



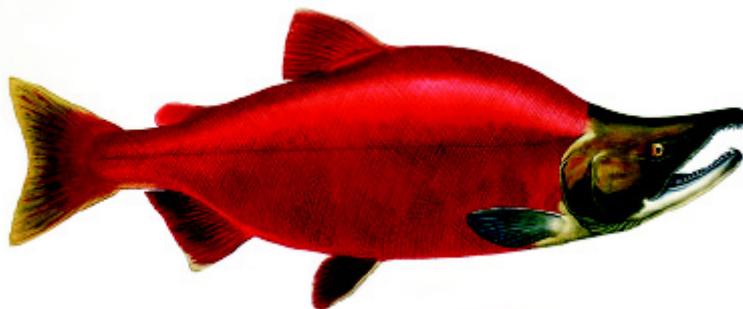
Тихоокеанский филиал
ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)



№ 18/2024

БЮЛЛЕТЕНЬ ИЗУЧЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Электронное приложение к научному журналу «Известия ТИНРО»



Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East

Electronic supplement to the scientific journal "Izvestiya TINRO"

БЮЛЛЕТЕНЬ
ИЗУЧЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ
НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

№ 18/2024

СОДЕРЖАНИЕ

Канзепарова А.Н., Ваизова И.А., Никифоров А.И., Беляев В.А. Итоги лососевой путины в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2023 г. ...	3
Бугаев А.В., Зикунова О.В., Артюхина Н.Б., Шубкин С.В. Итоги лососевой путины в Камчатском крае в 2023 г.	19
Коцюк Д.В., Островский В.И. Итоги лососевой путины в Хабаровском крае в 2023 г.	42
Макоедов А.А., Колпакон Н.В., Никитин В.Д., Живоглядов А.А., Игнатиев Ю.И., Антонов А.А. Результаты хозяйственного освоения ресурсов тихоокеанских лососей Сахалино-Курильского региона в 2023 г.	49
Голованов И.С., Хованская Л.Л., Коршукова А.М., Хабаров П.В., Остринский М.О., Бараусов А.И., Артюхин А.В., Жуков В.Г. Итоги лососевой путины в Магаданской области в 2023 г.	67
Марченко С.Л. Итоги лососевой путины в северной части Тихого океана и сопредельных водах Северного Ледовитого океана в 2023 году	84
Шевляков Е.А., Сомов А.А., Шевляков В.А., Канзепарова А.Н., Дедерер Н.А., Мельников И.В. Промысел горбуши в Дальневосточном рыбопромысловом бассейне в 2023 г.: предварительные исследования, прогноз, интерпретация итогов путины	97
Каев А.М., Самарский В.Г. Итоги промысла горбуши на островах Сахалин (восточное побережье) и Итуруп в 2018–2023 гг.	105
Гордеев И.И., Ткаченко А.В., Торцев А.М., Студёнов И.И., Генрих Э.А., Канзепарова А.Н., Беляев В.А. Промысел горбуши в европейской части России: итоги путины 2023 года	123
Михайлов А.В., Миронова Т.Н., Морозов В.О. Результаты мониторинга тихоокеанских лососей Сахалинского залива (Хабаровский край) в 2023 г.	132
Старовойтов А.Н., Пономарев С.С. Результаты траловых учетных съемок в Беринговом и Охотском морях осенью 2023 г.	139
Старовойтов А.Н. Результаты тралового учета нектона и макропланктона в период преданадромных миграций тихоокеанских лососей в северо-западной части Тихого океана в 2023 г.	157
Островский В.И. Проблемы и перспективы прогнозирования запасов тихоокеанских лососей в Хабаровском крае	171
Сомов А.А., Шевляков Е.А., Старовойтов А.Н., Шевляков В.А., Дедерер Н.А., Мельников И.В. Перспективы промысла горбуши в российских водах Берингова и Охотского морей в 2024 г. по результатам анализа траловых съемок молоди на НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» осенью 2023 г.	185
Островский В.И., Лысенко А.В. Закономерности воспроизводства горбуши <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> материкового побережья Японского моря ...	202
Каев А.М., Дзен Г.Н., Игнатиев Ю.И., Чеснаков Н.И., Сухонос П.С., Бобров И.С. Оценка численности покатной молоди горбуши в реках островов Сахалин и Итуруп в 2023 г.	209
Радченко В.И. О значимости воспроизводства горбуши для экосистем пресноводных водоемов	221
Ельников А.Н., Живоглядов А.А. Результаты количественного учёта покатной молоди горбуши <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> в реке Малая Хузи (северо-восток острова Сахалин) в 2023 г.	231
Лысенко А.В., Никитин А.А., Шатилина Т.А., Барабанщиков Е.И. Результаты промысла горбуши <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> в Приморском крае и гидрометеорологические условия Японского моря в 2023 году	236
Никифоров А.И., Карпова Л.Н. Биологические характеристики производителей кеты <i>Oncorhynchus keta</i> , добытых в реке Индигирке в 2023 году ...	251
Ваизова И.А., Никифоров А.И., Колобов В.Ю., Харитонов В.В. Результаты мониторинга нерестового хода осенней кеты на наблюдательном пункте в пос. Тыр в 2023 г.	259
Ельников А.Н., Зеленников О.В. Характеристика производителей кеты <i>Oncorhynchus keta</i> промыслового стада у острова Итуруп в 2023 году	267
Углова Т.Ю., Дзен Г.Н., Никифоров А.И. Гидролого-экологическое обследование реки Матросской (о. Парамушир, северные Курильские острова, Сахалинская область)	274

CONTENTS

Kanzeparova A.N., Vaizova I.A., Nikiforov A.I., Belyaev V.A. Results of salmon fishery in the Far-Eastern fishery basin in 2023	3
Bugaev A.V., Zikunova O.V., Artyukhina N.B., Shubkin S.V. Results of the salmon fishery season in Kamchatka Region in 2023	19
Kotsyuk D.V., Ostrovsky V.I. Analysis of the salmon fishery in Khabarovsk Region in 2023	42
Makoedov A.A., Kolpakov N.V., Nikitin V.D., Zhivoglyadov A.A., Ignatiev Y.I., Antonov A.A. Results of economic usage of the pacific salmon resources in the Sakhalin-Kuril region in 2023	49
Golovanov I.S., Khovanskaya L.L., Korshukova A.M., Khabarov P.V., Ostrinsky M.O., Barausov A.I., Artyukhin A.V., Zhukov V.G. Results of salmon fishery in Magadan Region in 2023	67
Marchenko S.L. Results of salmon fishery in the North Pacific and adjacent waters of the Arctic Ocean in 2023	84
Shevlyakov E.A., Somov A.A., Shevlyakov V.A., Kanzeparova A.N., Dederer N.A., Melnikov I.V. Pink salmon fishery in the Far-Eastern fishing basin in 2023: preliminary studies, forecast, interpretation of the fishing season results	97
Kaev A.M., Samarsky V.G. Results of pink salmon fishery on the islands of Sakhalin (eastern coast) and Iturup in 2018–2023	105
Gordeev I.I., Tkachenko A.V., Tortsev A.M., Studionov I.I., Genrikh E.A., Kanzeparova A.N., Belyaev V.A. Pink salmon fishery in the European part of Russia: results for 2023	123
Mikhailov A.V., Mironova T.N., Morozov V.O. Results of monitoring on pacific salmon in the Sakhalin Bay in 2023	132
Starovoitov A.N., Ponomarev S.S. Results of trawl surveys in the Bering and Okhotsk Seas in autumn 2023	139
Starovoitov A.N. Results of the trawl survey of nekton and macroplankton during preanadromous migrations of pacific salmon in the North-West Pacific in 2023	157
Ostrovsky V.I. Problems and prospects in forecasting the stocks of pacific salmon in Khabarovsk Region	171
Somov A.A., Shevlyakov E.A., Starovoitov A.N., Shevlyakov V.A., Dederer N.A., Melnikov I.V. Prospects for the pink salmon fishery in the Russian waters of the Bering and Okhotsk Seas in 2024 based on analysis of the juveniles trawl survey aboard RV TINRO and RV Professor Kaganovsky in the fall of 2023	185
Ostrovsky V.I., Lysenko A.V. Patterns of pink salmon <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> reproduction on the mainland coast of Japan Sea	202
Kaev A.M., Dzen G.N., Ignatiev Yu. I., Chesnakov N.I., Sukhonos P.S., Bobrov I.S. Estimation of abundance for the migrating juvenile pink salmon in the rivers of Sakhalin and Iturup Islands in 2023	209
Radchenko V.I. On importance of pink salmon reproduction for freshwater ecosystems	221
Elnikov A.N., Zhivoglyadov A.A. Results of quantitative counting for downstream juveniles of pink salmon <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> in the Malaya Khuzi River (north-east of Sakhalin Island) in 2023	231
Lysenko A.V., Nikitin A.A., Shatilina T.A., Barabanshchikov E.I. Results of fishery for pink salmon <i>Oncorhynchus gorbuscha</i> in Primorye Region and hydro-meteorological conditions in the Japan Sea in 2023	236
Nikiforov A.I., Karpova L.N. Biological characteristics for the spawners of chum salmon <i>Oncorhynchus keta</i> caught in the Indigirka River in 2023	251
Vaizova I.A., Nikiforov A.I., Kolobov V.Y., Kharitonov V.V. Results of monitoring on the spawning run of autumn chum salmon at the observation point in Tyr in 2023	259
Elnikov A.N., Zelennikov O.V. Characteristics of adult chum salmon <i>Oncorhynchus keta</i> from the commercial stock at Iturup Island in 2023	267
Uglova T.Yu., Dzen G.N., Nikiforov A.I. Hydrological and ecological survey of the Matrosskaya River (Paramushir Island, northern Kuril Islands, Sakhalin Region)	274

