарная численность поколения по данным учетной съемки в год i+1; N_i, N_{i+1} — вклад в суммарную численность численности рыб местной популяции в году i; D_{i+1} — вклад в суммарную численность в год i+1 мигрантов, численность которых не связана с их численностью в предыдущий год; C_{iN}, C_{iD} — вклады рыб местной популяции и мигрантов в вылов в год i.

В уравнении (4), помимо величины S_{i+1}, известна величина $C_i = C_{iN} + C_{iD}$ (вклады разных популяций в улов полагаем пропорциональными их вкладам в общую численность), а величина *m* задается параметрически (в данной работе использованы результаты определений смертности трески, выполненных по методике П.В. Тюрина [1972], согласно

которым *m* меняется в зависимости от возраста от 0,34 ($M = 0{,}29$) для 4–5-леток до 1,85 ($M = 0{,}84$) для 12-леток). В общем виде решение уравнения (4) не может быть найдено, так как оно содержит более одного неизвестного. Однако если объединить несколько таких уравнений за все годы жизни поколения в систему, то неопределенность решений сильно уменьшается, так как *D* ни в каком году не может иметь отрицательного значения, а все значения *N* находятся на одной квазиэкспоненциальной кривой (3).

Как правило, подстановка $D_3 = 0$ приводила к расчетным отрицательным значениям *D* (т.е. $N > S$) для какого-нибудь из старших возрастов, что означает, что даже у трехлеток трески не весь запас на полигоне формируется местной популяцией, но и среди них присутствуют мигранты, хотя и не в таком количестве, как среди более старших рыб. Поэтому в рядах возрастной динамики численности каждого поколения выбирали один из старших возрастов с относительно малой численностью (обычно это 8–9–10-летки) и задавали для него минимально возможное значение $D = 0$, что позволяло определить значение $N = S$ для этого возраста, и далее по уравнению (3) рассчитывали значения *N* для всех других возрастов и определяли значения *D* в остальные годы жизни поколения как остаточные члены уравнения $N + D = S$. Такому анализу были подвергнуты поколения трески начиная с 1995 и заканчивая 2015 годом выклева (для поколений более поздних годов рождения восстановить квазиэкспоненциальную динамику численности за все годы жизни пока невозможно). Полученные таким образом оценки *D* для разных лет являются минимальными оценками численности мигрантов, а оценки *N* — максимальными оценками численности автохтонной популяции.

Индекс относительной численности поколений трески местной популяции N_t определяли как численность трехлеток в пределах полигона за вычетом трехлеток-мигрантов. Такие оценки сделаны для поколений 1993–2015 годов выклева, для которых удалось восстановить возрастную динамику численности.

Вклад местной трески и мигрантов в учтенную численность трески в пределах полигона определяли для всех лет съемок по 2019 г. включительно суммированием величин *N* и *D* всех поколений в возрасте от 3 лет, присутствовавших в уловах в эти годы. Отмечено, что возрастная структура трески, мигрирующей в северо-западную часть Берингова моря на нагул, сильно отличалась от возрастной структуры местной популяции: в отличие от местной трески, численность которой с возрастом убывала, среди мигрантов преобладали 4–5-летки. Соотношение этих групп трески в суммарном запасе оценивали путем пересчета численности в биомассу, используя среднемноголетние данные о массе особей трески в зависимости от возраста [Савин, 2023], без учета возможных межпопуляционных различий.

Статистическую значимость трендов и корреляционных связей оценивали методом «нулевой гипотезы».

Результаты и их обсуждение

Динамика запаса трески в российской зоне и его популяционного состава

Популяционная структура трески Берингова моря формируется изоляцией по расстоянию, при которой особи из ближайших районов нереста более генетически сходны, чем особи из отдаленных районов. В настоящее время в пределах моря выделяются две генетические группы трески: группа, обитающая на обширной акватории, включающей юго-восточную часть Берингова моря, воды у восточных Алеутских островов и западную часть зал. Аляска (при этом треска этой группы имеет существенные генетические отличия от трески с восточных нерестилищ зал. Аляска), и группа, обитающая на северо-западном шельфе моря, вплоть до подводного каньона Первенец [Cunningham et al., 2009; Spies, 2012; Drinan et al., 2018; Spies et al., 2020; Shotwell et al., 2023; Barbeaux et al., 2024]. Большая часть ареала второй группы находится в российских водах. При этом треска первой группы частично также нагуливается в российских водах, совершая для этого протяженные нагульные миграции. Следует отметить, что

представленная популяционная структура является предварительной и, возможно, с накоплением новых данных будет расширяться и усложняться. В частности, перспективны для выделения в обособленные популяции группировка трески, обитающей у о. Богослов в восточной части Алеутской гряды, и треска, нерестящаяся в районе мыса Олюторского, нагульные скопления которой удерживаются в этом же районе. В северо-восточной части Берингова моря, севернее о. Нунивак, крупных скоплений трески не обнаруживалось вплоть до последнего десятилетия. Произошедшее во второй половине 2010-х гг. потепление открыло для ее нагула обширные мелководья на севере моря, более того, треска начала мигрировать через них к берегам Чукотки, в Берингов пролив и даже в Чукотское море, где ранее никогда не отмечалась [Орлов и др., 2020].

В российских водах северо-западной части Берингова моря запас трески колеблется в весьма широких пределах. Согласно оценкам, сделанным по материалам траловых съемок, в конце 1960-х гг. запас увеличивался с 66,46 (1966 г.) до 282,56 тыс. т (1970 г.), но значительная промысловая нагрузка на стадо в 1970–1974 гг. при малочисленном пополнении вызвала перелов и резкое снижение нерестового запаса до 24,50 тыс. т в 1977 г. с последующим восстановлением к 1980 г. до 108,13 тыс. т [Вершинин, 1987]. В 1980–1990-е гг. отмечены три волны роста, когда нерестовый запас трески достигал 344,04 тыс. т (1984 г.), 463,13 (1991 г.) и 561,58 тыс. т (1996 г.) при локальных минимумах 234,12 тыс. т в 1987 г. и 371,33 тыс. т в 1993 г. [Савин, 2023].

В последующие два десятилетия наблюдалась тенденция к росту биомассы трески в этом районе. Если в 1999–2002 гг. ее оценки по данным учетных съемок колебались в пределах 63–111 тыс. т, а в 2004–2012 гг. увеличились до 314–654 тыс. т, то с 2015 по 2017 г. произошел стремительный рост с 814 до 1227 тыс. т. Но в последние годы происходит снижение со 1107,77 тыс. т в 2019 г. и 598,66 тыс. т в 2020 г. до 270,35 тыс. т в 2021 г. (рис. 3).

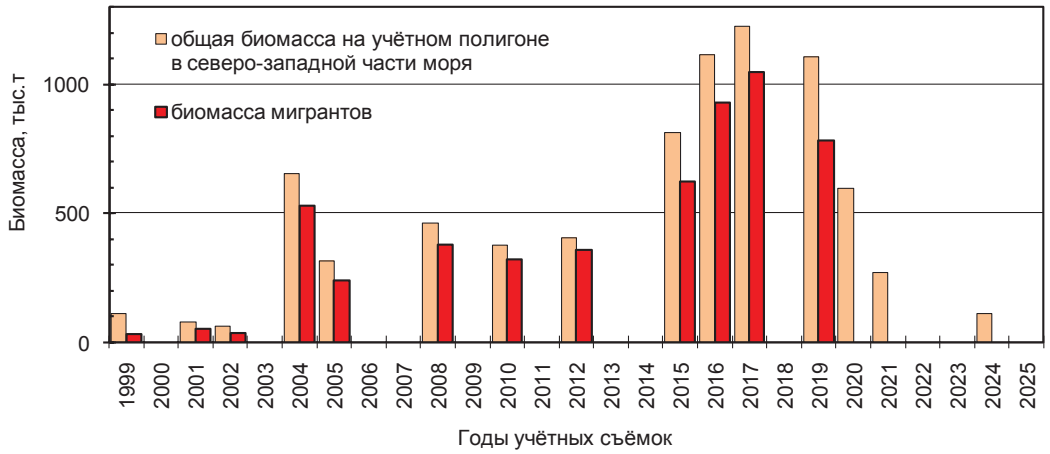


Рис. 3. Динамика общей биомассы трески в северо-западной части Берингова моря по данным донных траловых съемок. Для периода до 2019 г. оценен вклад мигрантов

Fig. 3. Dynamics of total biomass for feeding pacific cod in the northwestern Bering Sea, on the data of bottom trawl surveys, 10^3 t. The portion of migrants is estimated until 2019

Следует особо подчеркнуть, что столь значительного и быстрого увеличения биомассы трески на северо-западе моря, как в 2016–2019 гг., которое может быть обусловлено только массовыми миграциями вида в этот район из юго-восточной части моря, в предыдущие десятилетия не наблюдалось.

Доля трески, пришедшей на нагул в северо-западную часть Берингова моря из-за ее пределов, во все годы, для которых удалось это оценить, составляла большую часть нагульных скоплений (в 1999–2015 гг. в среднем 79 %, в 2016–2019 гг. до 91 % по биомассе). Поэтому динамика общей нагульной биомассы в этом районе повторяла динамику биомассы мигрантов ($r = 0{,}99$), т.е. напрямую зависела от нее (рис. 4). Столь

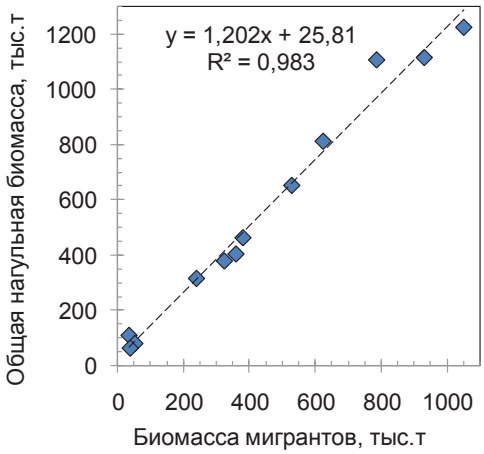


Рис. 4. Зависимость общей биомассы трески в возрасте от 3 лет в северо-западной части Берингова моря от биомассы мигрантов по данным донных траловых съемок 1999–2019 гг.

Fig. 4. Dependence of the total biomass for pacific cod of age 3 years and more in the northwestern Bering Sea on the biomass of migrants, on the data of bottom trawl surveys in 1999–2019, 10^3 t

тесная зависимость дает основание полагать, что рост биомассы во второй половине 2010-х гг. был обусловлен усилением миграций трески в северо-западную часть моря с восточноберинговоморского шельфа.

Значительные различия пространственных распределений трески в зависимости от условий среды можно видеть на примере «холодного» 2010 и «теплого» 2017 гг. (рис. 5). Летом 2010 г. придонный слой почти всей средней области шельфа от п-ова Аляска до Анадырского залива и вся северо-восточная часть моря были заняты холодной водой с температурой < 2 °С. В этих условиях треска восточноберинговоморской популяции нагуливалась в основном в Бристольском заливе и на внешнем шельфе южнее о-вов Прибылова, а севернее 60° с.ш. ее концентрации были очень низкими. В 2017 г., напротив, биомасса трески была пониженной на среднем и внешнем шельфах в юго-восточной части моря, но высокой на северном шельфе, особенно в бассейне Чирикова и к югу от о. Святого Лаврентия. Условный «центр биомассы» трески в теплые годы, как правило, находился севернее, чем в холодные, а в 2010 и 2017 гг. такой центр занимал соответственно наиболее южное и наиболее северное положение. При этом плотные скопления трески, обнаруженные в 2017 г. на крайнем севере Берингова моря, состояли из зрелых взрослых особей, что является дополнительным признаком того, что они были сформированы мигрантами, потому что дальние миграции свойственны взрослой треске.

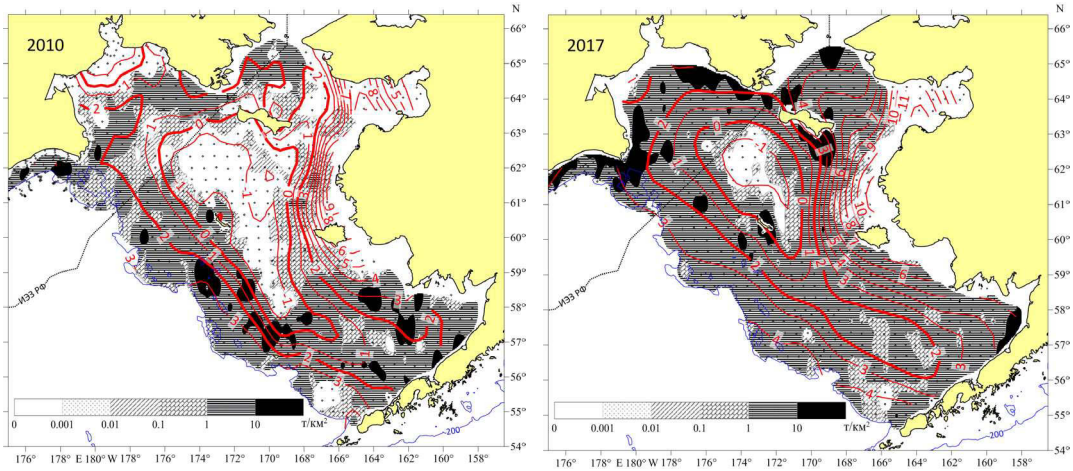


Рис. 5. Примеры распределения трески в Беринговом море по результатам летних съемок 2010 и 2017 гг. *Точками* показаны траления, *изолиниями* — температура воды у дна, °С

Fig. 5. Examples of pacific cod distribution in the Bering Sea on the data of summer surveys in 2010 and 2017, t/km². *Dots* — sites of trawling; *isolines* — water temperature at the sea bottom, °C

Решающий вклад мигрантов в динамику нагульных скоплений в районе совместного нагула двух популяций трески не исключает того, что запас трески местной популяции имеет собственную динамику, обусловленную вступлением в него и соматическим ростом рыб малочисленных либо высокочисленных поколений. За 1995–2012 гг. отмечены три периода улучшения воспроизводства западноберинговоморской популяции и три периода его ухудшения (рис. 6). Однако даже наиболее многочисленные поколения 2010 и 2015 гг. (индексы численности 32,6 и 35,5 млн экз.), в массе представленные в уловах учетных съемок 2015–2019 гг., на фоне усиления дальних миграций значительно уступали по численности ровесникам-мигрантам, составляя не более 20 % численности 4–5-леток в уловах этих лет. Можно сделать вывод, что динамика автохтонного запаса не оказывала существенного влияния на тенденции в изменениях общих нагульных скоплений трески в северо-западной части Берингова моря. Вместе с тем колебания численности местной трески могли сглаживать или, наоборот, обострять флюктуации численности мигрантов. Так, в условиях резкого ослабления миграций в начале 2020-х гг. ресурс трески северо-западной части Берингова моря сохранил свое промысловое значение благодаря высокой численности автохтонного поколения 2015 г. и, возможно, нескольких последующих лет (для которых индексы численности поколений пока не определены).

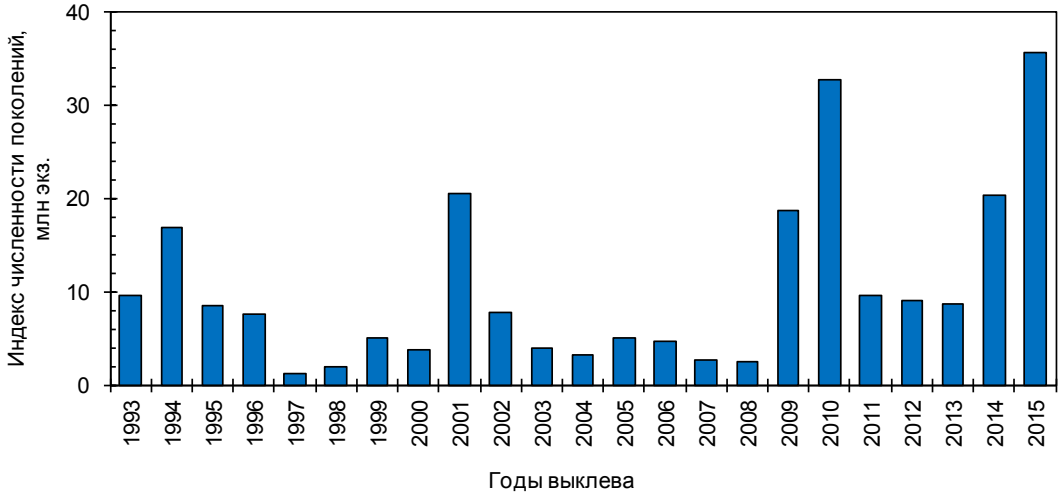


Рис. 6. Динамика индекса численности поколений местной популяции трески северо-западной части Берингова моря

Fig. 6. Dynamics of year-class strength for the local population of pacific cod in the north-western Bering Sea, 10^6 ind.