Главный редактор — В.П. Шунтов, доктор биологических наук, профессор

Редакционная коллегия:

Барабанщиков Е.И., канд. биол. наук, заведующий лабораторией, ТИНРО
Бугаев А.В., д-р биол. наук, заместитель руководителя Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО»
Зеленников О.В., д-р биол. наук, доцент, Санкт-Петербургский государственный университет
Каев А.М., д-р биол. наук, главный научный сотрудник, Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
Канзепарова А.Н., канд. биол. наук, заместитель директора департамента, ФГБНУ «ВНИРО» – *заместитель главного редактора*
Колпаков Н.В., д-р биол. наук, руководитель Сахалинского филиала ФГБНУ «ВНИРО» – *заместитель главного редактора*
Марченко С.Л., канд. биол. наук, советник руководителя Тюменского филиала ФГБНУ «ВНИРО»
Островский В.И., канд. биол. наук, начальник отдела, Хабаровский филиал ФГБНУ «ВНИРО»
Радченко В.И., канд. биол. наук, помощник руководителя филиала, ТИНРО
Шевляков Е.А., канд. биол. наук, начальник отдела, ТИНРО
Шунтов В.П., д-р биол. наук, профессор, главный научный сотрудник, ТИНРО
Самойлова Н.С., начальник отдела издательство, ТИНРО – *ответственный секретарь*

БЮЛЛЕТЕНЬ ИЗУЧЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА ДАЛЬНОМ ВОСТОКЕ
Электронное приложение к научному журналу «Известия ТИНРО»

В Бюллетене публикуются статьи по биологии, состоянию запасов и промысловому использованию тихоокеанских лососей с учетом новых данных и результатов наблюдений прошедшей лососевой путины. Бюллетень издается один раз в год. Таким образом увеличиваются продолжительность рядов наблюдений и база многолетних данных по состоянию и динамике запасов этих ценных промысловых рыб. Это издание не входит в перечень ВАК.

Бюллетень к печати подготовили:

начальник издательства Н.С. Самойлова, редакторы С.О. Шумкова, А.А. Ваккер,
переводчик Ю.И. Зуенко, компьютерная верстка О.В. Степановой
Подписано в печать 29.03.2024 г. Размер файла – 22,0 МВ

Научная статья
УДК 639.21:597.552.511
DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-3-18
EDN: BVDOAV

ИТОГИ ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ БАССЕЙНЕ В 2023 Г.

А.Н. Канзепарова, И.А. Ваизова, А.И. Никифоров, В.А. Беляев*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация. Представлен развернутый анализ результатов лосося путины 2023 г. в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне; обсуждаются величины освоения прогнозируемых объемов добычи (вылова) тихоокеанских лососей и возможные причины недолова в отдельных промысловых районах.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, Дальневосточный рыбохозяйственный бассейн, путина—2023, промысел, прогноз, вылов

Для цитирования: Канзепарова А.Н., Ваизова И.А., Никифоров А.И., Беляев В.А. Итоги лосося путины в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 3–18. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-3-18. EDN: BVDOAV.

Original article

Results of salmon fishery in the Far-Eastern fishery basin in 2023

Albina N. Kanzeperova*, Ivetta A. Vaizova**, Andrey I. Nikiforov***, Vladimir A. Belyaev****

*-**** Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
19, Okružhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

* Ph.D., director of department, kanzeperova@vniro.ru, ORCID 0009-0001-7989-2667

** specialist, vaizova@vniro.ru, ORCID 0009-0005-7612-9390

*** Ph.D., head of department, nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378

**** D.Biol., deputy head, belyaev@vniro.ru, ORCID 0009-0005-9278-6921

Abstract. Data on forecasted catch, actual catch and their ratio for the main species of pacific salmon are presented; the salmon fishery in the Far Eastern fishery basin in 2023 is analyzed; the reasons for discrepancy between the actual catches of pacific salmon and forecast expectations are discussed.

Keywords: pacific salmon, Far-Eastern fishery basin, fishing season, salmon fishery, fishery forecasting, annual catch

For citation: Kanzeperova A.N., Vaizova I.A., Nikiforov A.I., Belyaev V.A. Results of salmon fishery in the Far-Eastern fishery basin in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 3–18. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-3-18. EDN: BVDOAV.

Введение

Из всех видов водных биоресурсов Дальнего Востока Российской Федерации тихоокеанские лососи (наряду с минтаем и сельдью) являются наиболее значимой группой в объемах ежегодной добычи гидробионтов. За последнее десятилетие тихоокеанские лососи составляли от 7,5 % (в 2022 г.)

* Канзепарова Альбина Назиповна, кандидат биологических наук, заместитель директора департамента, kanzeperova@vniro.ru, ORCID 0009-0001-7989-2667; Ваизова Иветта Андреевна, специалист, vaizova@vniro.ru, ORCID 0009-0005-7612-9390; Никифоров Андрей Игоревич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, начальник отдела, nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378; Беляев Владимир Алексеевич, доктор биологических наук, профессор, заместитель директора, belyaev@vniro.ru, ORCID 0009-0005-9278-6921.

до 18,8 % (в 2018 г.) от общего объема вылова водных биологических ресурсов в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне (<https://www.fedstat.ru/indicator/43941>).

В силу целого ряда географических, климатических, гидрологических, биологических и иных факторов среды существуют определенные различия между отдельными дальневосточными регионами и рыбохозяйственными зонами, как по объемам запасов различных видов тихоокеанских лососей, так и по имеющимся объективным возможностям их добычи.

Настоящая работа посвящена рассмотрению общих тенденций осуществления лососевого промысла на Дальнем Востоке Российской Федерации, а также обсуждению региональной специфики лососевой путины в 2023 г.

Материалы и методы

В работе использовались материалы, предоставленные филиалами ВНИРО: Камчатским (КамчатНИРО), Магаданским (МагаданНИРО), Сахалинским (СахНИРО), Хабаровским (ХабаровскНИРО), а также Тихоокеанским (ТИНРО).

Информация об объемах вылова тихоокеанских лососей предоставлена Амурским, Охотским, Северо-Восточным, Сахалино-Курильским и Приморским территориальными управлениями Росрыболовства.

Для характеристики изменчивости поля температуры поверхности океана в августе 2023 г. использованы данные NOAA по аномалии температур поверхности океана из массива NOAA OI SST V2 (разрешение 0,25 x 0,25 °С, дискретность 1 сут).

Для расчета статистических показателей, а также для их последующей визуализации использовалась программа Microsoft Excel 2010, а для построения карт и картосхем — программа QGIS Desktop 3.32.1.

Результаты и их обсуждение

Согласно прогнозируемому вылову (далее — ПВ), утвержденному на Отраслевом совете по промысловому прогнозированию при Федеральном агентстве по рыболовству, объем вылова тихоокеанских лососей на 2023 г. был установлен в размере 512 тыс. т, из которых на горбушу приходилось 376 тыс. т.

Фактический вылов тихоокеанских лососей в 2023 г. составил более 608 тыс. т, при этом на горбушу пришлось 478 тыс. т, т.е. 78,6 % общего вылова. Таким образом, фактический вылов превысил прогнозные ожидания на 18,9 % (табл. 1). Данный объем вылова — второй по величине за всю историю наблюдений и уступает только улову 2018 г. (рис. 1), т.е. является рекордным в ряду нечетных лет.

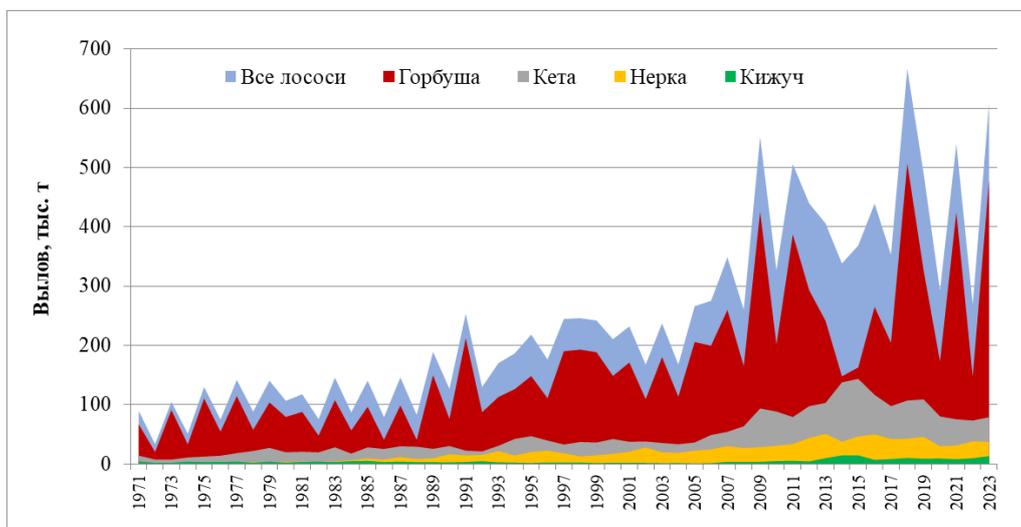


Рис. 1. Динамика фактического вылова тихоокеанских лососей в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 1971–2023 гг.

Fig. 1. Dynamics of annual catch of pacific salmon in the Far-Eastern fishery basin in 1971–2023

Таблица 1

Прогнозируемый и фактический вылов лососей в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2023 г., т

Table 1

Forecasted and actual catch for the main species of pacific salmon in the Far-Eastern fishery basin in 2023, t

Районы промысла (подзоны, районы)	Горбуша		Кета		Нерка		Кижуч		Сима		Чавыча		Всего	
	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт
Западно-Беринговоморская и Чукотская зоны, Чукотское и Восточно-Сибирское моря (ЧАО*)	4 697	242	1 845	717	583	319	-	-	-	-	-	-	7 125	1 279
Зона Западно-Беринговоморская (побережье Камчатского края)	400	89	30	9	500	206	20	5	-	-	-	-	950	309
Карагинская подзона	140 000	182 500	10 300	6 399	2 400	2 873	300	294	-	-	70	60	153 070	192 126
Петропавловско-Командорская подзона	3 100	6 291	3 000	2 838	10 300	8 805	1 580	1 717	-	-	400	366	18 380	20 018
Побережье западной Камчатки	170 000	231 189	15 000	14 315	19 550	23 325	5 500	9 462	10	10	60	54	210 120	278 356
в том числе Западно-Камчатская подзона	85 000	153 145	10 000	9 554	2 550	3 285	3 300	5 286	4	7	20	18	100 874	171 293
Камчатско-Курильская подзона	85 000	78 044	5 000	4 762	17 000	20 040	2 200	4 176	6	4	40	37	109 246	107 063
Материковое побережье Охотского моря	22 578	21 481	11 302	15 137	520	356	1 302	1 092	-	-	-	-	35 702	38 066
в том числе Магаданская область	14 278	12 954	1 302	1 645	20	18	102	88	-	-	-	-	15 702	14 706
Хабаровский край	8 300	8 527	10 000	13 491	500	338	1 200	1 004	-	-	-	-	20 000	23 361
Река Амур и лиман	9	11	7 017	4 346	-	-	-	-	-	-	-	-	7 026	4 357
Подзона Приморье	444	2 199	816	289	-	-	-	-	60	12	-	-	1 320	2 501
в том числе побережье Хабаровского края	200	638	200	84	-	-	-	-	-	-	-	-	400	722
Приморского края	244	1 562	616	206	-	-	-	-	60	12	-	-	920	1 779
Побережье западного Сахалина	1 072	1 154	2 520	1 776	-	-	-	-	8	1	-	-	3 600	2 930
в том числе юго-западный Сахалин	72	4	710	535	-	-	-	-	8	1	-	-	790	540
северо-западный Сахалин	1 000	1 149	1 810	1 241	-	-	-	-	-	-	-	-	2 810	2 390
Восточно-Сахалинская подзона	18 147	26 673	24 000	21 387	-	-	50	5	15	9	-	-	42 212	48 074
Зона Северо-Курильская	3 300	4 324	1 450	1 315	1 200	1 225	350	765	-	-	-	-	6 300	7 629
Камчатско-Курильская подзона (в границах Сахалинской обл.)	700	372	250	134	200	118	50	42	-	-	-	-	1 200	665
Зона Южно-Курильская	11 424	1 948	13 430	10 477	50	5	-	-	1	0	-	-	24 905	12 431
Всего	375 871	478 474	90 960	79 139	35 303	37 232	9 152	13 383	94	32	530	481	511 910	608 741
Освоение прогнозируемого вылова, %	127,3		87,0		105,5		146,2		34,5		90,8		118,9	

* Чукотский автономный округ.

Тихоокеанские лососи являются видами с ярко выраженными флюктуациями численности, в силу чего фактический вылов тихоокеанских лососей в различные годы может быть как выше, так и ниже прогнозных ожиданий. В первую очередь это относится к горбуше, которая живет в море один год и больше подвержена влиянию климатических и океанографических факторов по сравнению с длиннопериодическими видами.

За предыдущие 20 лет (2003–2022 гг.) фактический вылов лососей превышал прогноз ровно в половине случаев (рис. 2).

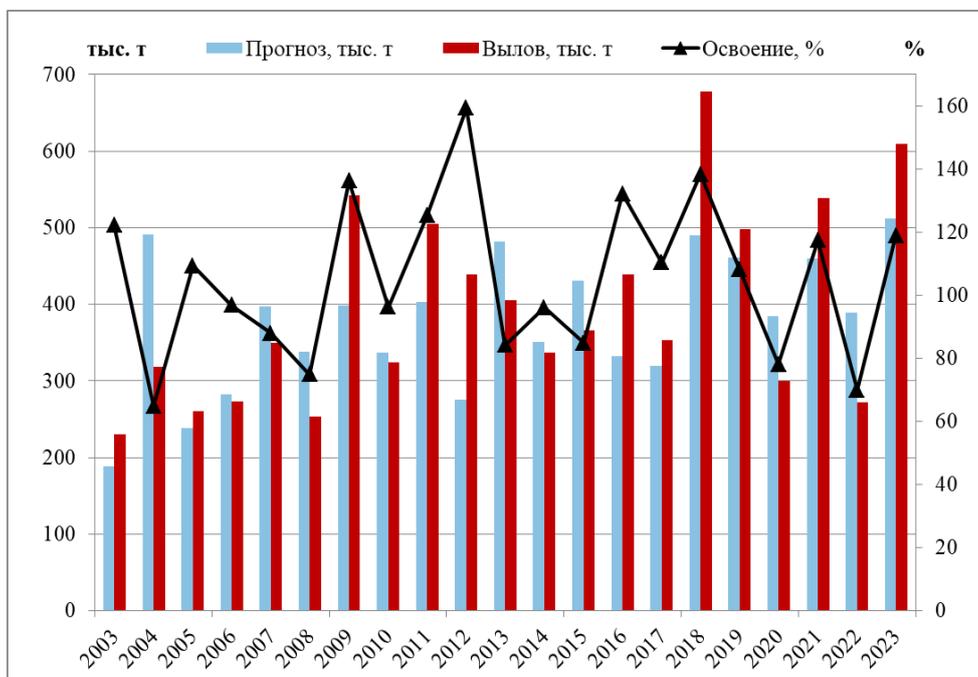


Рис. 2. Прогноз, вылов и освоение ПВ тихоокеанских лососей в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2003–2023 гг.

Fig. 2. Forecasted catches, annual catches, and percent realization of the forecasts for pacific salmon catch in the Far-Eastern fishery basin in 2003–2023

Итоговый вылов тихоокеанских лососей, превышающий отметку в 600 тыс. т, стал возможен благодаря оперативным корректировкам прогноза в ходе путины на основании поступавшей оперативной информации о ходе промысла и заполнения нерестилищ. В общей сложности филиалами ВНИРО в течение 2023 г. было подготовлено 38 корректировок, 25 из которых оказались оправданными, а 13 — не востребованными (табл. 2). Это связано с тем, что в некоторых регионах значительная часть объёмов вылова распределяется представителям коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации (далее — КМНС), и для осуществления промышленного рыболовства прогнозируемых объёмов не всегда было достаточно.

Больше всего корректировок, как и в предыдущие годы, было сделано в отношении горбуши — 19 (в общем объёме на 202,543 тыс. т). Также дополнительный объём вылова обосновывался по кете (7 корректировок, в общем объёме на 13,25 тыс. т), нерке (5 корректировок, на 6,55 тыс. т), кижучу (5 корректировок на 6,62 тыс. т), и чавыче (2 корректировки на 0,18 тыс. т).

Основным районом промысла тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке традиционно является Камчатский край (рис. 3), где в 2023 г. было добыто 490,8 тыс. т лососей (80,6 % от общего вылова). Второе место по данному показателю осталось за Сахалинской областью, где вылов составил 71,7 тыс. т (11,8 % от общего вылова). На третьем месте — Хабаровский край с выловом в размере 28,4 тыс. т (4,7 % от общего вылова). Вылов в Магаданской области в 2023 г. составил около 15 тыс. т, превысив показатель 2009 г. и став рекордным для данного региона.

Adjustments to forecasted catches of pacific salmon in 2023, t

Районы промысла	Горбуша	Кета	Нерка	Кижуч	Чавыча	Всего
ЧАО			50			50
Карагинская подзона	60 000		1 000	200	30	61 230
Петропавловско-Командорская подзона	2 000	1 000		1 420	150	6 570
	2 000					
Западно-Камчатская подзона	50 000	2 000	1 000	3 000		91 000
	35 000					
Камчатско-Курильская подзона	20 000	2 000	4 000	1 500		42 500
	15 000					
Материковое побережье Охотского моря, в том числе Магаданская область		500				500
Материковое побережье Охотского моря, в том числе Хабаровский край	2 700	7 000				9 700
Амур и Амурский лиман	18					18
Подзона Приморье, в том числе Хабаровский край	100					1 000
	400					
	500					
Подзона Приморье, в том числе Приморский край	605					1 805
	600					
	600					
Северо-западный Сахалин	1 000					1 000
Юго-западный Сахалин	20	250				270
Восточно-Сахалинская подзона	10 000					10 000
Зона Северо-Курильская	2 000	500	500	500		3 500
Всего	202 543	13 250	6 550	6 620	180	229 143

Примечание. Красным цветом выделены неоправдавшиеся (или не востребуемые) корректировки, зеленым — оправдавшиеся.