Динамика океанологических условий в северо-западной части Берингова моря

Ежегодное образование морского льда является важным фактором, влияющим на физическую и биологическую среду на севере Берингова моря [Stabeno et al., 2012a, b]. В условиях высокой/низкой ледовитости в деятельном слое моря формируются устойчивые отрицательные/положительные температурные аномалии, влияющие на распределение плотности морской воды, а следовательно, и на стратификацию, циркуляцию и перемешивание вод. При этом ледовитость весьма изменчива, периоды малой ледовитости чередуются с холодными, ледовитыми периодами, что связано с колебаниями положения центра Алеутского минимума таким образом, что смещение центра на запад приводит к росту повторяемости над акваторией моря южных ветров, а на восток — северных ветров. Баланс этой колебательной системы сильно нарушился во второй половине 2010-х гг. из-за усиления Гавайского антициклона вследствие общего разогрева тропосферы и интенсификации макромасштабной циркуляционной ячейки, транспортирующей воздух из экваториальной зоны в субтропическую. Гребень антициклона распространился на Аляску и оттеснил Алеутскую депрессию к западу

настолько, что в некоторые годы ее центр смещался на Камчатку [Басюк, Зуенко, 2019]. Эти макропроцессы обусловили резкое потепление среды в Беринговом море. Так, в зимы 2017–2018 гг., когда центр Алеутского минимума располагался над Камчаткой, западная половина Берингова моря была занята ложбиной низкого давления, по которой происходила мощная адвекция теплого воздуха на север моря и Чукотский полуостров, что привело к формированию аномалий температуры воздуха до +10...+15 °С в среднем за месяц и радикально изменило теплообмен между морем и атмосферой: поверхностный слой моря зимой менее выхолаживался, лед не образовывался, зимняя конвекция не развивалась. В последние годы наблюдаются релаксация климатической системы, возврат ее к обычному состоянию и, соответственно, похолодание в Беринговом море. Поэтому после резкого уменьшения ледовитости до экстремально низкого, ранее никогда в современной эпохе не наблюдавшегося среднезимнего значения около 10 % площади моря в 2018 г. с 2020 г. ледовитость вновь приблизилась к среднемноголетней норме (рис. 7).

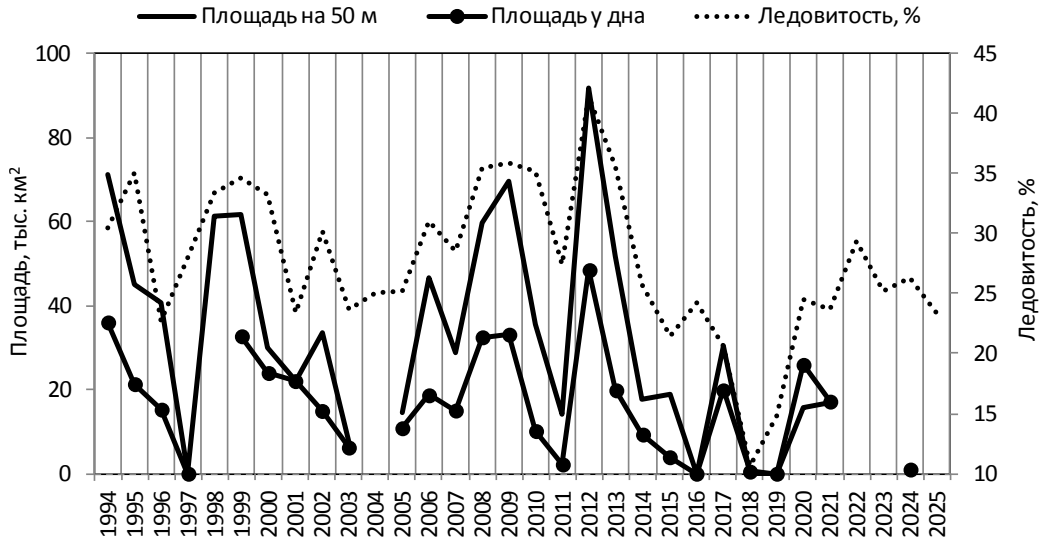


Рис. 7. Межгодовая динамика средней за январь-апрель ледовитости Берингова моря и площади холодного (< 0 °С) пятна на горизонте 50 м и у дна в пределах исключительной экономической зоны России по данным океанологических съемок в августе-сентябре

Fig. 7. Interannual dynamics of the ice cover in the Bering Sea averaged for January-April (%) and the area of cold water pool (10^3 km^2 with temperature < 0 °C) at the sea bottom and at the 50 m depth within EEZ of Russia on the data of oceanographic surveys in August-September

Другие океанологические характеристики на северо-западе Берингова моря, в том числе и в теплую часть года, в значительной мере определяются последствиями процесса льдообразования. Одним из важнейших элементов летней структуры вод является область с холодной придонной водой (Лаврентийское холодное пятно (ЛХП)), которая простирается с севера на юг посередине восточноберинговоморского шельфа (между изобатами 50–100 м, с ядром на 60–80 м), заходя и в Анадырский залив [Kinder, Shumacher, 1981; Зуенко и др., 1998; Wyllie-Echeverria, Wooster, 1998]. В теплые, малоледовитые годы ЛХП с температурой ниже 2 °С ограничивается северной частью шельфа, распространяясь на юг лишь примерно до о. Св. Матвея, в то время как в холодные годы оно может простираться почти до п-ова Аляска [Stevenson, Lauth, 2012]. Меняется от года к году, причем в строгой корреляции с ледовитостью в предшествующие зимы, и площадь западного выступа ЛХП, находящаяся в пределах экономзоны России (рис. 7).

В северо-западной части Берингова моря имеется собственное, локальное ядро холодной придонной воды, располагающееся в окрестностях зал. Креста, которое, в отличие от ЛХП, имеет высокую соленость [Зуенко и др., 1998; Гладышев, Хен, 1999]. Формируемый им градиент плотности обеспечивает развитие потока относительно

«теплой» воды от мыса Наварин на север поперек шельфа и далее вдоль побережья Чукотского полуострова в направлении Берингова пролива — Наваринского течения, которое огибает ЛХП с запада и может разрушать его [Kinder et al., 1986; Хен, 1999]. Сила и направление потока Наваринского течения меняются в зависимости от распределения плотности воды на шельфе, а также под действием преобладающих ветров (рис. 8). В условиях, складывающихся после малоледовитых зим (см. пример для 2017 г.), интенсифицировались потоки северных, северо-западных направлений вдоль шельфа, склона и в центральной части моря: теплые океанические воды активно вторгались на акваторию моря через Алеутские проливы и распространялись далее на север, усилились Беринговоморское склоновое течение и перенос вод на север вдоль берегов Аляски, Наваринское течение формировалось на большем удалении от мыса Наварин. Но при этом слабое развитие высокоплотной водной массы в северной части Анадырского залива в такие годы не способствовало устойчивости Наваринского течения, и при прекращении действия южных ветров оно быстро слабело и могло даже повернуть вспять [Basyuk, Zuenko, 2020].

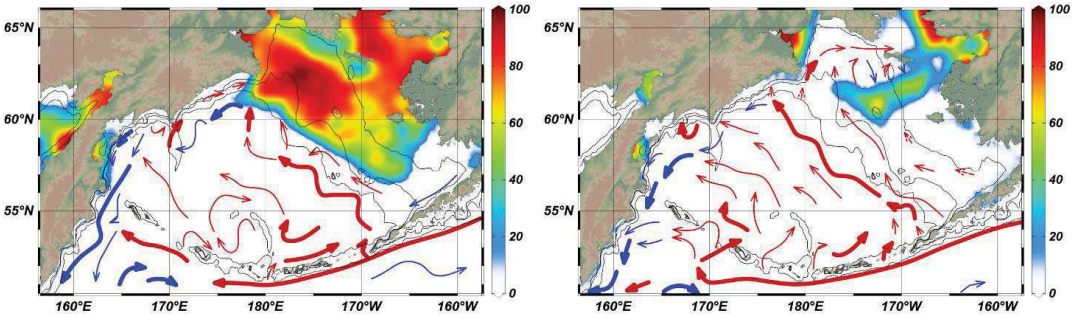


Рис. 8. Примеры циркуляции вод Берингова моря в апреле-июне 2010 г. (**слева**) и 2017 г. (**справа**): *жирные линии* — струи течений со скоростью выше 10 см/с; *тонкие линии* — со скоростью 5–10 см/с; *пунктир* — преобладающие направления слабых течений. Относительно теплые потоки окрашены в *красный цвет*, относительно холодные — в *синий*. Цветовая шкала показывает концентрацию льда (%) на 30 апреля. Проведены изобаты 50, 100 и 1000 м

Fig. 8. Examples of water circulation in the Bering Sea in April-June of 2010 (**left panel**) and 2017 (**right panel**). The currents with velocity > 10 cm/s are shown by *bold lines*, with velocity 5–10 cm/s — by *thin lines*, weak currents — by *dotted lines*; warm currents are colored in *red*, cold currents — in *blue*; the sea ice percent concentration on April 30 is shown by color scale; the isobaths of 50, 100 and 1000 m are drawn

Поскольку все показатели океанологических условий в северо-западной части моря прямо или косвенно связаны с интенсивностью льдообразования в предшествующую зиму, они не являются независимыми и влияние условий среды на динамику запасов трески можно рассмотреть на примере любого из них. Лучше всего обеспечен данными наблюдений такой показатель, как температура поверхности моря, за которой ведется постоянный спутниковый мониторинг. Предварительно был определен наиболее информативный по отношению к запасу трески сезон и район измерений температуры. Район локализован на бровке шельфа к юго-востоку от мыса Наварин (63–65° с.ш. 178° в.д. — 177° з.д.), где и находятся основные нагульные скопления трески (рис. 9). Самый высокий коэффициент линейной корреляции между межгодовыми изменениями температуры и запаса трески (r = 0,83) получен для средней по этому району температуры поверхности моря в августе. При ближайшем рассмотрении связь оказалась нелинейной: в условиях низких летних температур численность и биомасса нагульной трески в пределах северо-западной части моря относительно стабильны и слабо реагируют на их межгодовые флюктуации, а при повышении температуры свыше 10 °С ее рост сопровождается быстрым увеличением запаса трески (рис. 10). Аппроксимация связи полиномом второй степени увеличивает оценку ее тесноты до r = 0,88.

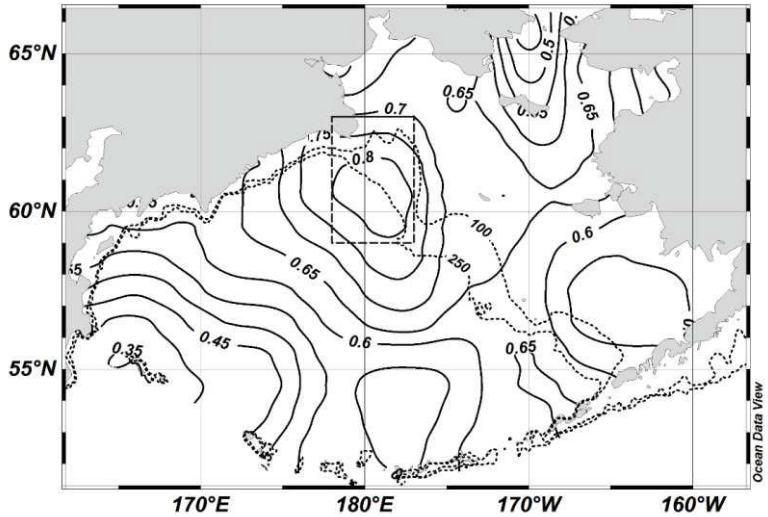


Рис. 9. Величины коэффициентов линейной корреляции между межгодовыми изменениями температуры поверхности моря в узлах одноградусной сетки в августе и общей биомассой нагульной трески в северо-западной части моря по данным донных траловых съемок. Нанесены изобаты 100 и 250 м. *Пунктиром* выделен выбранный для анализа полигон осреднения температуры с наибольшей корреляцией

Fig. 9. Coefficients of linear correlation between interannual variations of SST in knots of 1-degree grid in August and total stock of feeding pacific cod in the northwestern Bering Sea by the data of bottom trawl surveys. The isobaths of 100 and 250 m are shown. The area with the highest correlation is outlined and SST averaged within this area is used for the dependence analysis

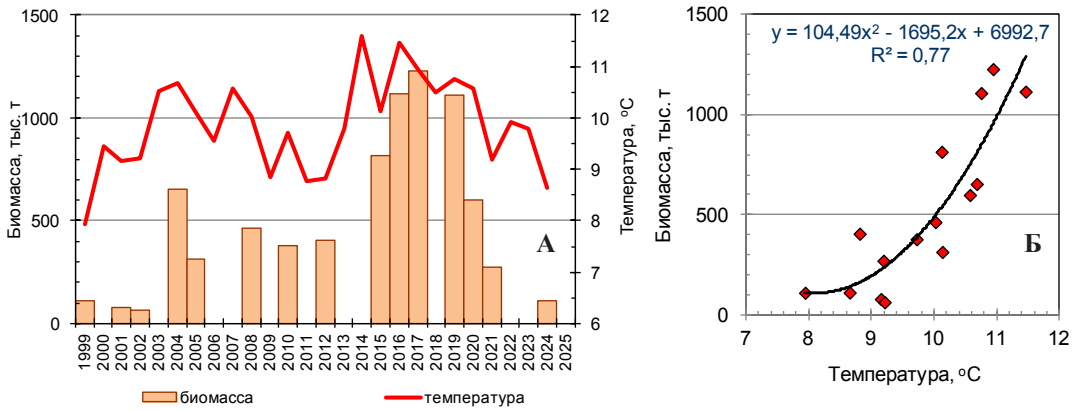


Рис. 10. Межгодовая динамика средней по информативному району температуры поверхности моря в августе и биомассы трески в северо-западной части Берингова моря по данным донных траловых съемок (**А**) и аппроксимация зависимости биомассы от температуры поверхности моря полиномом второй степени (**Б**)

Fig. 10. Interannual dynamics of SST in August averaged within the area outlined at Fig. 9 (°C) and the total biomass of pacific cod in the northwestern Bering Sea by the data of bottom trawl surveys (10^3 t) (**A**) and the biomass dependence on SST approximated by a second degree polynomial (**Б**)

Статистические связи динамики запаса трески с межгодовыми изменениями других показателей океанологических условий (ледовитости, площади ЛХП, придонной температуры и т.п.) также статистически значимы, но менее тесные, вероятно, из-за более низкого качества исходных данных.

Как можно видеть на графике изменений температуры поверхности моря на рис. 10, потепление до максимальных значений произошло в северо-западной части Берингова моря еще в 2014 г., однако в том году учетная съемка не проводилась. Но съемки 2016, 2017 и 2019 гг. прошли в условиях продолжающейся «волны тепла» и в полной

мере отразили ее последствия для распределения трески: во все эти годы нагульные скопления трески на северо-западе моря оценены рекордными величинами — свыше 1,1 млн т. На основании тесных и значимых статистических связей, представленных выше, можно уверенно полагать, что основу этих скоплений составили мигранты из восточной части моря и активизация дальних нагульных миграций трески связана с потеплением северо-западной части моря.

Анализ связи динамики запаса трески в северо-западной части Берингова моря с состоянием восточноберинговоморской популяции и океанологическими условиями

Притом что нагульные скопления в северо-западной части Берингова моря в значительной части формируются мигрантами восточноберинговоморского происхождения и изменения запаса трески в юго-восточной части моря и биомассы мигрантов в российских водах происходят сходным образом (рис. 11), связь межгодовых изменений этих величин статистически незначима ($r^2 = 0{,}29$, $p > 0{,}05$). Резко ухудшают качество связи случаи усиления миграций, что положительно сказывается на обилии трески в пределах экономзоны России, но имеет негативные последствия для запаса на американском шельфе. Наиболее яркий пример такого перераспределения наблюдался в 2017–2018 гг., когда запас в юго-восточной части моря снизился примерно вдвое из-за того, что половина трески нагуливалась на северо-западе и севере Берингова моря [Stevenson, Lauth, 2019]. Это означает, что динамика биомассы смешанных скоплений трески в районе совместного нагула не определяется полностью состоянием местной популяции или более крупной восточноберинговоморской, откуда приходят мигранты, а зависит от характера перераспределения ресурса под влиянием условий среды. Вместе с тем в годы, когда миграции особей восточноберинговоморской популяции на северо-запад не столь активны, как это было в 2005–2012 гг., миграция части трески на нагул в северо-западные и северные районы моря не оказывает существенного влияния

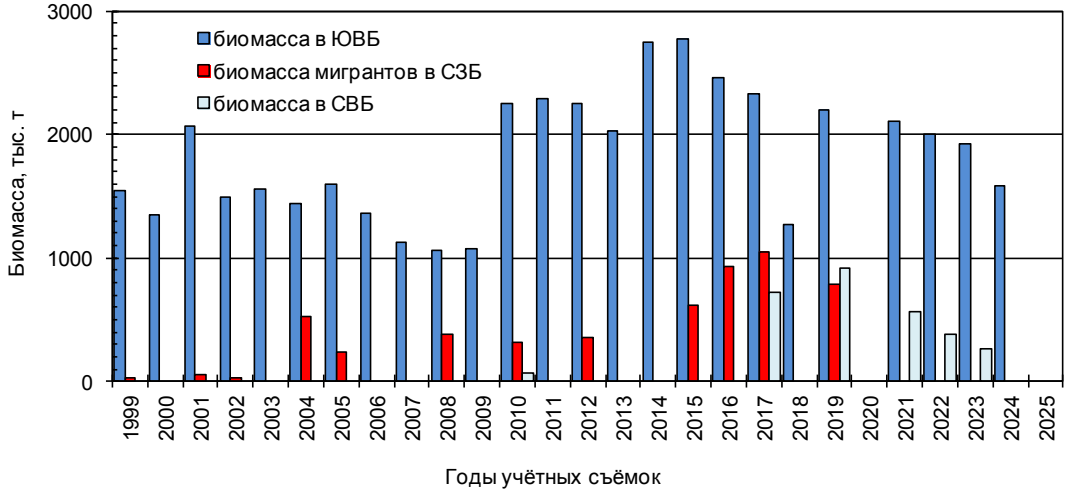


Рис. 11. Динамика запаса трески в юго-восточной части Берингова моря (*ЮВБ*, по данным траловых съемок NOAA) и биомассы мигрантов в северо-западную (*СЗБ*, по данным траловых съемок ТИНРО до 2019 г. с исключением из учтенной биомассы доли местной популяции) и северо-восточную части моря (*СВБ*, по данным эпизодических траловых съемок NOAA). Запасы рассчитаны с применением к данным российских и американских съемок единого коэффициента уловистости $k = 0{,}4$. Схема районирования приведена на рис. 1

Fig. 11. Dynamics of the pacific cod stock in southeastern Bering Sea (*ЮВБ*, on the data of NOAA trawl surveys) and the biomass of migrants to the northwestern Bering Sea (*СЗБ*, on the data of TINRO trawl surveys until 2019, excluding the biomass of local population from the total assessed stock) and to the northeastern Bering Sea (*СВБ*, on the data of sporadic NOAA trawl surveys). All stocks are assessed using a common coefficient of catchability $k = 0.4$. See the zoning at Fig. 1

на оценки запаса восточноберинговоморской популяции, поскольку «в норме» лишь 10–15 % нагульной трески покидает юго-восточную часть моря.

Явление усиления северных миграций рыб в условиях потепления моря хорошо известно, в современный период потепления этот эффект, называемый иногда «бореализацией», зарегистрирован для многих видов [Fossheim et al., 2015; Baker, 2021; Husson et al., 2024; и др.]. В Беринговом море «бореализация» в условиях «волны тепла» 2016–2019 гг. затронула доминирующий вид ихтиофауны — минтай, причем значительная часть его запаса, обычно нагуливающегося вблизи районов воспроизводства — в южной части восточноберинговоморского шельфа, мигрировала не только на северо-запад, но и на северо-восток моря, а частично даже в Чукотское море [Eisner et al., 2020; Буслов, Овсянников, 2022]. Как и для минтая, и ряда других видов рыб, фактором среды, влияющим на пути и пределы миграций нагульной трески в Беринговом море, обычно считаются конфигурация и общая площадь Лаврентийского холодного пятна [Johnson et al., 2022; Савин, 2023; DeFilippo et al., 2023]. Действительно, избегание треской этой водной массы вполне очевидно (см. рис. 5). В годы наиболее активных миграций (2017–2019) ЛХП занимало минимальную площадь, а в последние годы оно вновь увеличилось [Kearney, 2022], что совпало с ослаблением подходов трески в северо-западную часть моря. Однако каков механизм избегания? Сомнительно, что эти холодные воды создают физическое «препятствие» для миграций трески с юго-востока моря на северо-запад, ведь разница в температуре между участками с плотными скоплениями и участками отсутствия трески ничтожна. Кроме того, такого препятствия с восточной стороны от ЛХП вообще нет, но треска с юго-восточных нерестилищ более активно мигрирует на северо-запад моря, чем на северо-восток. Поскольку рассматриваемые миграции трески — нагульные, их целью является доступ к кормовым ресурсам, основу которых для этого хищника составляют крупный зоопланктон и его потребитель — минтай. По-видимому, из-за суровых условий популяции неритического зоопланктона на северном беринговоморском шельфе немногочисленны, и основу кормовой базы рыб в летне-осенний сезон, на которой нагуливаются виды-мигранты, составляют глубоководные копеподы *Eucalanus bungii* и *Neocalanus cristatus*, а прежде всего эвфаузииды *Thysanoessa inermis*, выносимые на шельф с юго-восточного континентального склона Беринговоморским течением [Gibson et al., 2013; Зуенко, Басюк, 2017]. При усилении этого течения повышается вынос эвфаузиид в Наваринский район: соответственно, нагул минтая и трески отчасти сдвигается на северо-запад. Заметим, что одновременно развивается поток на север вдоль побережья Аляски, что позволяет минтаю и треске нагуливаться и там. Предполагая такой механизм нагульных миграций, можно ожидать, что факторы среды, влияющие на активность миграций, должны отражать особенности циркуляции вод.

Почему же тогда распределение нагульной трески в разные годы стремится соответствовать особенностям конфигурации Лаврентийского холодного пятна? Как выяснилось, в статистическом смысле численность мигрантов, нагуливающихся летом в северо-западной части моря, значимо и тесно зависит не только от площади ЛХП, но и от температуры воды на придонных, подповерхностных и поверхностных горизонтах (см. рис. 10) и даже от ледовитости моря в зимний сезон. Однако, если рассмотреть причинно-следственные связи между этими факторами, можно увидеть, что режимоформирующие процессы на этой акватории происходят зимой (их индикатором является ледовитость), а все летние процессы — их последствия, поэтому летние показатели среды не являются независимыми. В частности, размер и форма ЛХП летом определяются степенью охлаждения вод на шельфе предыдущей зимой и степенью размывания образовавшегося зимой холодного пятна струями относительно теплых вод, вторгающихся на шельф с юга. Эти вторжения могут иметь бароклинную либо баротропную природу. И Наваринское течение, размывающее западную периферию ЛХП, и Аляскинское, огибающее его с востока, в основном бароклинные. Первое обусловлено градиентом плотности между холодными и солеными донными шельфовы-

ми водами на севере Анадырского залива и менее плотными (особенно после теплых зим) водами ЛХП, но в некоторые годы с необычной атмосферной циркуляцией (как в 2017–2018 гг.) ему содействуют преобладающие южные ветра [Basyuk, Zuenko, 2020]. Второе развивается на градиенте плотности между распресненными прибрежными и более солеными морскими водами, но оно менее устойчивое и обычно становится заметным только близ Берингова пролива за счет сильного распреснения прибрежной зоны стоком р. Юкон. В 2017–2018 гг. это течение также значительно усилилось под действием южных ветров и прослеживалось на всем протяжении аляскинского шельфа. Иными словами, течения на шельфе Берингова моря летом одновременно формируются неоднородностями поля плотности зимнего происхождения (их бароклинные компоненты) и сами формируют конфигурацию таких неоднородностей, как ЛХП (благодаря вкладу баротропных компонент), но главное — переносят зоопланктон из глубоководной части моря на шельф. Потому границы ЛХП повторяют очертания течений, вторгающихся на шельф, а треска в своих нагульных миграциях следует путями переноса на шельф крупного зоопланктона, прежде всего эвфаузиид, т.е. трекам тех же течений. Общая активность нагульных миграций, по-видимому, регулируется главным потоком, выносящим эвфаузиид из района их воспроизводства у восточноберинговоморского континентального склона, — Беринговоморским течением, мерой интенсивности которого может служить температура поверхности моря к юго-востоку от мыса Наварин. Этим объясняется показанная выше тесная связь межгодовой динамики этого показателя с динамикой нагульного запаса трески, притом что треска является не эпипелагическим, а придонным видом.

Массовые миграции трески в российскую исключительную экономическую зону на северо-запад Берингова моря в периоды потепления заметно увеличивают численность летних нагульных скоплений, что позволяет существенно нарастить годовой вылов. Напротив, похолодание вызывает необычно быстрое для долгоживущих видов рыб снижение запаса трески в северо-западной части моря, что требует резкого уменьшения квот на вылов этого вида для добывающих предприятий и вносит определенную дезорганизацию в работу флота. Аналогичная динамика запаса в северо-западной части Берингова моря со снижением в периоды похолоданий и ростом в теплые годы отмечена и для минтая [Глубоков, Норвилло, 2002; Поляничко, Кузнецов, 2022]. Таким образом, для двух важнейших промысловых видов динамика доступного российскому промыслу запаса обусловлена не столько процессами их воспроизводства и смертности, в том числе промысловой, сколько условиями трансграничных миграций.

В последние годы в Беринговом море происходит процесс релаксации климатической системы с некоторым похолоданием, что проявилось в росте ледовитости, снижении температуры воды, увеличении площади ЛХП. Однако процесс глобального потепления продолжается, и в ближайшие годы ожидается смена тенденции на потепление (рис. 12), а в недалеком будущем может произойти и повторение аномальных условий «волны тепла», с новым усилением массовых миграций трески на север моря [Overland, Wang, 2025]. Выявленные закономерности реакции трески на такие изменения условий среды позволяют более оптимально использовать меняющийся промысловый ресурс, а именно своевременно увеличивать квоту вылова в российской экономической зоне, осваивая растущий трансграничный приток мигрантов, и столь же своевременно и быстро уменьшать ее при ослаблении миграций.

Потепление в Беринговом море обусловило не только перераспределение запаса восточноберинговоморской трески в пределах ее традиционного ареала, но и освоение этим видом новых районов нагула. Молодь трески получила доступ к обширному мелководному шельфу к северу от о. Нунивак, что в перспективе может способствовать улучшению воспроизводства и росту запаса восточноберинговоморской популяции. Взрослые особи трески, способные к дальним нагульным миграциям, освоили новый маршрут — через аляскинский шельф к берегам Чукотки (на север Анадырского залива, в бассейн Чирикова и даже в Чукотское море), где в условиях «волны тепла»

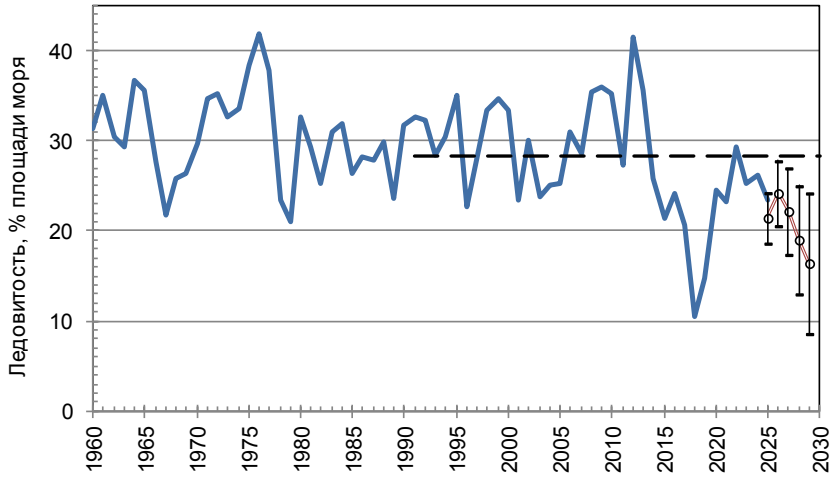


Рис. 12. Межгодовые изменения средней за январь-апрель ледовитости Берингова моря в 1960–2025 гг. и прогноз этого показателя компонентно-гармоническим методом на 2025–2029 гг., выполненный по данным за 1979–2024 гг.: *пунктиром* показана современная климатическая норма (среднее значение за 1991–2020 гг.). *«Усы»* обозначают среднеквадратическую ошибку прогноза при заблаговременности от 1 до 5 лет

Fig. 12. Interannual dynamics of the ice cover in the Bering Sea averaged for January-April in 1960–2025 and its Fourier forecasting for 2025–2029 on the base of interannual variability in 1979–2024. The modern climatic mean value for 1991–2020 is shown by *dotted line*. *Whiskers* denote the mean squared error for the forecasts of 1–5 years in advance

наблюдались плотные промысловые скопления. По-видимому, появление этого нового пути миграции трески, также как рост численности мигрантов в Наваринском районе, связано с усилением теплого течения, в этом случае Аляскинского, транспортирующего на северный шельф крупный зоопланктон, воспроизводящийся в глубоководных районах у континентального склона.

Выводы

«Волна тепла» 2016–2019 гг. в Беринговом море, сформировавшаяся в результате радикального изменения атмосферной циркуляции при смещении на запад центра Алеутской депрессии, сопровождалась ростом повторяемости южных ветров, рекордным уменьшением ледовитости, резким ростом температуры воздуха, ростом температуры воды в деятельном слое моря, сокращением площади холодного Лаврентийского пятна донных шельфовых вод (вплоть до полного его исчезновения в пределах Анадырского залива), усилением Беринговоморского и Аляскинского течений, ослаблением Наваринского течения.

Биомасса нагульной трески в северо-западной части Берингова моря колеблется в весьма широких пределах, которые до последнего времени оценивались величинами от 24,5 (в 1977 г.) до 608,8 тыс. т (в 2011 г.). В годы «волны тепла» верхний предел был превышен более чем вдвое — до 1329,7 тыс. т в 2017 г. Особенности размерно-возрастного состава трески, нагуливавшейся в российских водах в эти годы, указывают на то, что основу нагульных скоплений составили мигранты, подошедшие с юго-востока моря.

В условиях «волны тепла» миграции трески с юго-востока на северо-запад моря усилились, кроме того, возник новый миграционный маршрут — на север, через аляскинский шельф к берегам Чукотки и даже в Берингов пролив и Чукотское море. В результате плотные нагульные скопления этого вида, доступные российскому добывающему флоту, формировались не только в Наваринском промрайоне, но и у берегов Чукотского полуострова. Миграции трески совпадали с потоками теплых течений, огибающих и разрушающих Лаврентийское холодное пятно. Выдвинута гипотеза, что

их активизация обусловлена усилением транспорта этими течениями на север эвфаузиид *Thysanoessa inermis* из района воспроизводства и сопутствующих миграций основного потребителя эвфаузиид — минтая.

На основе полученных знаний о причинах и последствиях «волн тепла» в Беринговом море промысел трески может быть оптимизирован с целью более полного использования меняющегося промыслового ресурса, а именно: с развитием «волны тепла» следует своевременно увеличивать квоту вылова в российской экономической зоне, осваивая растущий трансграничный приток мигрантов, и столь же своевременно и быстро уменьшать ее при релаксации климатической системы и ослаблении миграций. Величины изменений могут быть оценены с заблаговременностью в несколько месяцев с использованием выявленных качественных и количественных статистических связей активности миграций с динамикой атмосферы (в частности, положения Алеутского минимума) и океанологических показателей (ледовитости, температуры воды на поверхности моря).

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы искренне благодарны всем коллегам, океанологам и ихтиологам, принимавшим участие в сборе материалов, использованных в статье.

The authors are sincerely grateful to those colleagues, oceanographers and icthyologyists, who collected the data used in this study through many years.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable international, national and/or institutional principles for the care and use of animals have been observed. The authors declare that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Ю.И. Зуенко — концепция исследования, разработка нового метода анализа данных, анализ данных, обсуждение и интерпретация результатов; А.Б. Савин — сбор биологических и промысловых данных (в том числе в морских экспедициях), обработка и анализ этих данных, обсуждение результатов; Е.О. Басюк — сбор океанологических данных, обработка и анализ, прогнозирование динамики ледовитости; текст написан и проиллюстрирован совместно всеми авторами.

Yu.I. Zuenko — concept of the study, elaboration of new methods for data processing, data analysis, the results of analysis discussing and interpretation; A.B. Savin — biological and fishery data providing (including observations in marine expeditions), the data processing and analysis, the results of analysis discussing; E.O. Basyuk — oceanographic data providing, the data processing and analysis, the ice dynamics forecasting; the text is written and illustrated by all authors jointly.

Список литературы

Бабаян В.К., Булгакова Т.И., Бородин Р.Г., Ефимов Ю.Н. Методические рекомендации. Применение математических методов и моделей для оценки запасов рыб. — М. : ВНИРО, 1984. — 156 с.

Басюк Е.О., Зуенко Ю.И. Берингово море 2018 — экстремально малоледовитый и теплый год // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 198. — С. 119–142. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-198-119-142.

Борисовец Е.Э., Вдовин А.Н., Панченко В.В. Оценки запасов керчаков по данным учетных траловых съемок залива Петра Великого // Вопр. рыб-ва. — 2003. — Т. 4, № 1(13). — С. 157–170.

Буслов А.В., Овсянников Е.Е. Некоторые аспекты биологии и промысла минтая *Theragra chalcogramma* юго-западной части Чукотского моря в связи с его размерно-возрастной структурой // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 2. — С. 316–328. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-316-328. EDN: BVFDZK.

Вершинин В.Г. О биологии и современном состоянии запасов трески северной части Берингова моря // Биологические ресурсы Арктики и Антарктики. — М. : Наука, 1987. — С. 207–224.

Гладышев С.В., Хен Г.В. Трансформация высокосоленых донных вод в Анадырском заливе летом-осенью 1995 г. // Метеорол. и гидрол. — 1999. — № 6. — С. 66–74.

Глубоков А.И., Норвилло Г.В. Воспроизводство минтая в северо-западной части Берингова моря // Вопр. рыб-ва. — 2002. — Т. 3, № 3(11). — С. 474–485.

Зуенко Ю.И., Басюк Е.О. Влияние изменений океанологических условий на состав и обилие зоопланктона в наваринском промысловом районе Берингова моря и их значение для российского минтаевого промысла // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 189. — С. 103–120. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-189-103-120.

Зуенко Ю.И., Хен Г.В., Юрасов Г.И. Водные массы и типы вертикальной структуры вод шельфа Берингова моря // Метеорол. и гидрол. — 1998. — № 10. — С. 81–91.

Орлов А.М., Савин А.Б., Горбатенко К.М. и др. Биологические исследования в российских дальневосточных и арктических морях в трансарктической экспедиции ВНИРО // Тр. ВНИРО. — 2020. — Т. 181. — С. 102–143. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-181-102-143.

Поляничко В.И., Кузнецов М.Ю. Распределение и обилие минтая *Theragra chalcogramma* в северо-западной части Берингова моря в летне-осенний период 2020 г. и их межгодовая изменчивость // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 4. — С. 793–809. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-793-809. EDN: IIAZEX.

Савин А.Б. Запасы и промысел трески (*Gadus macrocephalus*, Gadidae) северо-западной части Берингова моря в 1965−2022 гг. // Изв ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 3. — С. 465−489. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-465-489. EDN: YZFXBY.

Савин А.Б. Методические рекомендации по планированию и проведению учетных донных траловых съемок в Дальневосточном бассейне // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2011. — Вып. 22. — С. 68–78.

Тюрин П.В. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как основа регулирования рыболовства // Изв. ГосНИОРХ. — 1972. — Т. 71. — С. 71–127.

Фролов Ю.С. Новые фундаментальные данные по морфометрии Мирового океана // Вестн. ЛГУ. — 1971. — № 6. — С. 85–90.

Хен Г.В. Пространственно-временная характеристика вод Анадырского залива и прилегающей области шельфа в летне-осенний период // Изв. ТИНРО. — 1999. — Т. 126. — С. 587–602.