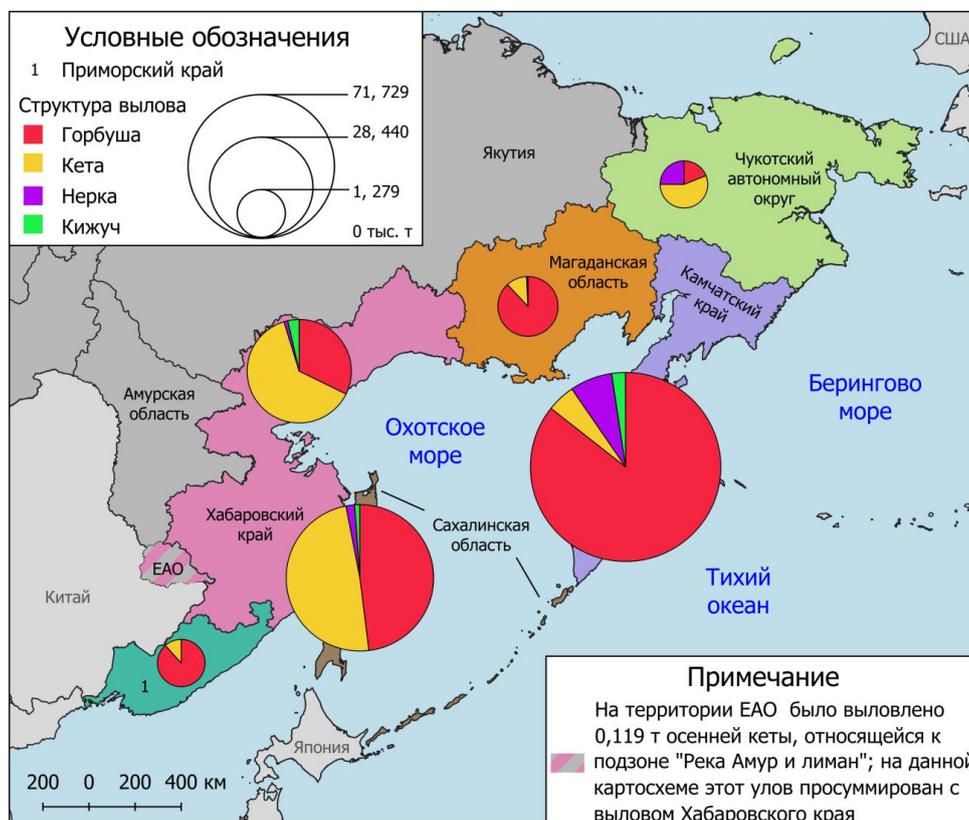


Рис. 3. Картограмма структуры регионального вылова тихоокеанских лососей в 2023 г.

Fig. 3. Structure of regional catch of pacific salmon in 2023

При этом стоит отметить, что в Камчатском крае и Магаданской области промысел базировался на горбуше (более 85 % вылова). В Сахалинской области ключевыми объектами промысла в равной мере были и кета (48,9 % от вылова), и горбуша (48,1 % от вылова). В Хабаровском крае вылов кеты почти в 2 раза превысил вылов горбуши (рис. 3).

В целом путину 2023 г. можно считать вполне успешной, но в некоторых промысловых районах фактическое освоение ПВ оказалось ниже ожидаемого уровня (рис. 4). В частности, такая картина наблюдалась в Чукотском автономном округе, в Западно-Беринговоморской зоне (в границах Камчатского края) и Южно-Курильской зоне, а также в промысловых районах река Амур и Амурский лиман и юго-западный Сахалин. В Чукотском автономном округе, на севере Камчатского края и на южных Курильских островах недоосвоение ПВ в первую очередь связано с недоловами горбуши, на юго-западе Сахалина — как горбуши, так и кеты, а в бассейне реки Амур и Амурском лимане — с недоловами осенней кеты.



Рис. 4. Картосхема освоения прогнозируемого вылова тихоокеанских лососей в промысловых районах Дальнего Востока

Fig. 4. Percent realization of the forecasts for pacific salmon catch in the Russian Far East, by fishing areas

Вместе с тем в Карагинской, Петропавловско-Командорской и Западно-Камчатской подзонах, в Северо-Курильской зоне, в подзоне Приморье, а также в Восточно-Сахалинской и Северо-Охотоморской (в границах Хабаровского края) подзонах объемы вылова в итоге превысили ПВ.

Прогнозные ожидания объемов вылова горбуши были превышены во многих промысловых районах Дальнего Востока. На побережье восточной Камчатки фактический вылов в целом превысил прогнозную величину добычи, за исключением Западно-Беринговоморской зоны (в границах Камчат-

ского края). Основным центром воспроизводства горбуши здесь является Карагинская подзона. В ходе промысла в этом районе была проведена корректировка ПВ горбуши, позволившая дополнительно освоить 42,5 тыс. т. На подход высокочисленного поколения горбуши также ориентировала траловая съемка по учету молоди горбуши в Беринговом море. По результатам путины можно сделать вывод о том, что расчеты полностью подтвердились [Шевляков и др., наст. бюл.].

В Петропавловско-Командорской подзоне также были сделаны две корректировки по горбуше, что позволило выловить в данном промрайоне на 3,2 тыс. т больше, чем прогнозировалось. В итоге был достигнут максимальный вылов горбуши в истории промысла в данной подзоне, хотя обычно промысел в ней в основном базируется на нерке, идущей на нерест в р. Камчатка (в которой горбуша малочисленна) [Бугаев, 2007]. Основные объемы горбуши были освоены в Камчатском заливе, куда данный вид заходил в связи с расширением его ареала из-за высокой численности в Карагинской подзоне.

При этом в Западно-Берингоморской зоне (в границах Камчатского края) и Чукотском автономном округе освоение ПВ составило соответственно всего 22 и 5 %. Стоит отметить, что в этих районах горбуша является сопутствующим видом при промысле основного объекта — нерки — и прогнозирование горбуши осуществляется инерционно. Так, в 2021 г. вылов горбуши в Западно-Берингоморской зоне (в границах Камчатского края) составил около 0,7 тыс. т, а в Чукотском автономном округе — около 3,0 тыс. т, это стало основанием спрогнозировать на 2023 г. ПВ горбуши для данных районов в объеме соответственно 0,4 и 4,7 тыс. т.

Не исключено, что снижение численности подходов горбуши в районах, прилегающих к районам Крайнего Севера, на фоне сохранения тенденции высокой численности в Карагинской подзоне обусловлено формированием условий среды, оказывающих негативное влияние на выживание молоди в ранний морской период.

Если рассматривать региональную динамику вылова горбуши в пределах всей акватории Берингова моря, то следует отметить, что она имеет общие тенденции на восточной Камчатке и в Северной Америке (рис. 5). Объемы вылова горбуши в этих соседних регионах имеют высокую положительную корреляцию ($R^2 = 0,86$).

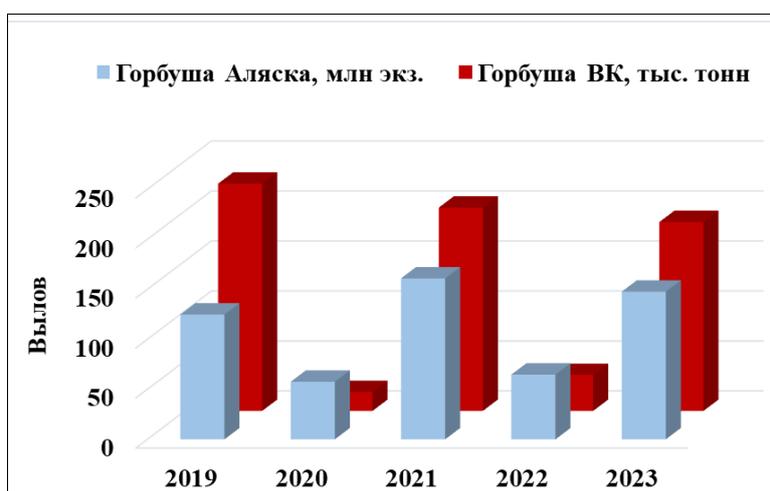


Рис. 5. Уловы горбуши на Аляске и восточной Камчатке (ВК) в 2019–2023 гг.

Fig. 5. Annual catches of pink salmon in Alaska and eastern Kamchatka (BK) in 2019–2023

Подходы горбуши к побережью западной Камчатки были выше прогнозных ожиданий, что дало возможность провести две корректировки и дополнительно освоить 61,2 тыс. т.