Baker M.R. Contrast of warm and cold phases in the Bering Sea to understand spatial distributions of Arctic and sub-Arctic gadids // Polar Biol. — 2021. — Vol. 44, Iss. 6. — P. 1083–1105. DOI: 10.1007/s00300-021-02856-x.

Barbeaux S.J., Barnett L., Hulson P. et al. Assessment of the pacific cod stock in the eastern Bering Sea // Stock assessment and fishery evaluation report for the groundfish resources of the Bering Sea/Aleutian Islands regions. — Anchorage : North Pacific Fishery Management Council, 2024. — P. 1–150.

Basyuk E., Zuenko Y. Extreme oceanographic conditions in the northwestern Bering Sea in 2017–2018 // Deep-Sea Res. II. — 2020. — Vol. 181–182. 104909. DOI: 10.1016/j.dsr2.2020.104909.

Bonjean F., Lagerloef G.S.E. Diagnostic model and analysis of the surface currents in the tropical Pacific Ocean // J. Phys. Oceanogr. — 2002. — Vol. 32, Iss. 10. — P. 2938–2954. DOI: 10.1175/15200485(2002)032%3C2938:DMAAOT%3E2.0.CO;2.

Cunningham K.M., Canino M.F., Spies I.B., Hauser L. Genetic isolation by distance and localized fjord population structure in pacific cod (*Gadus macrocephalus*): limited effective dispersal in the northeastern Pacific Ocean // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 2009. — Vol. 66, № 1. — P. 153–166. DOI: 10.1139/F08-199.

DeFilippo L.B., Thorson J.T., O'Leary C.A. et al. Characterizing dominant patterns of spatiotemporal variation for a transboundary groundfish assemblage // Fish. Oceanogr. — 2023. — Vol. 32. — P. 541–558. DOI: 10.1111/fog.12651.

Drinan D.P., Gruenthal K.M., Canino M.F. et al. Population assignment and local adaptation along an isolation by distance gradient in pacific cod (*Gadus macrocephalus*) // Evolutionary Applications. — 2018. —— Vol. 11, № 8. — P. 1448–1464. DOI: 10.1111/eva.12639.

Eisner L.B., Zuenko Yu.I., Basyuk E.O. et al. Environmental impacts on walleye pollock (*Gadus chalcogrammus*) distribution across the Bering Sea shelf // Deep-Sea Res. II. — 2020. — Vol. 181–182. 104881. DOI: 10.1016/j.dsr2.2020.104881.

Fossheim M., Primicerio R., Johannesen E. et al. Recent warming leads to a rapid borealization of fish communities in the Arctic // Nat. Clim. Change. — 2015. — Vol. 5. — P. 673–677. DOI: 10.1038/nclimate2647.

Gibson G.A., Coyle K.O., Hedstrom K., Curchister E.N. A modeling study to explore onshelf transport of oceanic zooplankton in the eastern Bering Sea // J. Mar. Syst. — 2013. — Vol. 121. — P. 47–64. DOI: 10.1016/j.jmarsys.2013.03.010.

Husson B., Bluhm B.A., Cyr F. et al. Borealization impacts shelf ecosystems across the Arctic // Front. Environ. Sci. — 2024. — Vol. 12. — P. 1481420. DOI: 10.3389/fenvs.2024.1481420.

Johnson J.J., Miksis-Olds J.L., Lippmann T.C. et al. Decadal community structure shifts with cold pool variability in the eastern Bering Sea shelf // J. Acoust. Soc. of America. — 2022. — Vol. 152(1). — P. 201–213. DOI: 10.1121/10.0012193.

Kearney K. Cold Pool // Ecosystem Status Report 2022: Eastern Bering Sea. — Anchorage : North Pacific Fishery Management Council, 2022. — P. 60–63.

Kinder T.H., Chapman D.C., Whitehead J.A. Westward intensification of the mean circulation on the Bering Sea Shelf // J. Phys. Oceanogr. — 1986. —Vol. 16. — P. 1217–1229.

Kinder T.H., Shumacher J.D. Hydrographic structure over the continental shelf of the southeastern Bering Sea // J. Phys. Oceanogr. — 1981. — Vol. 1. — P. 31–52.

Liepins V. An algorithm for evaluation a discrete Fourier transform for incomplete data // Automatic control and computer sciences. — 1996. — Vol. 30, № 3. — P. 20–29.

Meier W.N., Stewart J.S., Wilcox Y. et al. Near-Real-Time DMSP SSMIS daily polar gridded sea ice concentrations, Version 2. — Boulder : NASA National Snow and Ice Data Center, 2021. DOI: 10.5067/YTTHO2FJQ97K.

Overland J.E., Wang M. Future Climate Change in the Northern Bering Sea // Int. J. Climatology. — 2025. — Vol. 45, Iss. 1. — P. 1–6. DOI: 10.1002/joc.8697.

Petersen W., Robert M., Bond N. The warm Blob — conditions in the northeastern Pacific Ocean // PICES Press. — 2015. — Vol. 23, № 1. — P. 36–38.

Pope J.G. An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis using cohort analysis // ICNAF Res. Bull. — 1972.— № 9. — P. 65–74.

Reynolds R.W., Rayner N.A., Smith T.M. et al. An improved in situ and satellite SST analysis for climate // J. Clim. — 2002. — Vol. 15. — P. 1609–1625. DOI: 10.1175/1520-0442(2002)015<1609:AIISAS>2.0.CO;2.

Shotwell K., Barbeaux S.J., Hurst T. et al. Ecosystem and socioeconomic profile of the pacific cod stock in the eastern Bering Sea. — Anchorage : North Pacific Fishery Management Council, 2023. — 26 p.

Spies I. Landscape genetics reveals population subdivision in Bering Sea and Aleutian Islands pacific cod // Transactions of the American Fisheries Society. — 2012. — Vol. 141, № 6. — P. 1557–1573. DOI: 10.1080/00028487.2012.711265.

Spies I., Gruenthal K.M., Drinan D.P. et al. Genetic evidence of a northward range expansion in the eastern Bering Sea stock of pacific cod // Evolutionary Applications. — 2020. —— Vol. 13, № 2. — P. 362–375. DOI: 10.1111/eva.12874.

Stabeno P.J., Bell S.W. Extreme conditions in the Bering Sea (2017–2018): Record-breaking low sea-ice extent // Geophys. Res. Lett. — 2019. — Vol. 46, Iss. 15. — P. 8952–8959. DOI: 10.1029/2019GL083816.

Stabeno P.J., Farley E.V., Kachel N.B. et al. A comparison of the physics of the northern and southern shelves of the eastern Bering Sea and some implications for the ecosystem // Deep-Sea Res. II. — 2012a. — Vol. 65–70. — P. 14–30.

Stabeno P.J., Kachel N.B., Moore S.E. et al. Comparison of warm and cold years on the southeastern Bering Sea shelf and some implications for the ecosystem // Deep-Sea Res. II. — 2012b. — Vol. 65–70. — P. 31–45. DOI: 10.1016/j.dsr2.2012.02.020.

Stevenson D.E., Lauth R.R. Bottom trawl surveys in the northern Bering Sea indicate recent shifts in the distribution of marine species // Polar Biol. — 2019. — Vol. 42. — P. 407–421. DOI: 10.1007/s00300-018-2431-1.

Stevenson D.E., Lauth R.R. Latitudinal trends and temporal shifts in the catch composition of bottom trawls conducted on the eastern Bering Sea shelf // Deep-Sea Res. II. — 2012. — Vol. 65–70. — P. 251–259. DOI: 10.1016/J.DSR2.2012.02.021.

Wyllie-Echeverria T., Wooster W.S. Year-to-year variations in Bering Sea ice cover and some consequences for fish distributions // Fish. Oceanogr. — 1998. — Vol. 7, № 2. — P. 159–170. DOI: 10.1046/J.1365-2419.1998.00058.X.

References

Babayan, V.K., Bulgakova, T.I., Borodin, R.G., and Yefimov, Yu.N., *Metodicheskiye rekomendatsii. Primeneniye matematicheskikh metodov i modeley dlya otsenki zapasov ryby* (Methodical recommendations. Application of mathematical methods and models for fish stock assessment), Moscow: VNIRO, 1984.

Basyuk, E.O. and Zuenko, Yu.I., Bering Sea: 2018 as the extreme low-ice and warm year, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 198, pp. 119–142. doi 10.26428/1606-9919-2019-198-119-142

Borisovets, E.E., Vdovin, A.N., and Panchenko, V.V., Estimates of sculpin stocks based on the data of trawl surveys in Peter the Great Bay, *Vopr. Rybolov.*, 2003, vol. 4, no. 1(13), pp. 157–170.

Buslov, A.V. and Ovsyannikov, E.E., Some aspects of the walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) biology and fishery related to the size and age structure in the southwestern Chukchi Sea, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2022, vol. 48, no. 7, pp. 623–633. doi 10.1134/s1063074022070021

Vershinin, V.G., On the biology and current state of cod stocks in the northern part of the Bering Sea, in *Biologicheskiye resursy Arktiki i Antarktiki* (Biological resources of the Arctic and Antarctic), Moscow: Nauka, 1987, pp. 207–224.

Gladyshev, S.V. and Khen, G.V., Transformation of brackish bottom waters of the Gulf of Anadyr in summer-fall 1995, *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 1999, no. 6, pp. 33–43.

Glubokov, A.I. and Norvillo, G.V., Reproduction of walleye pollock in the northwestern part of the Bering Sea, *Vopr. Rybolov*., 2002, vol. 3, no. 3(11), pp. 474–485.

Zuenko, Yu.I. and Basyuk, E.O., Impact of changing oceanographic conditions on species composition and abundance of zooplankton on the fishing grounds at Cape Navarin and their importance for the Russian pollock fishery in the Bering Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2017, vol. 189, pp. 103–120. doi 10.26428/1606-9919-2017-189-103-120

Zuenko, Yu.I., Khen, G.V., and Yurasov, G.I., Water masses and types of vertical water structure of the Bering Sea shelf, *Russ. Meteorol. Hydrol.*, 1998, no. 10, pp. 59–67.

Orlov, A.M., Savin, A.B., Gorbatenko, K.M., Benzik, A.N., Morozov, T.B., Rybakov, M.O., Terent'ev, D.A., Vedishcheva, E.V., Kurbanov, Yu.K., Nosov M.A., and Orlova S.Yu., Biological research in the Russian Far Eastern and Arctic seas during the VNIRO transarctic expedition, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2020, vol. 181, pp. 102–143. doi 10.36038/2307-3497-2020-181-102-143

Polyanichko, V.I. and Kuznetsov, M.Yu., Distribution and abundance of walleye pollock *Theragra chalcogramma* in the northwestern Bering Sea in the summer-fall period of 2020 and their interannual variability, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr*., 2022, vol. 202, no. 4, pp. 793–809. doi 10.26428/1606-9919-2022-202-793-809. EDN: IIAZEX.

Savin, A.B., Stocks and fishery of cod (*Gadus macrocephalus*, Gadidae) in the northwestern Bering Sea in 1965−2022, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2023, vol. 49, no. 7, pp. 692–708. doi 10.1134/s1063074023070155

Savin, A.B., Methodological recommendations to planning and carrying out the bottom trawl surveys in the Far East basin, *Issled. Vodn. Biol. Resur. Kamchatki Sev.-Zapadn. Chasti Tikhogo Okeana*, 2011, vol. 22, pp. 68–78.

Tyurin, P.V., "Normal" curves of the experience and rate of natural mortality of fish as a basis for fisheries regulation, *Izv. Gos. Nauchno-Issled. Inst. Ozern. Rechn. Rybn. Khoz.*, 1972, vol. 71, pp. 71–127.

Frolov, Yu.S., New fundamental data on the morphometry of the World Ocean, *Vestn. Leningr. Gos. Univ.,* 1971, no. 6, pp. 85–90.

Khen, G.V., Spatial and temporal characteristics of the waters masses in the Gulf of Anadyr and adjacent shelf area in summer-autumn, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1999, vol. 126, pp. 587−602.

Baker, M.R., Contrast of warm and cold phases in the Bering Sea to understand spatial distributions of Arctic and sub-Arctic gadids, *Polar Biol.*, 2021, vol. 44, no. 6, pp. 1083–1105. doi 10.1007/s00300-021-02856-x

Barbeaux, S.J., Barnett, L., Hulson, P., Nielsen, J., Shotwel, S.K., Siddon, E., and Spies, I., Assessment of the pacific cod stock in the eastern Bering Sea, in *Stock assessment and fishery evalua-*

tion report for the groundfish resources of the Bering Sea/Aleutian Islands regions, Anchorage: North Pacific Fishery Management Council, 2024, pp. 1–150.

Basyuk, E. and Zuenko, Y., Extreme oceanographic conditions in the northwestern Bering Sea in 2017–2018, *Deep Sea Res. Part II*, 2020, vol. 181–182, 104909. doi 10.1016/j.dsr2.2020.104909

Bonjean, F. and Lagerloef, G.S.E., Diagnostic model and analysis of the surface currents in the tropical Pacific Ocean, *J. Phys. Oceanogr*., 2002, vol. 32, no. 10, pp. 2938–2954. doi 10.1175/15200485(2002)032%3C2938:DMAAOT%3E2.0.CO;2

Cunningham, K.M., Canino, M.F., Spies, I.B., and Hauser, L., Genetic isolation by distance and localized fjord population structure in pacific cod (*Gadus macrocephalus*): limited effective dispersal in the northeastern Pacific Ocean, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.,* 2009, vol. 66, no. 1, pp. 153–166. doi 10.1139/F08-199

DeFilippo, L.B., Thorson, J.T., O'Leary, C.A., Kotwicki, S., Hoff, J., Ianelli, J.N., Kulik, V.V., and Punt, A.E., Characterizing dominant patterns of spatiotemporal variation for a transboundary groundfish assemblage, *Fish. Oceanogr*., 2023, vol. 32, pp. 541–558. doi 10.1111/fog.12651

Drinan, D.P., Gruenthal, K.M., Canino, M.F., Lowry, D., Fisher, M.C., and Hauser, L., Population assignment and local adaptation along an isolation by distance gradient in pacific cod (*Gadus macrocephalus*), *Evolutionary Applications*, 2018, vol. 11, no. 8, pp. 1448–1464. doi 10.1111/eva.12639

Eisner, L.B., Zuenko, Yu.I., Basyuk, E.O., Britt, L.L., Duffy-Anderson, J.T., Kotwicki, S., Ladd, C., and Cheng, W., Environmental impacts on walleye pollock (*Gadus chalcogrammus*) distribution across the Bering Sea shelf, *Deep Sea Res., Part II*, 2020, vol. 181–182, 104881. doi 10.1016/j.dsr2.2020.104881

Fossheim, M., Primicerio, R., Johannesen, E., Ingvaldsen, R.B., Aschan, M.M., Dolgov, A.V., Recent warming leads to a rapid borealization of fish communities in the Arctic, *Nat. Clim. Change,* 2015, vol. 5, pp. 673–677. doi 10.1038/nclimate2647

Gibson, G.A., Coyle, K.O., Hedstrom, K., and Curchister E.N., A modeling study to explore on-shelf transport of oceanic zooplankton in the eastern Bering Sea, *J. Mar. Syst*., 2013, vol. 121, pp. 47–64. doi 10.1016/j.jmarsys.2013.03.010

Husson, B., Bluhm, B.A., Cyr, F., Danielson, S.L., Eriksen, E., Fossheim, M., Geoffroy, M., Hopcroft, R.R., Ingvaldsen, R.B., Jørgensen, L.L., Lovejoy, C., Meire, L., Mueter, F., Primicerio, R., and Winding, M., Borealization impacts shelf ecosystems across the Arctic, *Front. Environ. Sci.,* 2024, vol. 12, 1481420. doi 10.3389/fenvs.2024.1481420

Johnson, J.J., Miksis-Olds, J.L., Lippmann, T.C., Jech, J.M., Seger, K.D., Pringle, J.M., and Linder, E., Decadal community structure shifts with cold pool variability in the eastern Bering Sea shelf, *J. Acoust. Soc. of America*, 2022, vol. 152(1), pp. 201–213. doi 10.1121/10.0012193

Kearney, K., Cold Pool, in *Ecosystem Status Report 2022: Eastern Bering Sea*, Anchorage: North Pacific Fishery Management Council, 2022, pp. 60–63.

Kinder, T.H., Chapman, D.C., and Whitehead, J.A., Westward intensification of the mean circulation on the Bering Sea Shelf, *J. Phys. Oceanogr*., 1986, vol. 16, pp. 1217–1229.

Kinder, T.H., and Shumacher, J.D., Hydrographic structure over the continental shelf of the southeastern Bering Sea, *J. Phys. Oceanogr*., 1981, vol. 1, pp. 31–52.

Liepins, V., An algorithm for evaluation a discrete Fourier transform for incomplete data, *Automatic control and computer sciences*, 1996, vol. 30, no. 3, pp. 20–29.

Meier, W.N., Stewart, J.S., Wilcox, Y., Hardman, M.A., and Scott, D.J., *Near-Real-Time DMSP SSMIS daily polar gridded sea ice concentrations, Version 2*, Boulder: NASA National Snow and Ice Data Center, 2021. doi 10.5067/YTTHO2FJQ97K

Overland, J.E. and Wang, M., Future Climate Change in the Northern Bering Sea, *Int. J. Climatology*, 2025, vol. 45, no. 1, pp. 1–6. doi 10.1002/joc.8697

Petersen, W., Robert, M., and Bond, N., The warm Blob — conditions in the northeastern Pacific Ocean, *PICES Press*, 2015, vol. 23, no. 1, pp. 36–38.

Pope, J.G., An investigation of the accuracy of Virtual Population Analysis using cohort analysis, *ICNAF Res. Bull.*, 1972, no. 9, pp. 65–74.

Reynolds, R.W., Rayner, N.A., Smith, T.M., Stokes, D.C., and Wang, W., An improved in situ and satellite SST analysis for climate*, J. Clim*., 2002, vol. 15, pp. 1609–1625. doi 10.1175/1520-0442(2002)015<1609:AIISAS>2.0.CO;2

Shotwell, K., Barbeaux, S.J., Hurst, T., Laurel, B., Oke, K., Rogers, L., Siddon, E., Ableman, A., Adams, G., Aydin, K., Callahan, M., Cunningham, C., Ferriss, B., Garber-Yonts, B., Hall, M., Holsman, K., Kearney, K., Lee, J., Matta, B., Neidetcher, S., Nielsen, J., Ressler, P., Renner, H., Rohan, S., Shotwell, K., Sweeney, K., and Wang, M., *Ecosystem and socioeconomic*

profile of the pacific cod stock in the eastern Bering Sea, Anchorage: North Pacific Fishery Management Council, 2023.

Spies, I., Landscape genetics reveals population subdivision in Bering Sea and Aleutian Islands pacific cod, *Transactions of the American Fisheries Society*, 2012, vol. 141, no. 6, pp. 1557–1573. doi 10.1080/00028487.2012.711265

Spies, I., Gruenthal, K.M., Drinan, D.P., Hollowed, A.B., Stevenson, D.E., Tarpey, C.M., Hauser, L., Genetic evidence of a northward range expansion in the eastern Bering Sea stock of pacific cod, *Evolutionary Applications*, 2020, vol. 13, no. 2, pp. 362–375. doi 10.1111/eva.12874

Stabeno, P.J. and Bell, S.W., Extreme conditions in the Bering Sea (2017–2018): Record-breaking low sea-ice extent, *Geophys. Res. Lett.*, 2019, vol. 46, no. 15, pp. 8952–8959. doi 10.1029/2019GL083816

Stabeno, P.J., Farley, E.V., Kachel, N.B., Moore, S., Mordy, C.W., Napp, J.M., Overland, J.E., Pinchuk, A.I., and Sigler, M.F., A comparison of the physics of the northern and southern shelves of the eastern Bering Sea and some implications for the ecosystem, *Deep Sea Res., Part II*, 2012, vol. 65–70, pp. 14–30.

Stabeno, P.J., Kachel, N.B., Moore, S.E., Napp, J.M., Sigler, M., Yamaguchi, A., and Zerbini, A.N., Comparison of warm and cold years on the southeastern Bering Sea shelf and some implications for the ecosystem, *Deep Sea Res., Part II*, 2012, vol. 65–70, pp. 31–45. doi 10.1016/j.dsr2.2012.02.020

Stevenson, D.E. and Lauth, R.R., Bottom trawl surveys in the northern Bering Sea indicate recent shifts in the distribution of marine species, *Polar Biol.*, 2019, vol. 42, pp. 407–421. doi 10.1007/s00300-018-2431-1

Stevenson, D.E. and Lauth, R.R., Latitudinal trends and temporal shifts in the catch composition of bottom trawls conducted on the eastern Bering Sea shelf, *Deep Sea Res., Part II*, 2012, vol. 65–70, pp. 251–259. doi 10.1016/J.DSR2.2012.02.021

Wyllie-Echeverria, T. and Wooster, W.S., Year-to-year variations in Bering Sea ice cover and some consequences for fish distributions, *Fish. Oceanogr.*, 1998, vol. 7, no. 2, pp. 159–170. doi 10.1046/J.1365-2419.1998.00058.X

Earth System Research Laboratories. https://www.esrl.noaa.gov/. Cited May 12, 2025.

https://nsidc.org/data/nsidc-0081/versions/2. Cited May 12, 2025.

https://www.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/11020-extended-dft. Cited May 12, 2025.

Ocean Surface Current Analyses Real-time (OSCAR) Surface Currents — Near Real Time 0.25 Degree (Version 2.0). https://podaac.jpl.nasa.gov/dataset/OSCAR_L4_OC_NRT_V2. Cited May 12, 2025.

Поступила в редакцию 15.04.2025 г.

После доработки 13.05.2025 г.

Принята к публикации 16.06.2025 г.

The article was submitted 15.04.2025; approved after reviewing 13.05.2025; accepted for publication 16.06.2025

Известия ТИНРО

2025 **Том 205, вып. 2. С. 389–405.**

Izvestiya TINRO, 2025, Vol. 205, No. 2, pp. 389–405.

АКВАКУЛЬТУРА
AQUACULTURE

Научная статья
УДК 639.4/.6.065(265.53)
DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-389-405
EDN: ANMCFG

ПЕРВЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПАСТБИЩНОЙ АКВАКУЛЬТУРЫ СЕРОГО МОРСКОГО ЕЖА, ТРЕПАНГА И ЛАМИНАРИИ В ЗАЛ. АНИВА О. САХАЛИН В 2024 Г. (НА ПРИМЕРЕ РЫБОВОДНОГО УЧАСТКА XXX)

Д.А. Галанин, В.А. Сергеенко, Р.Т. Гон*
Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

Аннотация. Летом 2024 г. в зал. Анива была проведена учетная съемка по оценке распределения, биомассы и биологических показателей промысловых беспозвоночных и водорослей. В рамках плановых НИР в северной части зал. Анива удалось собрать данные для определения влияния деятельности хозяйств аквакультуры на ресурсы трепанга, серого морского ежа и ламинарии. Выяснено, что в ходе трехлетней аквакультурной деятельности целевых показателей по получению продукции серого морского ежа, трепанга и ламинарии на рыбоводном участке пастбищным способом достигнуть не удалось. Представлены текущие показатели удельной численности и биомассы в сравнении с ожидаемыми (согласно актам выпуска посадочного материала). Показано несоответствие размерно-возрастного состава морских ежей на рыбоводном участке параметрам, ожидаемым в ходе 4-летнего цикла выращивания. Влияние деятельности пастбищной аквакультуры на ресурсы промысловых гидробионтов в зал. Анива не обнаружено.

Ключевые слова: зал. Анива, пастбищная аквакультура, серый морской еж, трепанг, ламинария, водолазная учетная съемка

Для цитирования: Галанин Д.А., Сергеенко В.А., Гон Р.Т. Первые результаты пастбищной аквакультуры серого морского ежа, трепанга и ламинарии в зал. Анива о. Сахалин в 2024 г. (на примере рыбоводного участка XXX) // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 2. — С. 389–405. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-389-405. EDN: ANMCFG.

* *Галанин Дмитрий Александрович, кандидат биологических наук, советник, dgalanin@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2023-0770; Сергеенко Виктор Александрович, ведущий специалист, sergeenkova@sakhniro.vniro.ru, ORCID 0009-0002-5280-5911; Гон Руслан Тутчериевич, старший специалист, gonrt@sakhniro.vniro.ru, ORCID 0009-0001-7939-3112.*

© Галанин Д.А., Сергеенко В.А., Гон Р.Т., 2025

Original article

First results of pasture aquaculture of gray sea urchin, sea cucumber, and laminaria in the Aniva Bay, Sakhalin Island in 2024 (on example of aquaculture site XXX)

Dmitry A. Galanin*, Viktor A. Sergeenko, Ruslan T. Gon*****
*–***Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO),
196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia
* Ph.D., advisor, dgalanin@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2023-0770
** leading specialist, sergeenkova@sakhniro.vniro.ru, ORCID 0009-0002-5280-5911
*** senior specialist, gonrt@sakhniro.vniro.ru, ORCID 0009-0001-7939-3112

Abstract. Data on distribution, stocks and biological parameters of commercial invertebrates and marine algae collected in the scientific diving survey in Aniva Bay in summer of 2024 are analyzed. Abundance and biomass of sea cucumber, gray sea urchin, and kelp laminaria in one of the aquaculture sites are evaluated and compared to the release of juveniles and planting material. Impact of aquaculture farming off the northern coast of the bay on natural populations of these species is discussed. Target volumes of commercial production were not achieved after 3 years of the species cultivation by pasturing method. Size and age composition of sea urchins in the aquaculture site did not match the parameters expected for the 4-year cycle of cultivation. No impact of pasture aquaculture on these commercial resources in the Aniva Bay is identified.

Keywords: Aniva Bay, pasture aquaculture, gray sea urchin, sea cucumber, kelp, diving survey

For citation: Galanin D.A., Sergeenko V.A., Gon R.T. First results of pasture aquaculture of gray sea urchin, sea cucumber, and laminaria in the Aniva Bay, Sakhalin island in 2024 (on example of aquaculture site XXX), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr*., 2025, vol. 205, no. 2, pp. 389–405. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-389-405. EDN: ANMCFG.

Введение

Около 15 лет назад в Сахалино-Курильском регионе в рамках Федерального законодательства РФ начато формирование рыбоводных участков (РВУ)*. К настоящему времени определены их границы: в зал. Анива — для 17 РВУ, в районе южных Курильских островов — для 4 РВУ и у юго-западного побережья о. Сахалин — для 1 РВУ (https://www.aquavostok.ru). Все созданные РВУ расположены в пределах открытых акваторий. Согласно текущей отчетности суммарная продукция на этих РВУ (марифермы) в Сахалинской области в ближайшие годы должна быть на уровне нескольких тысяч тонн. Первый «урожай» серого морского ежа по результатам пастбищной аквакультуры на РВУ у юго-западного побережья о. Сахалин уже был предъявлен контролирующим органам — около 180 т в 2023 г. и 80 т в 2024 г. Судя по величине расселенного на РВУ посадочного материала (молоди, зооспор и личинок), в 2025 и 2026 гг. будет получено сотни тонн продукции морского гребешка, серого морского ежа, трепанга и ламинарии в зал. Анива, у юго-западного побережья о. Сахалин.

Ежегодно нарастающий объем продукции аквакультуры, получаемой пастбищным способом на РВУ, должен быть заметен и на сопредельных участках акватории. Однако по результатам рыбохозяйственных исследований какое-либо неестественное изменение биомассы промысловых гидробионтов пока отметить не удается.

В 2024 г. была выполнена водолазная учетная съемка у южного побережья о. Сахалин, направленная на сбор данных для оценки текущего состояния ресурсов промысловых гидробионтов в прибрежной зоне и разработки рекомендаций по их рациональному использованию. В рамках плановых НИР в северной части зал. Анива удалось собрать

* Федеральный закон № 148 от 2 июля 2013 г. «Об аквакультуре (рыбоводстве) и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации».

данные для определения влияния деятельности хозяйств марикультуры на ресурсы приморского гребешка, трепанга, серого морского ежа и ламинарии.

Условия окружающей среды в зал. Анива способствовали формированию многоуровневой и устойчивой экосистемы, неотъемлемой частью которой являются водные биологические ресурсы [Пищальник, Бобков, 2000; Щукина и др., 2003; Лабай, Кочнев, 2008; Дылдин и др., 2020]. Именно поэтому при определении общего допустимого улова (ОДУ) и рекомендованного вылова (РВ) рациональное использование водных биологических ресурсов (ВБР) опирается на экосистемный и предосторожный подходы [Левин, 1994; Бабаян, 2000; Буяновский, 2012]. Важно помнить, что аквакультура, когда применяется пастбищный способ получения продукции, использует часть общего пространства экосистемы. В итоге все гидробионты естественного или искусственного происхождения (посадочный материал в виде вселяемой на РВУ молоди), находясь в открытом пространстве водного объекта (например, зал. Анива), участвуют в обеспечении равновесия (баланса) в экосистеме [Гаврилова, 2013; Ковачева, Чертопруд, 2014; Понырко, Крупнова, 2021]. Нерациональное ведение промысла ВБР или аквакультуры может сместить экологический баланс и дестабилизировать сообщества гидробионтов как локально, так и в водном объекте в целом. Наглядным примером отрицательного антропогенного воздействия является ННН-промысел приморского гребешка и трепанга в зал. Анива, который в совокупности с другими факторами привел к снижению их численности и биомассы. В итоге промышленный лов гребешка в зал. Анива был запрещен, а трепанга — ограничен*. Антропогенная деятельность в рамках аквакультуры в случае игнорирования биотехнических рекомендаций и особенно ограничений, воплощаемых штатным технологом предприятия, несет негативные последствия. Например, вселение молоди для пастбищного выращивания на РВУ в количестве, превышающем размер кормовой базы в пределах участка, приведет к ее неизбежной гибели [Fuji, 1967; Agatsuma et al., 1996; Брегман, 2000]. Однако иногда это не конец истории. Через 3–4 года «выращивания» на РВУ чудесным образом появляется «урожай», который предъявляется контролирующим органам. Именно в этот момент возникает ущерб экосистеме, когда под видом продукции аквакультуры легализуется вылов ННН-промысла.

Целью исследований стала оценка первых результатов товарной аквакультуры ламинарии, трепанга и серого морского ежа на примере небольшого рыбоводного участка в зал. Анива.

Материалы и методы

Чтобы дать предварительную оценку результативности деятельности мариферм, было решено сопоставить ожидаемые и реальные показатели «продукции» (удельной биомассы) в пределах РВУ и на сопредельной акватории. В качестве объекта исследований был выбран рыбоводный участок XXX, на котором согласно актам межведомственной комиссии выпускалась молодь нескольких видов промысловых гидробионтов. Рыбоводный участок расположен в северной части зал. Анива (Охотское море) (рис. 1). Площадь РВУ № XXX равна 147,94 га, или 1,479 км^2. Ближайшая к берегу граница данного участка находится на удалении 4,5 км. Глубины в пределах участка изменяются от 28 до 32 м.

По информации от Сахалино-Курильского территориального управления в пределах данного РВУ межведомственной комиссией в 2021–2023 гг. были составлены акты выпуска молоди трепанга, личинок серого морского ежа и зооспор ламинарии (табл. 1). Согласно действующему законодательству в каждом акте, в соответствии с установленным коэффициентом выживания (КВ), рассчитаны объемы вылова по завершении цикла выращивания. Вылов трепанга должен состояться в 2025 и 2026 гг. в

* Приказ Минсельхоза России от 06.05.2022 № 285 (ред. от 22.10.2024) «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна».

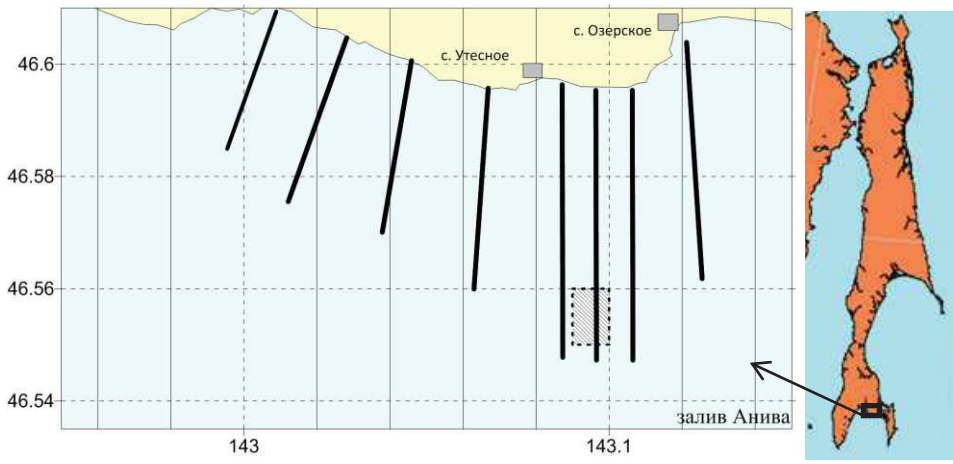


Рис. 1. Карта-схема района выполнения НИР и местоположение рыбоводного участка XXX в зал. Анива (о. Сахалин): *квадратики* — местоположение РВУ XXX; *линиями* обозначены гидробиологические разрезы

Fig. 1. Scheme of the surveyed area in Aniva Bay (Sakhalin Island). The aquaculture site XXX is shown with *quadrants*; *lines* — diving transects

количестве соответственно 9,91 и 9,90 т. Вылов серого морского ежа запланирован на 2025 г. в объеме 177,34 т, ламинарии — в 2023 и 2024 гг. в количестве соответственно 487,20 и 74,05 т.

Таблица 1

Виды и объемы выпуска молоди и посадочного материала на РВУ XXX в период 2021–2023 гг. в соответствии с актами выпуска

Table 1

Releases of juveniles and planting material at the aquaculture site XXX in 2021–2023, by species (from the acts of release)

№ акта	Дата выпуска	Объект	Стадия	Объем выпуска, тыс. шт.	Цикл, лет	КВ, %	Объем вылова, т	Год вылова
Б/н	04.12.2023	Трепанг	Молодь	300	3	–	9,90	2026
1	18.05.2022	Трепанг	Молодь	301	3	–	9,90	2025
Б/н	27.09.2022	Ламинария	Зооспоры	22440000	2	0,0033	74,05	2024
Б/н	16.10.2021	Ламинария	Зооспоры	174000	2	0,7	487,20	2023
1	05.07.2021	Морской еж серый	Личинка	633360	4	0,4	177,34	2025

По результатам многолетнего изучения ресурсов трепанга, серого морского ежа и ламинарии в зал. Анива в рамках рыбохозяйственных исследований места их скоплений и необходимые условия среды обитания хорошо известны [Сергеенко, 1999; Щукина и др., 2003; Галанин и др., 2012].

Из актов выпуска следует, что посадочный материал объектов, выращиваемых на РВУ XXX, во время расселения оказался в неоптимальных условиях, которые противоречат методическим рекомендациям по их выращиванию [Сухин, 2006, 2008; Крупнова, 2009; Быков, 2019]. Эти обстоятельства вызывают сомнения в достижении цели по получению продукции трепанга, серого морского ежа и ламинарии в 2025 и 2026 гг. в заявленных объемах (табл. 1).