В 2023 г. в Магаданской области ожидалось высокие подходы горбуши, что нашло отражение в Стратегии промысла тихоокеанских лососей в Магаданской области в 2023 г., по которой промысел горбуши в Тауйской губе, а также в р. Тауй был открыт, в отличие от 2022 г. [Беляев и др., 2023]. В

этом регионе было выловлено около 13 тыс. т горбуши, что практически эквивалентно уровням 2007 г. (12,8 тыс. т) и 2009 г. (12,5 тыс. т), когда отмечались высокочисленные подходы данного вида. Освоение ПВ в 2023 г. составило 91 %. Освоение могло быть и выше, но для этого не хватило приемных и перерабатывающих мощностей в зал. Шелихова, так как после вступления в активную фазу горбушовой путины на западной Камчатке рыбоперерабатывающие суда ушли в тот регион. При таком вылове пропуск составил 12,1 млн особей, что на 24,7 % больше оптимума (9,7 млн экз.) [Шевляков и др., 2019].

В северо-западной части Охотского моря (Хабаровский край) вылов горбуши установился практически на уровне ПВ (103 %). В данном районе это второй результат в XXI в. в нечетные годы после 2015 г., когда вылов был зафиксирован в размере 12,5 тыс. т.

В Восточно-Сахалинской подзоне была проведена одна корректировка по горбуше, что позволило дополнительно освоить 8,5 тыс. т. Это первый результат вылова в нечетные годы после высокочисленного 2015 г. (43,4 тыс. т). В связи с тем что в зал. Анива ожидалось низкие подходы горбуши, промысел на данной акватории был закрыт. Также уже 7 лет закрыт промысел в северной части зал. Терпения (от мыса Терпения до мыса Соймонова). Основные объемы вылова горбуши (19,7 тыс. т) были освоены на северо-восточном побережье Сахалина (от мыса Терпения до мыса Елизаветы). Здесь основным районом промысла был Поронайский район, где предприятия освоили 36 % от общего вылова; в Смирныховском районе — 22 %. Также стоит отметить, что пропуск горбуши в реки северо-восточного побережья при этом составил 4,8 млн экз., что на 13 % выше оптимума.

На юго-восточном Сахалине (от мыса Соймонова до мыса Анива) было выловлено около 7,0 тыс. т горбуши при ПВ 0,7 тыс. т. Зал. Мордвинова не был открыт для промысла в связи с низким уровнем заполнения нерестилиц производителями горбуши. В целом в реки юго-восточного побережья Сахалина зашло 4,6 млн экз. при оптимуме в 5,3 млн экз. [Шевляков и др., 2019].

Далеко не так успешно горбушова путина сложилась в Южно-Курильской зоне. Освоение ПВ здесь составило всего 17 %. К рекам южных Курильских островов горбуша обычно массово подходит во второй декаде августа — первой декаде сентября. Однако в текущем году во время хода горбуши у побережья южных Курильских островов сформировалась область аномально высоких температур (рис. 6), которая препятствовала подходу горбуши в данный промысловый район. Стоит отметить, что на о. Хоккайдо уловы горбуши также оказались ниже ожидаемых. На российско-японском совещании ученых и специалистов японские коллеги высказали предположение, что на такие низкие возвраты горбуши также повлияли высокие температуры воды.

В результате таких низких подходов рыбодобывающие предприятия на о-вах Итуруп и Кунашир заблаговременно сняли ставные невода для обеспечения беспрепятственного захода горбуши в реки. При этом заполнение рек производителями горбуши о. Итуруп составило 0,13 млн экз., что значительно ниже оптимального (1,9 млн рыб) [Шевляков и др., 2019]. Данная величина оказалась минимальной за период наблюдений с 1980 г.

Напротив, япономорская горбуша в 2023 г. удивила своей высокой численностью. Напомним, что нечетные годы являются неурожайными для этой популяции, однако вылов 2023 г. стал рекордным в линии нечетных лет. Вылов горбуши в Приморском крае превысил ПВ в 6 раз, в Хабаровском — в 3 раза. Основные уловы пришлись на Приморский край, где запасы вида преимущественно сосредоточены в северной части региона. Что касается Хабаровского края, массовые подходы горбуши наблюдались только к южным рекам (до р. Ботчи), причем на севере в реках фиксировали нехватку производителей, из-за чего были введены проходные дни. Суммарный пропуск в южные реки Хабаровского края составил более 2,5 млн особей, что привело к переполнению нерестилиц.

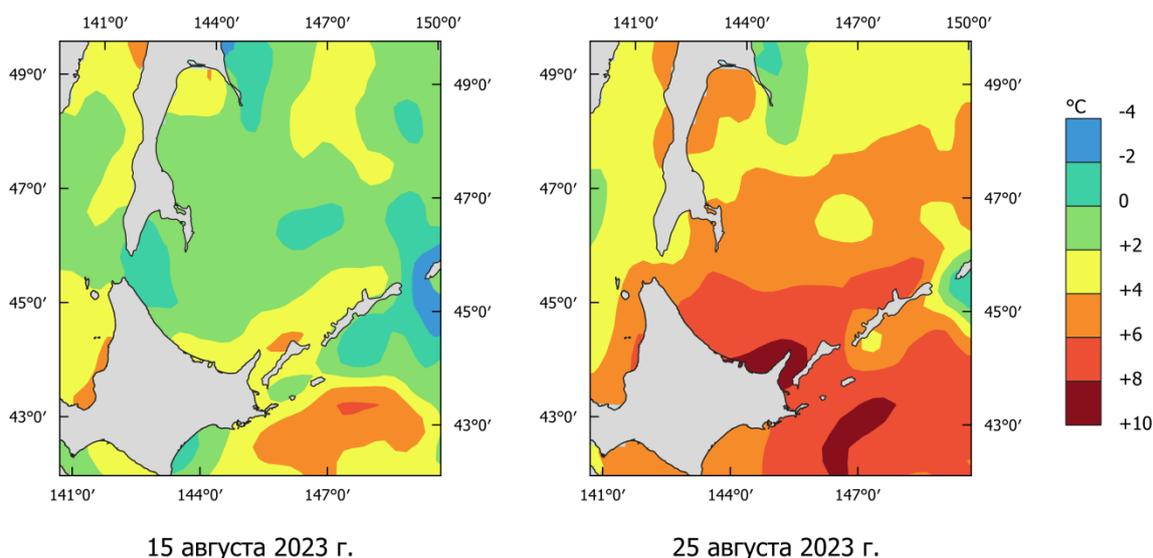


Рис. 6. Аномалия температуры поверхности океана (АТПО) 15 и 25 августа 2023 г.; аномалия рассчитана относительно базового периода 1971–2000 гг. (данные NOAA OI SST V2)

Fig. 6. Sea surface temperature anomaly on August 15 and 25, 2023, relative to the mean values for same dates in 1971–2000 (NOAA OI SST V2 data)

Относительно добычи кеты важно отметить, что за всю историю наблюдений в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне максимальные уловы данного вида лососей были зафиксированы в 2014–2015 гг. и составили соответственно 137,8 и 143,7 тыс. т. Однако в последующие годы объемы вылова кеты начали снижаться и к 2020 г. опустились ниже 100 тыс. т. В 2023 г. вылов кеты достиг уровня 79,1 тыс. т, что оказалось лишь на 13 % ниже прогнозных ожиданий.

Больше всего кеты в 2023 г. было добыто в Сахалинской области — 44 % общего вылова по всему Дальнему Востоку, или 35,1 тыс. т. Второе и третье места по этому показателю заняли Камчатский и Хабаровский края, где было добыто соответственно 23,6 тыс. т (30 % от общего вылова кеты) и 17,9 тыс. т (23 % от общего вылова кеты).

В целом в 2023 г. недоосвоение заявленных в прогнозе объемов вылова кеты было зафиксировано во всех промысловых районах Дальнего Востока, за исключением Северо-Охотморской подзоны (как в границах Хабаровского края, так и в границах Магаданской области).

Вылов кеты в Чукотском автономном округе составил 717 т, освоение ПВ достигло 38,9 %. Это минимальный результат за последнее десятилетие. Промысел в данном регионе в основном базируется на популяции анадырской кеты, её фактический возврат в 2023 г. оказался ниже прогнозных величин. Численность подхода анадырской кеты оценена в 0,7 млн экз. при прогнозе в 1,6 млн экз. По состоянию на конец первой декады сентября контрольные нерестилища были заполнены всего на 9,5 % от оптимальной величины. В связи с такими низкими заходами после 12 августа были введены запрет на ведение промышленного рыболовства и ограничения для традиционного рыболовства, что обеспечило пропуск производителей кеты на уровне 200–250 тыс. экз., или 25 % от запланированной величины. Также стоит отметить, что на данной популяции сказалась чрезмерная промысловая нагрузка, которую она испытывала в течение последних 4 лет. Значительный рост количества пользователей и ННН-промысел привели к недозаполнению нерестилищ в 2020–2023 гг. и, как следствие, к снижению запасов.

На побережье восточной Камчатки второй год подряд фактический вылов кеты регистрируется на уровне ниже ПВ. Основным районом промысла кеты на данном побережье, как и в случае с горбушей, является Карагинский залив. В 2023 г. вылов кеты в данном районе практически не отличался от уровня 2022 г., причем в прошлом году освоение ПВ составило 67 %, а в нынешнем — 62 %.

Причина недолова остается той же, что и в 2022 г., — раннее завершение промысла, но, в отличие от 2022 г., промысел в 2023 г. был досрочно завершён из-за высоких подходов горбуши, благодаря которым промышленность удовлетворила свои потребности. По данным КамчатНИРО, результаты авиаучетных работ показали, что пропуск кеты на нерест в реки составил 1,5 млн экз., что ниже пропуски 2022 г. [Беляев и др., 2023].

На побережье западной Камчатки прогноз вылова кеты практически полностью оправдался, освоение ПВ составило 95 %.

В Магаданской области и на севере Хабаровского края изначальный ПВ кеты был освоен в полном объеме, а вовремя сделанные корректировки позволили дополнительно освоить соответственно 0,3 и 3,5 тыс. т кеты. Наибольшее несовпадение с прогнозными ожиданиями было отмечено в Охотском районе Хабаровского края, где фактический вылов в 2,5 раза превысил прогнозное значение. Наиболее вероятная причина наблюдаемой ситуации — недоучет численности производителей в последние годы. Ранее, когда численность производителей на нерестилищах данного региона учитывали с привлечением авиации, были установлены пропорции объёмов запасов отдельных рек. В настоящее время в р. Охота, являющейся контрольной рекой, запас относительно невысок, и осуществляемая экстраполяция данных по заходу производителей в эту реку на все реки района неизбежно приводит к существенному занижению численности родительского поколения.

В р. Амур и Амурском лимане в 2023 г. было выловлено 4,3 тыс. т кеты, что составляет 62 % от ПВ, и это выше вылова 2022 г. Промысел в данном районе базируется на кете осенней темпоральной формы, так как промысел летней формы в данном районе закрыт в связи с ее низкой численностью. Объем ПВ для организации промышленного лова составил 3,5 тыс. т. Несмотря на введенные ограничения, такие как закрытие Амурского лимана и р. Амур выше устья р. Амгунь — с. Тыр, — и введение проходных дней, данным видом рыболовства было добыто 3,2 тыс. т. Также зафиксированные результаты невысокого освоения объемов осенней кеты в данном регионе связаны с тем, что физические лица из числа КМНС Хабаровского края не предоставляют статистическую отчетность по вылову кеты в полном объеме.

Вылов кеты северо-западного Сахалина в основном базируется на запасах транзитной амурской осенней кеты. Освоение ПВ здесь составило 69 %, что в целом является хорошим показателем для указанного региона.

В Восточно-Сахалинской подзоне вылов кеты основан на кете искусственного происхождения, в 2023 г. он составил 21,4 тыс. т, что является зафиксированным максимумом для этой подзоны (освоение ПВ составило 89 %). Вероятно, увеличение объёмов вылова может быть связано с растущим количеством лососевых рыбоводных заводов и увеличивающимися объёмами выпуска молоди кеты с них.

Тренды динамики запаса кеты восточного Сахалина до 2022 г. были однонаправленны с динамикой запасов кеты япономорского и охотоморского побережий о. Хоккайдо, которые в последние 3 года имели тенденцию к восстановлению [Беляев и др., 2023]. Но в 2023 г. наблюдался рост уловов кеты на российском побережье, тогда как на япономорском и охотоморском, наоборот, отмечалось их уменьшение (рис. 7).

На южных Курильских островах вылов кеты составил 10,4 тыс. т (освоение ПВ составило 77 %). После максимальных уловов кеты, достигнутых в 2018 г. (19,3 тыс. т) и 2019 г. (26,8 тыс. т), в последние 4 года было зафиксировано снижение ее вылова, который стабилизировался на уровне 8–13 тыс. т. На тихоокеанском побережье о. Хоккайдо максимальный вылов кеты был зафиксирован в 2016 г., после чего наблюдалось снижение уловов. Исключением стали 2018 и 2022 гг., когда вылов был немного выше результатов предшествующего года (рис. 8).

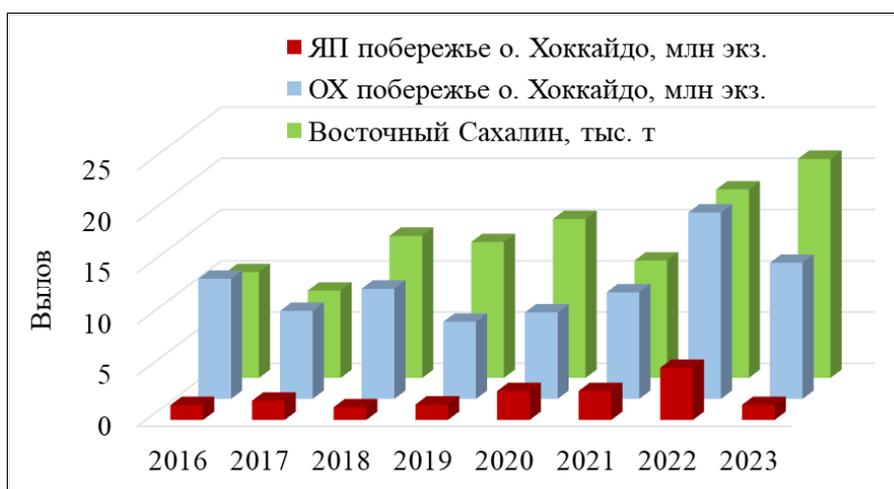


Рис. 7. Уловы кеты на восточном Сахалине и япономорском (ЯП) и охотоморском (ОХ) побережьях о. Хоккайдо в 2016–2023 гг.

Fig. 7. Chum salmon catches in eastern Sakhalin and on the Japan Sea (ЯП) and Okhotsk Sea (ОХ) coasts of Hokkaido Island in 2016–2023



Рис. 8. Уловы кеты на тихоокеанском побережье (ТО) о. Хоккайдо и на южных Курильских островах в 2016–2023 гг.

Fig. 8. Chum salmon catches on the Pacific coast (ТО) of Hokkaido Island and on southern Kuril Islands in 2016–2023

В целом общий вылов кеты на о. Хоккайдо по результатам промысла 2023 г. оказался на 34,6 % ниже по сравнению с уровнем предыдущего года и соответствовал среднемноголетнему уровню уловов за предыдущие 5 лет (рис. 9). При этом по сравнению с предыдущими годами выловы оказались относительно высокими на охотоморском побережье о. Хоккайдо, а также на тихоокеанском побережье к востоку от мыса Эримо (рис. 10).

Общий вылов нерки в 2023 г. превысил прогнозные ожидания на 6 %, хотя в ряде промысловых районов ПВ не был освоен в полном объеме. В частности, недоловы были зафиксированы на южных Курильских островах (освоение — 11 % от ПВ), в Хабаровском крае (68 % от ПВ) и в Чукотском автономном округе (55 % от ПВ). Однако поскольку основным районом вылова нерки в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне является Камчатский край (на который пришлось 95 % общего объема добытой нерки), недоловы в других регионах оказали лишь незначительное влияние на итоговый вылов.

На восточной Камчатке объемы вылова в целом соответствовали прогнозным величинам (освоение — 90 %). Основные объемы вылова пришлись на Петропавловско-Командорскую подзону, где освоение составило 85 %. Основу запасов нерки в этой подзоне формирует стадо р. Камчатка. Суммарная численность подхода нерки р. Камчатка в 2023 г. составила 4631 тыс. рыб, из которых на

нерест прошло 599 тыс. рыб при оптимуме пропуска в пределах от 460 до 850 тыс. рыб [Фельдман и др., 2016]. Стоит отметить, что данные показатели ниже, чем в 2022 г. [Беляев и др., 2023].

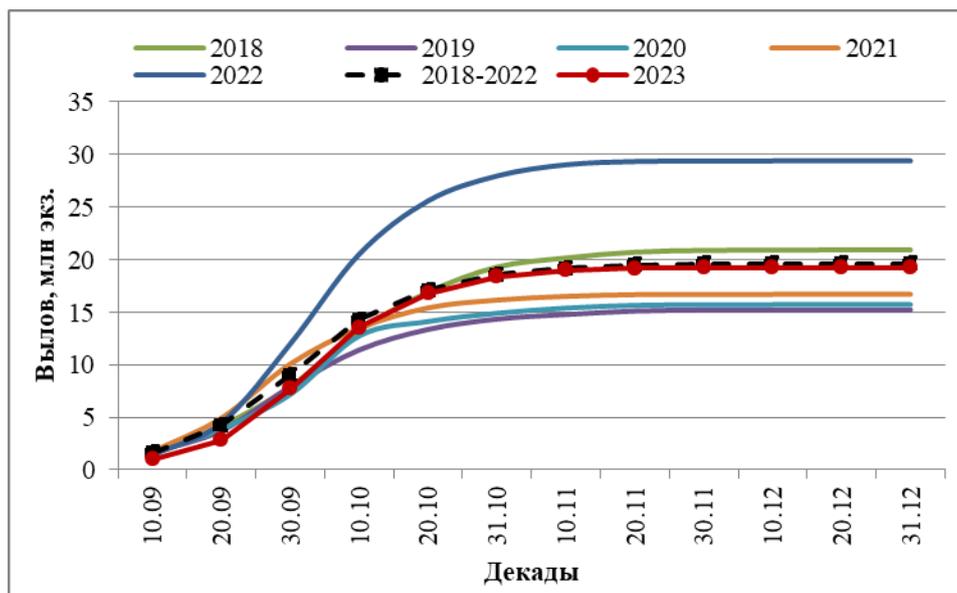


Рис. 9. Динамика нарастающего вылова кеты на о. Хоккайдо в 2018–2023 гг.
Fig. 9. Dynamics of cumulative catch of chum salmon in Hokkaido Island in 2018–2023