Водолазное обследование участка дна в пределах рыбоводного участка XXX и сопредельной акватории в северной части зал. Анива было выполнено в период с 20 по 30 июля. Обследование прибрежной акватории охватило диапазон глубин от 1 до 32 м. Всего наблюдения велись на 45 станциях. Непосредственно в пределах РВУ выполнено 12 станций. В ходе исследований было собрано и проанализировано 60 проб для изучения видового состава гидробионтов и получения количественных показателей

промысловых беспозвоночных. Всего в ходе исследований в пределах РВУ XXX и на сопредельной акватории было собрано и проанализировано 323 гидробионта.

В процессе исследований были применены методики количественного учета по результатам сборов [Левин, Шендеров, 1975] и метод трансект [Скарлато и др., 1964; Левин, 1994]. Размеры каждого гидробионта измеряли штангенциркулем с точностью до 1 мм, общую массу особей — с помощью электронных весов с точностью 0,5 г. Для определения местоположения использовалась портативная навигационная система GPS и глубиномер. Общая численность и запасы промысловых гидробионтов на обследованной площади рассчитаны методом изолиний [Аксютина, 1968, 1970] и по программе Surfer. Статистическую обработку полученных данных выполняли с помощью программы Excel 2010 для Windows.

Результаты и их обсуждение

Участок акватории, на котором расположен РВУ XXX, находится в северной части зал. Анива на траверзе с. Озерского. Глубина моря в границах РВУ меняется в диапазоне 27–32 м. Рельеф дна можно считать плоским, хотя изредка (менее 1 %) встречаются выходы коренных пород в виде скал с поднятием не более 0,5 м. Преобладающим типом донных отложений на участке является мелкий камень с примесью гравия и ила (рис. 2).

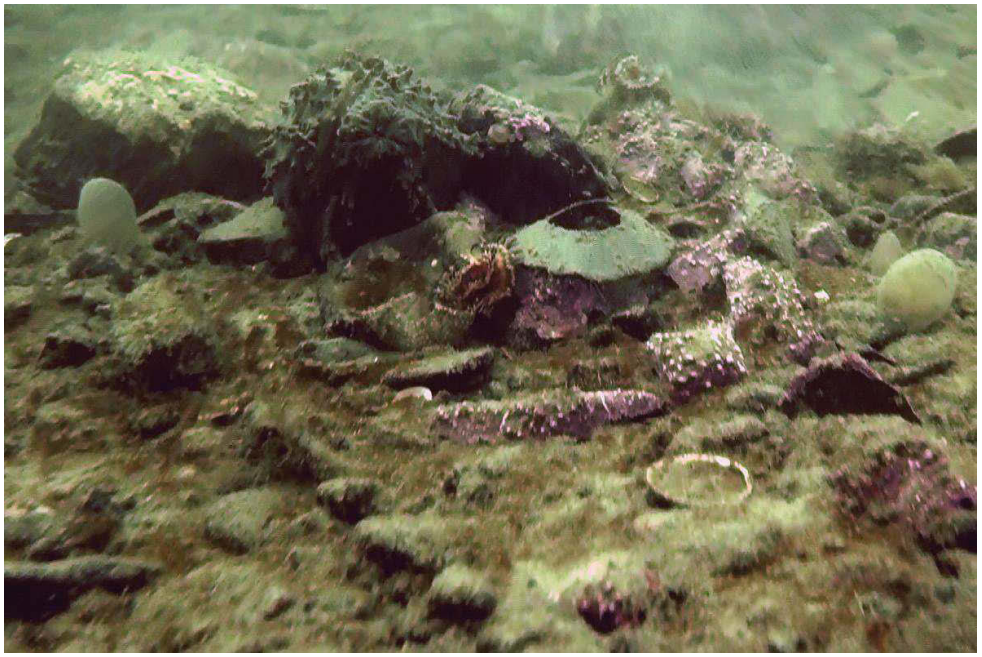


Рис. 2. Типичный донный ландшафт в пределах РВУ XXX
Fig. 2. Typical bottom landscape at the aquaculture site XXX

Особенность распространения ила такова, что он оказывается поверх и внутри каменистого грунта, а в некоторых местах покрывает его слоем до 10 мм. Гидродинамические условия из-за значительной глубины можно охарактеризовать как стабильные или слабоизменчивые. Поверхностная гидродинамическая активность не ощущалась. Видимость составляла 1,5 м. Температура (3–4 °C) и соленость воды (32 ‰) в придонном слое соответствуют параметрам открытого моря [Пищальник, Бобков, 2000; Шевченко и др., 2016].

Состав донного населения в пределах РВУ XXX на момент исследований был сформирован 36 видами донных беспозвоночных. В первую десятку по частоте встречаемости и формированию биомассы входят:

1. Иглокожие — серый морской еж *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz, 1864); кукумария японская *Cucumaria frondosa japonica* (Semper, 1868); морская звезда

(*Lysastrosoma anthosticta* Fisher, 1922); офиуры (*Ophiura sarsii* Lütken, 1855, *Ophiopholis aculeata* (Linnaeus, 1767)).

2. Губки — *Spongionella pulchella* (Sowerby, 1804).

3. Моллюски панцирные — криптохитон Стеллера (*Cryptochiton stelleri* (Middendorff, 1847)).

4. Кольчатые черви полихеты — *Serpula vermicularis* Linnaeus, 1767, *Neosabellaria cementarium* (Moore, 1906) и др.

Число видов гидробионтов на станциях было в диапазоне от 3 до 12. Средняя удельная биомасса гидробионтов на станции равнялась 250–300 г/м^2. Губки и сидячие морские черви встречались на каждой станции.

Промысловые гидробионты на прибрежной акватории, включающей РВУ XXX, в ходе учетных водолазных работ были представлены тремя видами (табл. 2).

Таблица 2

Промысловые гидробионты, обнаруженные в ходе работ

Table 2

Commercial species found during the diving survey

Вид гидробионта	Плотность, экз./м^2	Биомасса, г/м^2
Серый морской еж	0,53/0–2,20	19,6/0–81,4
Кукумария японская	0,31/0–0,66	61,0/0–129,0
Приморский гребешок	0,000001	0,0003

Примечание. Среднее значение/минимум-максимум.

Серый морской еж встречался на 75 % станций, кукумария японская — на 81 %, а приморский гребешок найден лишь однажды. Удельная плотность серого морского ежа в среднем составляла 0,53 ± 0,16 (0–2,20) экз./м^2, кукумарии японской — 0,31 ± 0,05 (0–0,66) экз./м^2. Показатели обилия серого морского ежа в обследованном районе можно считать минимальными в сравнении с известным максимумом, который в зал. Анива наблюдается в июне на глубинах 2–5 м и достигает 100 экз./м^2.

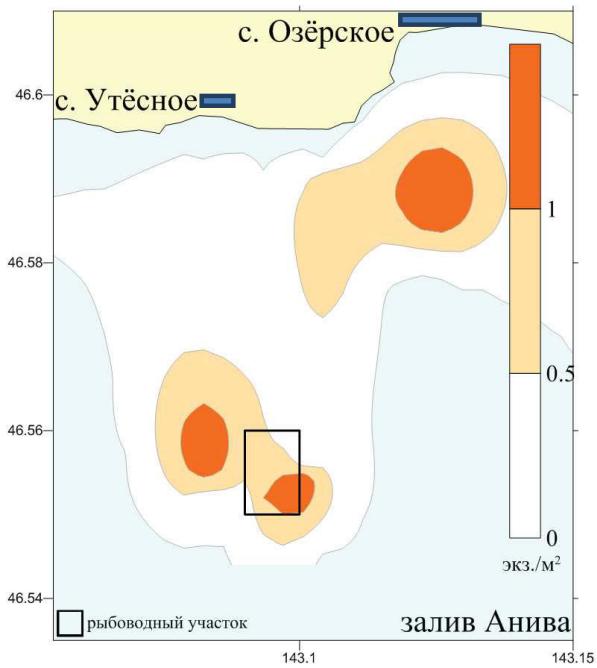
Важно отметить, что трепанг и ламинария в ходе водолазных учетных работ обнаружены не были, а кукумария не являлась объектом аквакультуры согласно актам выпуска посадочного материала. Таким образом, для дальнейшего изучения результатов аквакультуры остался только серый морской еж.

В пределах обследованного РВУ XXX серый морской еж занимает второе место по частоте встречаемости и удельной биомассе. Пространственное распределение серого морского ежа по дну акватории в пределах РВУ XXX и на примыкающей акватории было неравномерным. Отмечено два локальных скопления: одно на траверзе с. Утесного, а другое на траверзе с. Озерского (рис. 3). Показатели обилия серого морского ежа как в пределах РВУ, так и на сопредельной акватории можно считать одинаково низкими. Средняя удельная численность равнялась 0,53 экз./м^2, а биомасса — 19,6 г/м^2 (табл. 2). Разницы между показателями удельной численности и биомассы на РВУ и за его пределами не обнаружено.

На момент исследований в конце июля уровень удельной численности серого морского ежа оказался низким во всем диапазоне глубин от 0 до 30 м (рис. 4). Самый большой показатель средней удельной численности был на глубине 25 м и равнялся 0,6 экз./м^2. Наименьшая удельная численность ежей отмечена на глубине 10 м — 0,05 экз./м^2. Выявленная структура вертикального распределения и низкие показатели удельной численности серого морского ежа в конце июля и начале августа в зал. Анива были вполне типичны для сезона. В этот период, после нереста, серый морской еж перераспределяется или совершает непродолжительную «кормовую миграцию» от берега на глубину и вдоль побережья, в результате чего его поселения становятся более «рыхлыми» и занимают большие площади [Бузников, Подмарев, 1975; Викторовская, Седова, 2000; Бажин, Степанов, 2012]. Удельная численность серого морского ежа на малых глубинах (до 5 м) снижается до минимальных значений за год.

Рис. 3. Распределение серого морского ежа в пределах РВУ XXX и на сопредельной акватории

Fig. 3. Spatial distribution of gray sea urchins in the aquaculture site XXX and adjacent water area



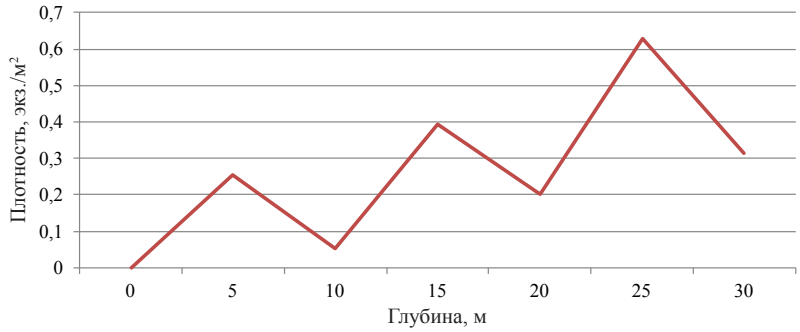


Рис. 4. Распределение серого морского ежа по глубине на траверзе РВУ XXX

Fig. 4. Bathymetric distribution of gray sea urchins at the traverse of aquaculture site XXX

Серый морской еж, собранный в пределах РВУ XXX, а также на сопредельной акватории, в целом был среднеразмерным (табл. 3). Изучение размерного состава с помощью размерно-возрастного ключа показало присутствие в сборах серого морского ежа 4–7-летнего возраста [Сергеенко, Шепелев, 2012].

Таблица 3

Размерно-массовые характеристики серого морского ежа в пределах РВУ XXX

Table 3

Size and weight parameters of gray sea urchins in the aquaculture site XXX

Параметр	Диаметр, мм	Масса, г	Масса гонад, г	Гонадный индекс, %
Среднее	46,40	36,80	1,52	2,60
Ошибка средней	0,75	2,20	0,33	0,36
95 %-ный доверительный интервал средней	1,50	4,37	0,67	0,73
Минимум	38,00	23,00	0,10	0
Максимум	70,00	117,00	10,60	9,10
Выборка, экз.	42	42	42	42

Основная модальная группа серого морского ежа была представлена особями с диаметром панциря 40–49 мм, что соответствует 4–5-летнему возрасту (рис. 5).

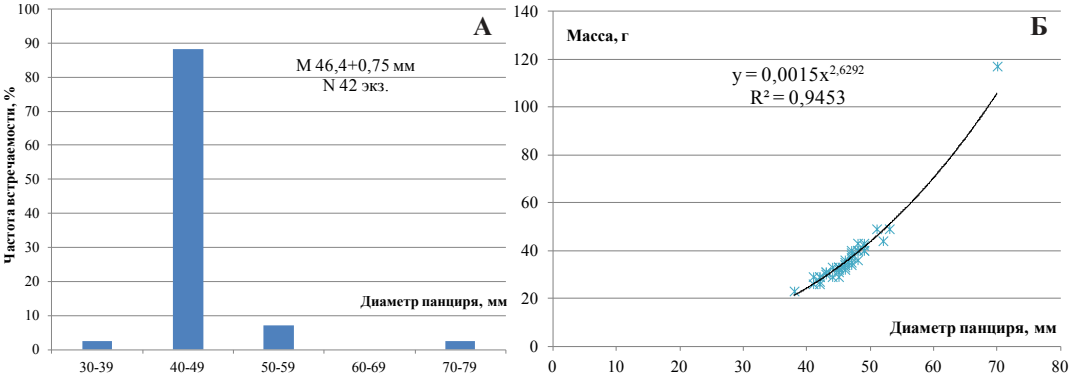


Рис. 5. Частотное распределение (**А**) и зависимость массы от размеров (**Б**) серого морского ежа в пределах РВУ XXX по данным водолазных сборов летом 2024 г.

Fig. 5. Size composition (**А**) and size-weight ratio (**Б**) for gray sea urchins in the aquaculture site XXX, on the data of diving survey in summer 2024

Животные с такими размерами характеризуются наибольшей активностью и способны перемещаться на 1–2 км от берега вглубь моря и вдоль побережья в течение года [Викторовская, Седова, 2000; Бажин, Степанов, 2012].

Мелкие особи размером 25–35 мм по диаметру панциря в водолазных сборах в пределах РВУ практически отсутствовали. Эта размерная группа серого морского ежа в нашем регионе соответствует возрасту 2–3 года [Шепелев, 2000; Сергеенко, Шепелев, 2012; Чалиенко, 2018]. Как ожидаемый результат аквакультуры после выпуска личинок в 2021 г. удельная численность трехлетних морских ежей в пределах РВУ XXX должна быть наибольшей. Отсутствие серого морского ежа в возрасте 3+ указывает на безуспешность получения товарной продукции методом пастбищного выращивания.

Соотношение самцов и самок в уловах в пределах РВУ XXX было 1 : 1. Гонадный индекс самцов изменялся в пределах от 1,7 до 9,1 %, а самок — от 0,23 до 6,70 %. Такой уровень развития гонад характерен для морских ежей, отнерестившихся примерно месяц назад [Ващенко и др., 2002, 2005; Сухин, 2008].

В целом структура распределения, размерно-массовый и половой состав, а также физиологическое состояние серого морского ежа в обследованном районе и на РВУ XXX были типичными для естественных поселений в зал. Анива в июле-августе на глубинах 25–30 м [Щукина и др., 2003; Галанин и др., 2012; Сергеенко, Шепелев, 2012].

В разное время на основании заключений научной организации на доступных акваториях в зал. Анива (не занятых другими видами хозяйственной и иной деятельности — ООПТ, судоходством, рыболовством и т.п.) были сформированы рыбоводные участки*. В отношении РВУ XXX рекомендовалась пастбищная аквакультура приморского гребешка. Другие беспозвоночные и водоросли рассматривались как объекты индустриальной аквакультуры (в садках и т.п.).

Условия среды обитания в пределах РВУ XXX и сопредельной акватории можно считать типичными для северной части зал. Анива в горизонте глубин 25–35 м [Пищальник, Архипкин, 1999; Пищальник, Бобков, 2000; Шевченко, Частиков, 2021]. Здесь возможно размещение гидротехнических конструкций для обеспечения индустриальной аквакультуры, например сбора спата приморского гребешка с помощью коллекторов и его последующего выращивания в толще воды в садках или на дне [Временная инструкция..., 1984, 1987; Масленников, 1996; Шпакова, 2006]. На веревочных установках

* Постановление Правительства Российской Федерации от 11.11.2022 № 1183 (ред. от 29.04.2021) «Об утверждении Правил определения береговых линий (границ водных объектов) и (или) границ частей водных объектов, участков континентального шельфа Российской Федерации и участков исключительной экономической зоны Российской Федерации, признаваемых рыбоводными участками».

вполне эффективным может быть выращивание ламинарии [Габаев, 2008; Понырко, Крупнова, 2021]. Стабильная эксплуатация гидротехнических сооружений в пределах РВУ XXX будет обеспечена плоским рельефом дна и преобладанием мелкокаменистых и гравийных грунтов. Размещение объектов выращивания в толще воды позволит выбрать тот горизонт, в котором формируются наиболее благоприятные условия для конкретного вида гидробионтов в течение цикла выращивания [Гайко, 2004; Силина, Латыпов, 2005; Силина, Жукова, 2007; Чернышова и др., 2017, 2022]. Известно, что ламинария лучше всего растет в первом фотофильном слое в горизонте 0–12 м и размещение ее глубже на поводцах или на дне осложнит достижение целевых показателей [Буянкина, 1977; Габаев, 2008]. В случае с моллюсками возможны разные решения. Садки с приморским гребешком на гидротехнических установках для уменьшения обрастаний целесообразно размещать на глубинах более 10 м [Масленников, 1996; Подкорытов, Масленников, 2008]. В то же время при выращивании мидии тихоокеанской хорошие показатели темпа роста обычны в приповерхностном слое 1–5 м [Кулаковский, 2000; Жарников, 2015; Григорьева, 2020].

По основным геоморфологическим и гидрологическим характеристикам условия среды в пределах РВУ XXX непригодны для пастбищного выращивания ламинарии и неоптимальны для серого морского ежа и трепанга [Сухин, 2006; Гаврилова, 2013; Турабжанова, 2016; Понырко, Крупнова, 2021]. Донные осадки в виде мелких камней не препятствуют закреплению рассады ламинарии, однако уровень освещенности на глубине 25–30 м не подходит для ее стабильной вегетации. Нижняя граница распространения зарослей ламинарии в зал. Анива находится на глубине 10–12 м [Галанин и др., 2012].

При пастбищном выращивании серого морского ежа и трепанга в пределах РВУ XXX или любого другого участка важным фактором является наличие кормовой базы в его пределах [Викторовская, 2006; Гаврилова, 2013; Турабжанова, 2016; Кокорина др., 2022]. Даже при наличии подходящих донных осадков и гидрологических условий необходимая кормовая база на обследованном РВУ оказалась очень ограниченной.

После получения представлений о текущем состоянии ресурсов промысловых гидробионтов вообще и серого морского ежа в частности стало возможным сопоставление результатов НИР с величиной ожидаемой продукции на РВУ XXX в ближайшие годы. Как уже говорилось выше, в соответствии с актами выпуска на момент выполнения водолазной съемки на участке должны были присутствовать: трепанг (около 10 т), серый морской еж (около 150 т) и ламинария (около 70 т). Однако таких объектов, как ламинария и трепанг, в ходе водолазных наблюдений обнаружено не было (вообще ни одного экземпляра), а показатели обилия серого морского ежа на РВУ и вне его оказались одинаковыми, а по размерно-массовым и возрастным характеристикам его продукция не соответствовала ожидаемым целевым ориентирам.

Отсутствие продукции ламинарии и трепанга может свидетельствовать только об одном: товарное выращивание ламинарии и трепанга с помощью использованной биотехники в пределах РВУ XXX успеха не имели. Результаты получения продукции серого морского ежа, на наш взгляд, те же, что у ламинарии и трепанга, т.е. неудовлетворительные.

В соответствии с актами выпуска посадочного материала (личинок) в 2025 г. на РВУ XXX должно быть получено не менее 177 т продукции серого морского ежа. При проецировании такого «урожая» на площадь РВУ XXX (1,479 км^2) удельные показатели обилия в 2025 г. должны составлять 120 г/м^2 и 3,43 экз./м^2.

Если сопоставить целевые показатели с результатами НИР в 2024 г., то удельная численность должна быть равна 4,3 экз./м^2 (на 25 % больше, чем в 2025 г. с учетом естественной смертности), а биомасса — 129 г/м^2 (при средней массе трехлетнего ежа 30 г). Однако зарегистрированный показатель удельной численности в 2024 г. был в 5 раз меньше — 0,53 экз./м^2. Такие же показатели обилия были установлены за пределами рыбоводного участка.

В соответствии с актом выпуска личинок начало выращивания серого морского ежа на РВУ XXX датируется июлем 2021 г., а значит, в 2025 г. в пределах участка нужно ожидать нахождение на дне 4-летних особей с размерами в среднем 45 мм по диаметру панциря. На момент исследований в 2024 г. возраст выращиваемого ежа должен быть 3 года, а средний диаметр панциря в среднем составлять 34 мм. По результатам НИР в 2024 г. средний размер серого морского ежа составил 46,9 мм при модальной группе с размерами 40,0–50,0 мм. Такие размеры соответствуют особям в возрасте 4–5 лет, родившимся в 2019 и 2020 гг. Таким образом, серый морской еж, обнаруженный в пределах РВУ XXX, не имеет отношения к личинкам, выпущенным в июле 2021 г.

Оценивая первые результаты товарной аквакультуры в зал. Анива пастбищным способом на РВУ XXX, важно подчеркнуть невозможность получения в 2025 г. продукции трепанга 9,9 т, серого морского ежа — 177,3 т, а также в 2026 г. — трепанга в количестве 9,9 т. Похожие неудачи в производстве продукции аквакультуры способом пастбищного выращивания серого морского ежа уже были. В 2024 г. на РВУ у юго-западного побережья о. Сахалин ожидаемое изъятие должно было составить 106 т серого морского ежа, а по результатам учетной водолазной съемки в пределах участка было обнаружено лишь около 50 т.

Заключение

По результатам НИР установлено, что удельные показатели обилия объектов аквакультуры ламинарии, трепанга и серого морского ежа в пределах РВУ XXX в зал. Анива либо равны нулю, либо одинаковы с участками дна вокруг. Серый морской еж, найденный в пределах РВУ, никак не связан с расселенными в 2021 г. личинками, так как его возраст в среднем составлял 4–5 лет (2019 и 2020 годов рождения). Таким образом, мы считаем, что в 2025 и 2026 гг. на РВУ XXX не удастся достичь целевых показателей, заявленных в соответствии с актами выпуска.

Кроме того, важно подчеркнуть, что использование личинки в качестве посадочного материала при пастбищном выращивании иглокожих было отменено в 2022 г. Несмотря на это, изъятие якобы «выращенной продукции» все еще продолжается, а все случаи использования личинок для пастбищного выращивания серого морского ежа до 2022 г. контролирующими организациями считаются законными. На примере выполненных исследований показано, что успеха такой метод не имеет, продукции нет и изымать нечего. Считаем исключительно важным во всех случаях, когда использовался пастбищный метод аквакультуры, выполнять контроль результатов рыбоводной деятельности непосредственно перед изъятием продукции. Попытки использования документального подтверждения права на изъятие рыбоводной продукции для прикрытия ННН-промысла считаем недопустимым. Более того, такая аквакультура наносит большой ущерб водным биологическим ресурсам, которые осваиваются в рамках традиционного рыболовства.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность сотрудникам СахНИРО, принимавшим участие в сборе и обработке гидробиологической и другой информации, которая использована в настоящей статье.

The authors are grateful to their colleagues from SakhNIRO who participated in collection and processing biological and other data used in the study.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки. Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.

The study had no sponsor funding. The study was conducted within budget funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы использования животных были соблюдены.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for care and use of animals were implemented.

Authors declare no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Д.А. Галанин руководил исследованиями и принимал участие в сборе и обработке материала, участвовал в анализе результатов и написании статьи; В.А. Сергеенко осуществлял техническое сопровождение проводимых работ, участвовал в сборе и обработке материала; Р.Т. Гон осуществлял техническое сопровождение проводимых работ, участвовал в обработке материала и написании статьи.

D.A. Galanin supervised the study, joined collecting and processing the materials, analyzed the results and wrote the text of article; V.A. Sergienko provided technical support for the survey, collected and processed the materials; R.T. Gon provided technical support for the survey, processed the material and wrote and illustrated the article.

Список литературы

Аксютина З.М. Количественная оценка скопления рыб методом изолиний // Тр. ВНИРО. — 1970. — Т. 71. — С. 302–308.

Аксютина З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях : моногр. — М. : Пищ. пром-сть, 1968. — 288 с.

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

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

Брегман Ю.Э. К изучению популяционной структуры и роста серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz) у северо-западного побережья Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2000. — Т. 127. — С. 397–415.

Бузников Г.А., Подмарев В.К. Морские ежи *Strongylocentrotus dröbachiensis, S. nudus, S. intermedius* // Объекты биологии развития. — М. : Наука, 1975. — С. 188–216.

Буянкина С.К. Биотехника искусственного разведения морской капусты в Приморье // Тр. ВНИРО. — 1977. — Т. 124. — С. 52–56.

Буяновский А.И. Прогноз потенциального вылова прибрежных беспозвоночных при затруднении с оценкой запаса : метод. указания. — М. : ВНИРО, 2012. — 222 с.

Быков И.А. Методы культивирования и размерно-весовой состав сахарины японской бухты Ландышевой (залив Ольги, Японское море) // Рыболовство — аквакультура : мат-лы 5-й Междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых. — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2019. — С. 165–170.

Ващенко М.А., Альмяшова Т.Н., Жадан П.М. Многолетняя и сезонная динамика состояния гонад морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*, обитающего в условиях антропогенного загрязнения (Амурский залив Японского моря) // Вестн. ДВО РАН. — 2005. — № 1(119). — С. 32–42.

Ващенко М.А., Жадан П.М., Слинько Е.Н. Гонадный индекс, степень зрелости и микроэлементный состав гонад морского ежа Strongylocentrotus intermedius, обитающего в условиях загрязнения (Амурский залив Японского моря) // Прибрежное рыболовство — XXI век : мат-лы Междунар. науч.-практ. конф. : Тр. СахНИРО. — Т. 3, ч. 1, 2. — Южно-Сахалинск : Сахалинское книжное изд-во, 2002. — С. 117–128.

Викторовская Г.И. Возможность повышения товарных качеств морских ежей с помощью биомелиоративных методов // Мат-лы 7-й Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным. — М. : ВНИРО, 2006. — С. 269–271.

Викторовская Г.И., Седова Л.Г. Некоторые аспекты биологии серого морского ежа в центральном районе северного Приморья // Изв. ТИНРО. — 2000. — Т. 127. — С. 382–396.

Временная инструкция по технологии донного выращивания приморского гребешка после годичного подращивания в садках / Ю.Э. Брегман, В.Я. Будовой, В.Н. Григорьев и др. — Владивосток : ТИНРО, 1987. — 26 с.

Временная инструкция по технологии подвесного культивирования приморского гребешка в садках : препр. / сост. В.З. Калашников, Ю.Э. Брегман, Д.Д. Габаев и др. — Владивосток : ТИНРО, 1984. — 39 с.

Габаев Д.Д. Опыт выращивания ламинарии японской в Приморье // Рыб. хоз-во. — 2008. — № 6. — С. 62–65.

Гаврилова Г.С. Товарное выращивание дальневосточного трепанга : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2013. — 99 с.

Гайко Л.А. Изменчивость урожайности приморского гребешка под воздействием абиотических факторов // Изв. ТИНРО. — 2004. — Т. 137. — С. 360–377.

Галанин Д.А., Дубровский С.В., Репникова А.Р. и др. Современное состояние ресурсов прибрежных беспозвоночных и водорослей Сахалино-Курильского региона, проблемы промысла и перспективы развития аквакультуры // Тр. СахНИРО. — 2012. — Т. 13. — С. 44–60.

Григорьева Н.И. Исследование скорости роста моллюсков подвесного выращивания в заливе Посьета (Японское море) // Бюл. Дальневост. малакол. о-ва. — 2020. — Т. 24, № 1–2. — С. 67–81. DOI: 10.24866/1560-8425/2020-24/67-81.

Дылдин Ю.В., Орлов А.М., Великанов А.Я. и др. Ихтиофауна залива Анива (остров Сахалин, Охотское море) : моногр. — Новосибирск : ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2020. — 396 с. DOI: 10.31677/isbn978_5_94477_271_8.

Жарников В.С. Особенности биологии и культивирования тихоокеанской мидии *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) в Тауйской губе Охотского моря : автореф. дис. … канд. биол. наук. — Петропавловск-Камчатский, 2015. — 24 с.

Ковачева Н.П., Чертопруд Е.С. Общие подходы к оценке приемной емкости морских акваторий для молоди крабоидов (Decapoda, Lithodidae) на примере камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* (Tilesius, 1815) // Рыб. хоз-во. — 2014. — № 2. — С. 79–84.

Кокорина Т.А., Чумаков Д.Е., Сырбу И.В. Некоторые результаты содержания молоди и половозрелого серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* в установках замкнутого водоиспользования (УЗВ) // Тр. СахНИРО. — 2022. — Т. 18. — С. 56–67.

Крупнова Т.Н. Возобновляемость полей ламинарии японской (*Laminaria japonica* Aresch.) после водолазного промысла // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 159. — С. 168–175.

Кулаковский Э.Е. Биологические основы марикультуры мидий в Белом море : моногр. — СПб. : ЗИН РАН, 2000. — 168 с. (Исслед. фауны морей, т. 50(58).)

Лабай В.С., Кочнев Ю.Р. Долговременные изменения сообщества *Nuculana pernula* как индикатор глобальных изменений бентоса сублиторали в нижнебореальной части Охотского моря // Тр. СахНИРО. — 2008. — Т. 10. — С. 173–182.

Левин В.С. Промысловая биология морских донных беспозвоночных и водорослей : моногр. — СПб. : ПКФ «ОЮ-92», 1994. — 240 с.

Левин В.С., Шендеров Е.Л. Некоторые вопросы методики количественного учета макробентоса с применением водолазной техники // Биол. моря. — 1975. — № 2. — С. 64–70.

Масленников С.И. Обрастание установок марикультуры приморского гребешка в заливе Петра Великого (Японское море) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток, 1996. — 23 с.

Пищальник В.М., Архипкин В.С. Сезонные вариации циркуляции вод на охотоморском шельфе острова Сахалин // Гидрометеорологические и экологические условия дальневосточных морей: оценка воздействия на морскую среду : Тр. ДВНИГМИ. — 1999. — Тематич. вып. № 2. — С. 84–95.

Пищальник В.М., Бобков А.О. Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. Ч. 2. — Южно-Сахалинск : СахГУ, 2000. — 108 с.

Подкорытов А.Г., Масленников С.И. К вопросу оптимизации технологии донного культивирования приморского гребешка для открытых акваторий // Современное состояние водных биоресурсов : мат-лы науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — С. 775–777.

Понырко О.А., Крупнова Т.Н. Выращивание ламинарии японской (*Saccharina japonica*) из цеховой рассады // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли : мат-лы 6-й междунар. науч.-техн. конф. студентов, аспирантов и молодых ученых [электронный ресурс]. — Владивосток : Дальрыбвтуз, 2021. — С. 120–124.

Сергеенко В.А. Распределение и массовая структура поселений дальневосточного трепанга (*Stichopus japonicus*) в заливе Анива о. Сахалин // Прибрежные гидробиологические исследования : сб. науч. тр. — М. : ВНИРО, 1999. — С. 163–168.

Сергеенко В.А., Шепелев Ю.Н. Сравнительная характеристика размерно-возрастной структуры поселений серого морского ежа в Сахалино-Курильском районе : отчет о НИР / СахНИРО. Инв. № 8100. — Южно-Сахалинск, 2012. — 17 с.

Силина А.В., Жукова Н.В. Питание и рост приморского гребешка на различных типах донных осадков // Изв. РАН. Сер. биол. — 2007. — № 1. — С. 68–74.

Силина А.В., Латыпов Ю.Я. Динамика поселения приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Bivalvia) в условиях повышенной гидродинамики // Биол. моря. — 2005. — Т. 31, № 4. — С. 297–300.

Скарлато О.А., Голиков А.Н., Грузов Е.Н. Водолазный метод гидробиологических исследований // Океанол. — 1964. — Т. 4, № 4. — С. 707–719.

Сухин И.Ю. Опыт получения и выращивания серого морского ежа в заводских условиях // Современное состояние водных биоресурсов : мат-лы науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — С. 798–801.

Сухин И.Ю. Особенности биотехники разведения серых морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* Agassiz в условиях южного Приморья // 7-я Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова) : тез. докл. — М. : ВНИРО, 2006. — С. 295–297.

Турабжанова И.С. Подходы к изучению приемной емкости донных участков прибрежья Приморского края для массовых видов фитофагов (серых морских ежей *Strongilocentrotus intermedius*) // Морские биологические исследования: достижения и перспективы : сб. матлов Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, приуроч. к 145-летию Севастопольской биологической станции. — Севастополь : ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. — Т. 3. — С. 460–463.

Чалиенко М.О. Особенности группового роста серого морского ежа (*Strongylocentrotus intermedius*) у северо-западного побережья Японского моря // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 194. — С. 3–17. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-194-3-17.

Чернышова Ю.С., Прохорова Н.Ю., Галанин Д.А. Опыт выращивания приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* в садках в заливе Анива // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 3. — С. 679–691. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-679-691. EDN: GMLIYM.

Чернышова Ю.С., Прохорова Н.Ю., Гон Р.Т. и др. Перспективы марикультуры приморского гребешка (*Mizuhopecten yessoensis*) в заливе Анива (Охотское море) // Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук. — Ростов н/Д : ЮНЦ РАН, 2017. — С. 379–380.

Шевченко Г.В., Частиков В.Н. Распространение вод Амура в восточной части залива Анива поздней осенью // Метеорол. и гидрол. — 2021. — № 1. — С. 111–116. DOI: 10.52002/0130-2906-2021-1-111-116.

Шевченко Г.В., Частиков В.Н., Кириллов К.В., Кусайло О.В. Экспериментальные исследования течений в заливе Анива в 2003 г. // Фундам. и прикл. гидрофизика. — 2016. — Т. 9, № 4. — С. 35–46.

Шепелев Ю.Н. Возраст, размерно-возрастной состав и рост морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* у берегов Сахалина в 1999 г. : отчет о НИР (промежуточный) / СахНИРО. Инв. № 8375. — Южно-Сахалинск, 2000. — 18 с.

Шпакова Т.А. Современное состояние ресурсов приморского гребешка *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) залива Анива (о. Сахалин) и перспективы его искусственного воспроизводства // 7-я Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова) : тез. докл. — М. : ВНИРО, 2006. — С. 261–263.

Щукина Г.Ф., Галанин Д.А., Балконская Л.А. и т.д. Структура и распределение прибрежных донных сообществ залива Анива // Тр. СахНИРО. — 2003. — Т. 5. — С. 3–24.

Agatsuma Y., Matsuyama K., Nakata A. Seasonal Changes in Feeding Activity of the Sea Urchin *Strongylocentrotus nudus* in Oshoro Bay, southwestern Hokkaido // Nippon Suisan Gakkaishi. — 1996. — Vol. 62, № 4. — P. 592–597. DOI: 10.2331/SUISAN.62.592.