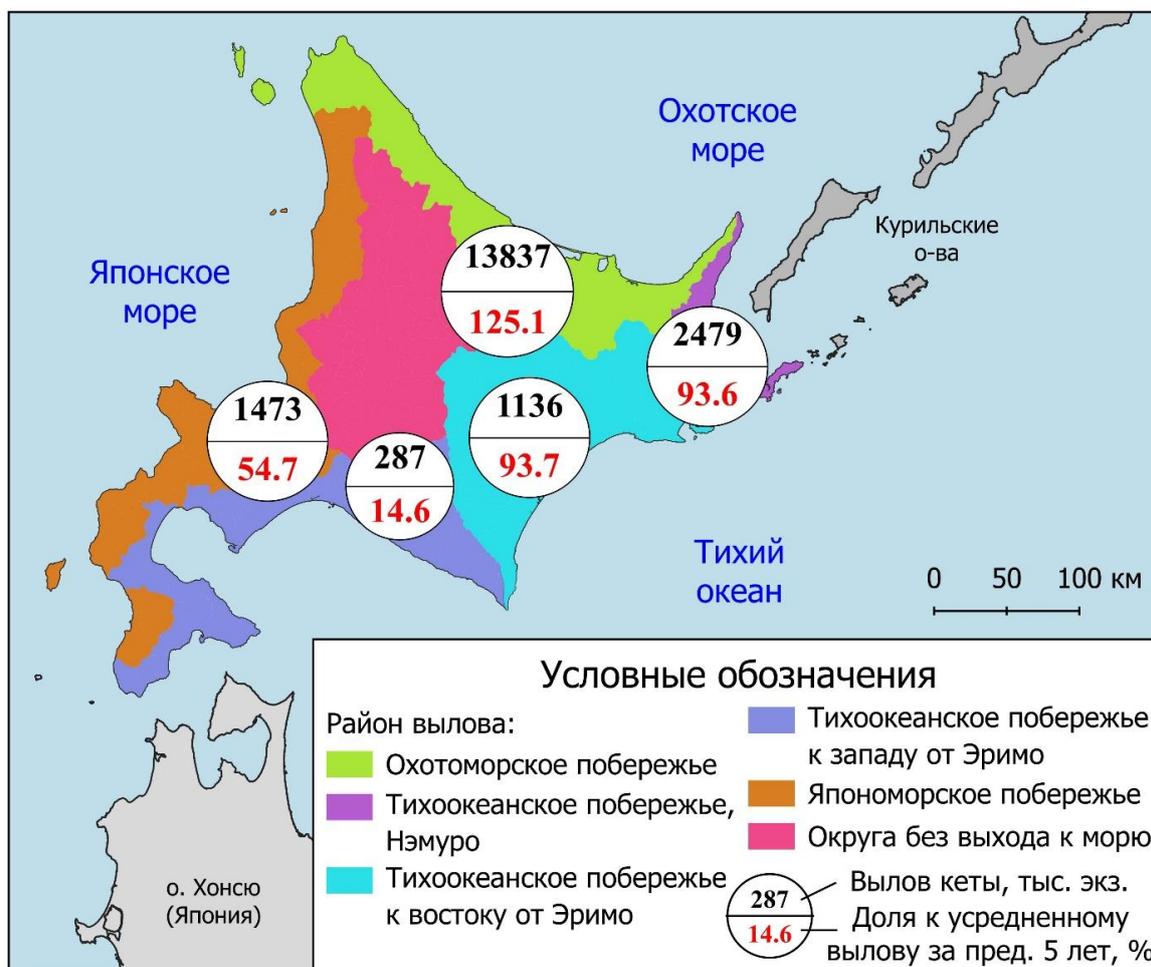


Рис. 10. Уловы кеты в промысловых районах о. Хоккайдо в 2023 г.
Fig. 10. Chum salmon catch in Hokkaido Island in 2023, by fishing districts

Также стоит отметить, что динамика вылова нерки на восточном побережье Камчатки в 2023 г. коррелирует с динамикой вылова этого вида на Аляске ($R^2 = 0,69$) (рис. 11). В обоих промысловых районах вылов в 2023 г. снизился по сравнению с 2022 г.

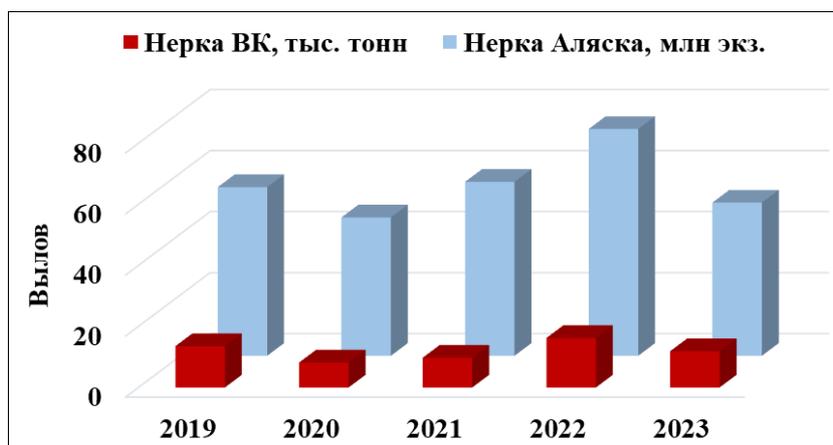


Рис. 11. Уловы нерки на Аляске и восточной Камчатке (ВК) в 2019–2023 гг.

Fig. 11. Annual catches of sockeye salmon in Alaska and eastern Kamchatka (BK) in 2019–2023

На западной Камчатке вылов на 19 % превысил ПВ. Для освоения дополнительных 3,8 тыс. т нерки здесь были проведены две корректировки ПВ: по одной для Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзон. Основные объемы вылова приходятся на Камчатско-Курильскую подзону, в которой по численности запасов доминирует стадо нерки р. Озерной. По данным КамчатНИРО, в р. Озерную пропущено на нерест 1,57 млн экз. производителей. В 2022 г. пропуск составил такую же величину [Беляев и др., 2023]. Данная величина входит в границы оптимума — 1,4–1,9 млн рыб [Дубынин, 2012; Фельдман и др., 2019].

Не обошлось и без недолова нерки. В Хабаровском крае освоение ПВ составило 68 %. В начале промысла нерки была неблагоприятная погода и паводки, что сказалось на ее добыче, поэтому ПВ не был освоен в полном объеме.

Также недоловы нерки были зафиксированы в Чукотском автономном округе, где освоение ПВ составило всего 55 % без учета вылова физическими лицами из числа КМНС. По данным за последние 10 лет, доля традиционного рыболовства составляет около 26 % суммарного вылова нерки в регионе. Таким образом, суммарный вылов нерки в 2023 г., вероятно, превысит 400 т, а освоение ПВ составит 70–75 %. Тем не менее, численность подходов нерки оказалась ниже ожидаемой. Так, на нерестилищах в Мейныпильгинской озерно-речной системе, где сосредоточены основные запасы нерки в Чукотском автономном округе, подход оценен в 298 тыс. экз. при прогнозной численности 389 тыс. экз.

Суммарные уловы кижуча на Дальнем Востоке в 1971–2012 гг. не превышали 5,5 тыс. т, однако в 2013 г. вылов данного вида вырос практически до 10 тыс. т и в течение последнего десятилетия оставался в среднем на этом уровне.

Максимальные уловы кижуча (14,5 тыс. т) были достигнуты в 2014–2015 гг., а результат 2023 г. (13,4 тыс. т) стал третьим по объему за всю историю наблюдений. Прогнозные ожидания по данному виду были превышены на 46 % (рис. 12).

Из общего объема вылова кижуча на Дальнем Востоке 86 % пришлось на Камчатский край. На обоих побережьях данного региона были проведены корректировки, что позволило дополнительно освоить 117 т на восточной Камчатке и около 4 тыс. т — на западной Камчатке.

Ход кижуча на Камчатке начинается в августе, основной ход регистрируется в сентябре и продолжается до ноября, в то время как обследование нерестилищ наиболее массовых видов тихоокеанских лососей (горбуша, кета, нерка) в данном регионе проводится в августе-сентябре. Это приводит к получению неполных данных по заполнению нерестилищ кижучем и, как следствие, к занижению ПВ.