Fuji A. Ecological studies on the growth and food consumption of Japanese common littoral urchin *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz) // Memoirs of the Faculty of Fisheries Hokkaido University. — 1967. — Vol. 15, № 2. — P. 83–160.

References

Aksyutina, Z.M., Quantitative assessment of fish aggregations by the method of contour lines, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1970, vol. 71, pp. 302–308.

Aksyutina, Z.M., *Elementy matematicheskoi otsenki rezul'tatov nablyudenii v biologicheskikh i rybokhozyaistvennykh issledovaniyakh* (Elements of Mathematical Appraisal of Observation Results in Biological and Fishery Studies), Moscow: Pishchevaya Promyshlennost', 1968.

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.

Bazhin, A.G. and Stepanov, V.G., *Morskiye yezhi semeistva Strongylocentrotidae morei Rossii* (Sea urchins fam. Strongylocentrotidae of seas of Russia), Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchat-NIRO, 2012.

Bregman, Yu.E., To study of population structure and growth of grey sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* (A. Agassiz) at the north-western coast of the Japan Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2000, vol. 127, pp. 397–415.

Buznikov, G.A. and Podmarev, V.K., Sea urchins *Strongylocentrotus dröbachiensis, S. nudus, S. intermedius*, in *Ob"yekty biologii razvitiya* (Objects of developmental biology), Moscow: Nauka, 1975, pp. 188–216.

Buyankina, S.K., Biotechuiques of cultivation of Laminaria japonica off Primorye, *Tr. Vses. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1977, vol. 124, pp. 52–56.

Buyanovsky, A.I., Potential catch of coastal invertebrates under the difficulties in stock assessment, Moscow: VNIRO, 2012.

Bykov, I.A., Cultivation methods and dimensional weight composition of Saccharides Japanese Bay Landyshevoj (Olga Bay, Sea of Japan), in *Mat-ly 5-y Mezhdunar. nauch.-tekhn. konf. studenty, aspiranty i molodyye uchenyye "Rybolovstvo — akvakul'tura"*(Proc. of the 5th Int. scientific-technical. conf. students, postgraduates and young scientists "Fisheries and aquaculture"), Vladivostok: Dal'rybvtuz, 2019, pp. 165–170.

Vaschenko, M.A., Almyashova, T.N., and Zhadan, P.M., Long-term and seasonal dynamics of the gonad state in the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* under anthropogenic pollution (Amursky Bay, Sea of Japan), *Vestnik Dal'nevostochnogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk*, 2005, no. 1(119), pp. 32–42.

Vaschenko, M.A., Zhadan, P.M., and Slinko, E.N., Gonadal index, maturity degree and microelement composition of gonads of the sea urchin Strongylocentrotus intermedius living in polluted conditions (Amur Bay of the Sea of Japan), in *Pribrezhnoye rybolovstvo XXI vek: mater. Mezhdunar. nauchno-prakt. konf.* (Proc. Int. Sci. Pract. Conf. "Coastal Fishing in the 21st Century"), Yuzhno-Sakhalinsk, 2002, pp. 117–128.

Viktorovskaya, G.I., On the possibility to enchance the commercial quality of the sea urchins by means of meliorative methods, in *Mat-ly 7-y Vseros. konf. po promyslovym bespozvonochnym* (Proc. of the 7th All-Russian Conf. on Commercial Invertebrates), Moscow: VNIRO, 2006, pp. 269–271.

Victorovskaya, G.I. and Sedova, L.G., Some aspects of grey sea urchin biology in the central part of northern Primorye region, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2000, vol. 127, pp. 382–396.

Bregman, Yu.E., Budovoy, V.Ya., Grigoriev, V.N., Grigorieva, N.I., Kalashnikov, V.Z., Kalashnikova, S.A., Konovalov, V.V., and Regulev, V.N., *Vremennaya instruktsiya po tekhnologii donnogo vyrashchivaniya grebeshkov posle goda vyrashchivaniya v sadkakh* (Temporary instructions on the technology of bottom cultivation of sea scallops after a year of growing in cages), Vladivostok: TINRO, 1987.

Kalashnikov, V.Z., Bregman, Yu.E., Gabaev, D.D., Belogrudov, E.A., Konovalov, V.V., and Polikarpova, G.V., *Vremennaya instruktsiya po tekhnologii podvesnogo kul'tivirovaniya primorskogo grebeshka v sadkakh* (Temporary instruction on technology for hanging cultivation of scallop in cages), Vladivostok: TINRO, 1984.

Gabayev, D.D., An experience of laminaria growing in Primorie, *Rybn. Khoz.*, 2008, no. 6, pp. 62–65.

Gavrilova, G.S., *Tovarnoye vyrashchivanye dal'nevostochnogo trepanga* (Farming of Far Eastern sea cucumber), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2013.

Gayko, L.A., Variability of the yield of japanese scallop under influence of abiotic factors, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 137, pp. 360–377.

Galanin, D.A., Dubrovskii, S.V., Repnikova, A.R., Sergeenko, V.A., Shpakova, T.A., and Shepelev, Yu.N., The current status of resources of coastal invertebrates and algae of the Sakhalin-Kuril region, problems of fishing, and prospects of aquaculture development, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2012, vol. 13, pp. 44–60.

Grigoryeva, N.I., Study on the growth rates of mollusks in hanging culture in Possjet Bay (Sea of Japan), *Byull. Dal'nevost. Malakologicheskogo O-va.*, 2020, vol. 24, no. 1–2, pp. 67–81. doi 10.24866/1560-8425/2020-24/67-81

Dyldin, Yu.V., Orlov, A.M., Velikanov, A.Ya., Makeev, S.S., Romanov, V.I., Morusi, I.V., and Hanel, L., Ichthyofauna of the Aniva Bay (the Sakhalin Island, the Sea of Okhotsk), Novosibirsk: IC NGAU "Zolotoy kolos", 2020. doi 10.31677/isbn978_5_94477_271_8

Zharnikov, V.S., Features of biology and cultivation of the Pacific mussel *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) in Taui Bay, Sea of Okhotsk, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Petropavlovsk-Kamchatsky, 2015.

Kovacheva, N.P. and Chertoprud, E.S., The general approaches to estimation of the receiver capacity of marine water area for craboids' young (Decapoda, Lithodidae) on the example of king crab Paralithodes Camtschaticus (Tilesius, 1815), *Rybn. Khoz.*, 2014, no. 2, pp. 79–84.

Kokorina, T.A., Chumakov, D.E., and Syrbu, I.V., Some results of the maintenance of juveniles and mature gray sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* in recirculating water systems (RAS), *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2022, vol. 18, pp. 56–67.

Krupnova, T.N., Recovery ability of *Laminaria japonica* Aresch. fields after the harvesting by divers, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2009, vol. 159, pp. 168–175.

Kulakovskiy, E.Ye., *Biologicheskiye osnovy marikul'tury midiy v Belom more* (Biological bases of mussel mariculture in the White Sea), St. Petersburg: Zool. Inst., Ross. Akad. Nauk, 2000. (*Ser. Issledovaniya fauny morey*, no. 50(58).)

Labay, V.S. and Kochnev, Yu.R., Long-term changes in the community *Nuculana pernula* as the indicator of global benthic changes in sublittoral zone of the low-boreal part of the Okhothsk Sea, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2008, vol. 10, pp. 173–182.

Levin, V.S., *Promyslovaya biologiya morskikh donnykh bespozvonochnykh i vodoroslei* (Fishery Biology of Marine Benthic Invertebrates and Algae), St. Petersburg: PKF OYu-92, 1994.

Levin, V.S. and Shenderov, E.L., Some problems of macrobenthos census methods with the use of diving equipment, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1975, vol. 1, no. 2, pp. 64–70.

Maslennikov, S.I., Fouling of sea scallop mariculture facilities in Peter the Great Bay (Sea of Japan), *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok, 1996.

Pishchalnik, V.M. and Arkhipkin, V.S., Seasonal variations of water circulation on the Okhotsk Sea shelf of Sakhalin Island, *Tematicheskii vypusk DVNIGMI N* 2, (Thematic Issue of the Far Eastern Regional Hydrometeorological Research Institute no. 2), Vladivostok: Dal'nauka, 1999, pp. 84–95.

Pishchalnik, V.M. and Bobkov, A.O., *Okeanograficheskii atlas shel'fovoi zony ostrova Sakhalin* (Oceanographic Atlas of the Sakhalin Shelf), Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. Gos. Univ., 2000, part II.

Podkorytov, A.G. and Maslennikov, S.I., On the issue of optimization of technology of bottom cultivation of Japanese scallop for open waters, in *Mater. nauchn. konf., posvyashch. 70-letiyu S.M. Konovalova "Sovremennoe sostoyanie vodnyh bioresursov"* (Proc. Sci. Conf. 70th anniversary of S.M. Konovalova "Current state of aquatic biological resources"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2008, pp. 775–777.

Ponyrko, O.A. and Krupnova, T.N., Growing japanese kelp (*Saccharina japonica*) from workshop seedling, in *Mater. 6-y mezhdunar. nauchno-tekhn. konf. studentov, aspirantov i molodykh uchenykh "Kompleksnyye issledovaniya v rybokhozyaystvennoy otrasli"* (Proc. 6th Intern. Sci. Tech. Conf. of students, graduate students and young scientists "Comprehensive research in the fishery industry"), Vladivostok: Dal'rybvtuz, 2021, pp. 120–124.

Sergienko, V.A., Distribution and mass structure of settlements of the Far Eastern trepang (*Stichopus japonicus*) in Aniva Bay, Sakhalin Island, in *Sb. nauch. tr. "Pribrezhnyye gidrobiologicheskiye issledovaniya"* (Collect. Sci. Works "Coastal hydrobiological studies"), Moscow: VNIRO, 1999, pp. 163–168.

Sergienko, V.A. and Shepelev, Yu.N., *Otchet Nauchno-Issled. Rab. "Sravnitel'naya kharakteristika razmerno-vozrastnoy struktury poseleniy serogo morskogo yezha v Sakhalino-Kuril'skom rayone"* (Res. Rep. "Comparative characteristics of the size-age structure of gray sea urchin settlements in the Sakhalin-Kuril region"), Available from SakhNIRO, 2012, Yuzhno-Sakhalinsk, no. 8100.

Silina, A.V. and Zhukova, N.V., Feeding and growth of Japanese scallop inhabiting different bottom sediment types, *Biol. Bull.,* 2007, vol. 34, no. 1, pp. 55–60. doi 10.1134/S1062359007010086

Silina, A.V. and Latypov, Yu.Ya., Population dynamics of the Japanese Scallop *Mizuhopecten yessoensis* (Bivalvia) under conditions of enhanced hydrodynamics, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2005, vol. 31, no. 4, pp. 256–260. doi 10.1007/s11179-005-0083-9

Skarlato, O.A., Golikov, A.N., and Gruzov, E.N., The diving method in hydrobiological research, *Okeanologiya* (Moscow), 1964, vol. 4, no. 4, pp. 707–719.

Sukhin, I.Yu., Experience of obtaining and growing gray sea urchin in factory conditions, in *Mater. nauchn. konf., posvyashch. 70-letiyu S.M. Konovalova "Sovremennoe sostoyanie vodnyh bioresursov"* (Proc. Sci. Conf. 70th anniversary of S.M. Konovalova "Current state of aquatic biological resources"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2008, pp. 798–801.

Sukhin, I.Yu., Features of biotechnics of breeding gray sea urchins *Strongylocentrotus intermedius* Agassiz in the conditions of southern Primorye, in *Tezisy dokl. 7 Vseross. konf. po promysl. bespozvon. (pamyati B.G. Ivanova)* (Proc. 7th All-Russ. Conf. Commer. Invertebr. (Commem. B.G. Ivanov)), Moscow: VNIRO, 2006, pp. 295–297.

Turabzhanova, I.S., Approaches to the study of the receiving capacity of bottom areas of the Primorsky Territory coast for mass species of phytophages (gray sea urchins *Strongilocentrotus intermedius*), in *Sb. mater. Vseross. nauchno-prakt. konf. mezhdunar. uchastiem, priuroch. k 145-letiyu Sevastopol. biol. stn. "Morskie biologicheskie issledovaniya: dostizheniya i perspektivy"* (Collect. Mater. All-Russ. Sci. Pract. Conf. Int. Participation, Commem. 145th Anniv. Sevastopol Biol. Stn. "Marine Biological Research: Achievements and Prospects"), Sevastopol: EKOSI-Gidrofizika, 2016, vol. 3, pp. 460–463.

Chalienko, M.O., Features of group growth for gray sea urchin (*Strongylocentrotus intermedius*) at the northwestern coast of the Japan Sea, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2018, vol. 194, pp. 3–17. doi 10.26428/1606-9919-2018-194-3-17

Chernyshova, Yu.S., Prokhorova, N.Yu., and Galanin, D.A., Experiment on growing of japanese scallop *Mizuhopecten yessoensis* in cages in the Aniva Bay, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2022, vol. 202, no. 3, pp. 679–691. doi 10.26428/1606-9919-2022-202-679-691. EDN: GMLIYM.

Chernysheva, Yu.S., Prokhorova, N.Yu., Gon, R.T., Savina, N.T., and Galanin, D.A., Prospects of mariculture of Japanese scallop (*Mizuhopecten yessoensis*) in the Aniva Bay (the Sea of Okhotsk), in *Materialy nauchnykh meropriyatiy, priurochennykh k 15-letiyu Yuzhnogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk* (Proceedings of scientific events devoted to the 15-year Anniversary of the Southern Scientific Centre of the Russian Academy of Sciences), Rostov-on-Don: Yuzhn. Nauchn. Tsentr, Ross. Akad. Nauk, 2017, pp. 379–380.

Shevchenko, G.V. and Chastikov, V.N., Spreading of the Amur river water in the eastern Aniva Bay in late autumn, *Meteorol. Gidrol.*, 2021, no. 1, pp. 111–116. doi 10.52002/0130-2906-2021-1-111-116

Shevchenko, G.V., Chastikov, V.N., Kirillov, K.V., and Kusaylo O.V., Experimental study of currents in the Aniva Gulf in 2003, *Fundam. Prikl. Gidrofizika*, 2016, vol. 9, no. 4, pp. 35–46.

Shepelev, Yu.N., *Otchet Nauchno-Issled. Rab "Vozrast, razmerno-vozrastnoy sostav i rost morskogo yezha Strongylocentrotus intermedius u beregov Sakhalina v 1999 g."* (Res. Rep. "Age, size-age composition and growth of the sea urchin Strongylocentrotus intermedius off the coast of Sakhalin in 1999"), Available from SakhNIRO, 2000, Yuzhno-Sakhalinsk, no. 8375.

Shpakova, T.A., The current state of the resources of the coastal scallop *Mizuhopecten yessoensis* (Jay, 1856) in Aniva Bay (Sakhalin Island) and the prospects for its artificial reproduction, in *Tezisy dokl. 7 Vseross. konf. po promysl. bespozvon. (pamyati B.G. Ivanova)* (Proc. 7th All-Russ. Conf. Commer. Invertebr. (Commem. B.G. Ivanov)), Moscow: VNIRO, 2006, pp. 261–263.

Shchukina, G.F., Galanin, D.A., Balkonskaya, L.A., Shpakova, T.A., Yakovlev, A.A., Sergeenko, V.A., and Chumakov, A.A., Structure and distribution of coastal bottom communities in the Aniva Bay, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2003, vol. 5, pp. 3–24.

Agatsuma, Y., Matsuyama, K., and Nakata, A., Seasonal Changes in Feeding Activity of the Sea Urchin *Strongylocentrotus nudus* in Oshoro Bay, southwestern Hokkaido, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 1996, vol. 62, no. 4, pp. 592–597. doi 10.2331/SUISAN.62.592

Fuji, A., Ecological studies on the growth and food consumption of Japanese common littoral urchin *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz), *Memoirs of the Faculty of Fisheries Hokkaido University*, 1967, vol. 15, no. 2, pp. 83–160.

Federal'nyy zakon ot 02.07.2013 № 148-FZ "Ob akvakul'ture (rybovodstve) i o vnesenii izmeneniy v zakonodatel'nyye akty Rossiyskoy Federatsii" (Federal Law of 02.07.2013 No. 148-FZ "On Aquaculture (Fish Farming) and Amendments to Legislative Acts of the Russian Federation").

Prikaz Minsel'khoza Rossii ot 06.05.2022 № 285 (red. ot 22.10.2024) "Ob utverzhdenii pravil rybolovstva dlya Dal'nevostochnogo rybokhozyaystvennogo basseyna" (Order of the Ministry of Agriculture of Russia dated 06.05.2022 No. 285 (as amended on 22.10.2024) "On approval of fishing rules for the Far Eastern fishery basin").

Postanovleniye Pravitel'stva Rossiyskoy Federatsii ot 11.11.2022 № 1183 (red. ot 29.04.2021) «Ob utverzhdenii Pravil opredeleniya beregovykh liniy (granits vodnykh ob''yektov) i (ili) granits chastey vodnykh ob''yektov, uchastkov kontinental'nogo shel'fa Rossiyskoy Federatsii i uchastkov isklyuchitel'noy ekonomicheskoy zony Rossiyskoy Federatsii, priznavayemykh rybovodnymi uchastkami» (Resolution of the Government of the Russian Federation of 11.11.2022 No. 1183 (as amended on 29.04.2021) "On approval of the Rules for determining coastlines (boundaries of water bodies) and (or) boundaries of parts of water bodies, areas of the continental shelf of the Russian Federation and areas of the exclusive economic zone of the Russian Federation recognized as fish farming areas").

https://www.aquavostok.ru. Cited March, 13, 2025.

Поступила в редакцию 18.02.2025 г.

После доработки 14.03.2025 г.

Принята к публикации 16.06.2025 г.

The article was submitted 18.02.2025; approved after reviewing 14.03.2025; accepted for publication 16.06.2025