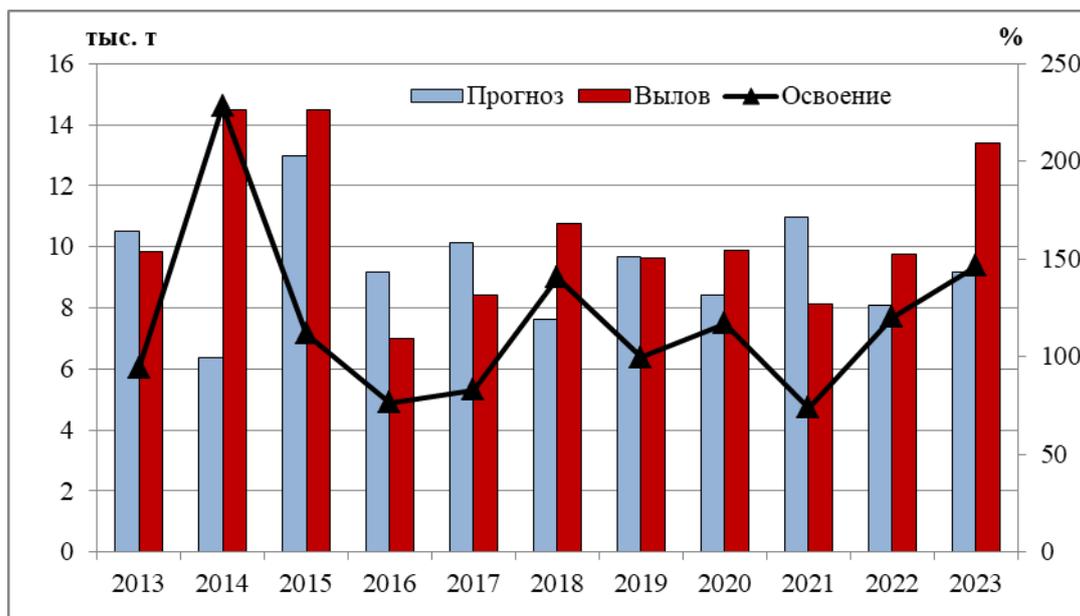


Рис. 12. Освоение прогнозных величин вылова кижуча в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2013–2023 гг.

Fig. 12. Percent realization of the forecasts for coho salmon catch in the Far-Eastern fishery basin in 2013–2023

В Хабаровском крае ПВ кижуча на 2023 г. был обоснован на уровне 1,2 тыс. т, вылов составил 1,0 тыс. т, что является вторым результатом за последние 10 лет.

Промысел чавычи в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне осуществляется только в Камчатском крае. В 2023 г. прогноз по освоению данного вида тихоокеанского лосося оправдался на 90,8 %. Общий вылов составил 481 т, что на 5 % ниже величины улова прошлого года. При этом 88,8 % от общего объема добытой чавычи были освоены на восточном побережье Камчатки, а 11,2 % — на западном.

Общий вылов симы в 2023 г. составил лишь 34,5 % от ПВ, что в первую очередь связано с ее значительным недоловом в Приморском крае. В данном регионе из-за частичного перекрытия сроков хода симы и горбуши её промысел традиционно ведётся непосредственно в ходе промысла горбуши. Но в 2023 г. ход симы начался аномально рано, сдвинувшись практически на месяц (с конца мая на конец апреля). В связи с этим основной ход симы прошёл до хода горбуши и начала открытия промысла, вследствие чего ПВ симы не освоен в должном объёме.

Заключение

Обобщая имеющуюся информацию по результатам лососевой путины 2023 г., следует отметить, что общая тенденция в отношении превышения прогнозных значений вылова фактическими объёмами уловов тихоокеанских лососей, отмечаемая в целом в течение последнего десятилетия, продолжает сохраняться. Так, в 2023 г. итоговый объём добычи тихоокеанских лососей в целом по Дальневосточному региону Российской Федерации достиг величины более 608 тыс. т, превысив прогнозную величину на 18,9 % и став рекордным в ряду нечетных лет.

Как и в предшествующие годы, отечественный лососевый промысел основывался на трёх видах тихоокеанских лососей — горбуше, кете и нерке, совокупный объём добычи которых за путину по всему Дальнему Востоку составил соответственно 79, 13 и 6 %. Объёмы добычи кижуча, чавычи и симы были не столь высоки, составив, соответственно, 2, 0,8 и 0,05 % от общего улова за путину.

В ходе путины 2023 г. в некоторых регионах (Камчатский край, Магаданская область) были достигнуты рекордные объёмы вылова. При этом в силу наблюдавшихся климатических флюктуа-

ций, а также из-за ряда причин иного характера в некоторых регионах (ЧАО, Амур и Амурский лиман, Западно-Беринговоморская промысловая зона и др.) в 2023 г. объёмы добычи тихоокеанских лососей не достигли прогнозных значений.

В целом лососевую путину 2023 г. можно охарактеризовать как весьма успешную.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность сотрудникам дальневосточных филиалов ВНИРО, а также сотрудникам дальневосточных территориальных управлений Росрыболовства за представление информации в течение лососевой путины 2023 г.

The authors are grateful to colleagues from the Far-Eastern branches of VNIRO and regional administrations of Federal Agency of Fisheries for actual information on salmon fishery provided during the fishing season of 2023.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.

The study has budget funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable national, institutional and international ethical guidelines are implemented. The authors declare that they have no conflict of interests.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

А.Н. Канзепарова — сбор, систематизация и аналитическая обработка первичного материала, обсуждение полученных результатов исследования и подготовка итоговой текстовой версии представленных материалов статьи.

И.А. Ваизова — сбор, систематизация и аналитическая обработка первичного материала, подготовка картографических блоков в рамках исследования, обсуждение полученных результатов исследования и подготовка итоговой текстовой версии представленных материалов статьи.

А.И. Никифоров — обсуждение полученных результатов исследования и подготовка итоговой текстовой версии представленных материалов статьи.

В.А. Беляев — участвовал в подготовке итоговой текстовой версии представленных материалов статьи.

Все соавторы оформили результаты исследования в печать.

A.N. Kanzeperova — data collection, systematization and analytical processing, the results discussing, and the final text writing. I.A. Vaizova — data collection, systematization and analytical processing, the results discussing, and the text writing and illustration. A.I. Nikiforov — discussion of the research results and the text writing. V.A. Belyaev — the final text writing.

Список литературы

Беляев В.А., Канзепарова А.Н. Итоги лососевой путины в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2022 г. // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 3–12. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-3-12. EDN: RMSXDP.

Бугаев В.Ф. Рыбы бассейна реки Камчатки (численность, промысел, проблемы) : моногр. — Петропавловск-Камчатский : Камчатпресс, 2007. — 192 с.

Дубынин В.А. Об оптимальности производителей нерки на нерестилищах бассейна р. Озерная в современный период // Мат-лы Всерос. науч. конф., посвящ. 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2012. — С. 302–308.

Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Восточной и Юго-Восточной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2016. — Вып. 41. — С. 51–80. DOI: 10.15853/2072-8212.2016.41.51-80.

Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Западной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2019. — Вып. 52. — С. 50–78. DOI: 10.15853/2072-8212.2019.52.50-78.

Шевляков Е.А., Сомов А.А., Шевляков В.А. и др. Промысел горбуши в дальневосточном рыбопромысловом бассейне в 2023 г.: предварительные исследования, прогноз, интерпретация итогов путины // Наст. бюл.

Шевляков Е.А., Фельдман М.Г., Островский В.И. и др. Ориентиры и оперативная оценка пропуска производителей на нерестилища как инструменты перспективного и краткосрочного управления запасами тихоокеанских лососей в реках Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 196. — С. 23–62. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-23-62.

Поступила в редакцию 16.01.2024 г.

После доработки 13.02.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 16.01.2024; approved after reviewing 13.02.2024;
accepted for publication 29.03.2024*

Научная статья
УДК 639.21:597.552.511
DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-19-41
EDN: CAXNEI

ИТОГИ ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ В КАМЧАТСКОМ КРАЕ В 2023 Г.

А.В. Бугаев, О.В. Зикунова, Н.Б. Артюхина, С.В. Шубкин*

Камчатский филиал ВНИРО (КамчатНИРО),
683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18

Аннотация. Представлен обзор результатов промысла тихоокеанских лососей Камчатского края в 2023 г. Информация включает данные о фактической статистике промысла и оценках оправданности прогнозов вылова/подходов лососей в основных промысловых районах. Показана сезонная динамика добычи (вылова) главных единиц промысловых запасов для 5 видов тихоокеанских лососей. Даны оценки нерестовых запасов лососей в центрах их массового воспроизводства на восточном и западном побережьях Камчатки.

Ключевые слова: Камчатский край, тихоокеанские лососи, промысел, прогноз, вылов, нерестовый запас

Для цитирования: Бугаев А.В., Зикунова О.В., Артюхина Н.Б., Шубкин С.В. Итоги лососевой путины в Камчатском крае в 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 19–41. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-19-41. EDN: CAXNEI.

Original article

Results of the salmon fishery season in Kamchatka Region in 2023

Alexander V. Bugaev*, Olga Zikunova**, Nina B. Artyukhina***, Sergey V. Shubkin****

*—**** Kamchatka branch of VNIRO (KamchatNIRO),

18, Naberezhnaya Street, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia

* D.Biol., deputy head, bugaev.a.v@kamniro.ru, ORCID 0000-0003-0782-6131

** Ph.D., head of laboratory, zikunova@kamniro.ru, ORCID 0009-0007-6173-5667

*** head of section, artuhina.n.b@kamniro.ru, ORCID 0009-0007-2713-8172

**** leading specialist, shubkin.s.v@kamniro.ru, ORCID 0009-0003-9033-1056

Abstract. Results of salmon fishery in Kamchatka Region in 2023 are overviewed. Data of fishery statistics on catches of pacific salmon are presented, by fishing districts. Feasibility of fishery forecasts is estimated. Seasonal dynamics of landing is shown for the main stocks of five salmon species. The spawning stocks on the eastern and western coasts of Kamchatka are assessed.

Keywords: Kamchatka Region, pacific salmon, fishery, fishery forecast, annual catch, escapement to spawning grounds

For citation: Bugaev A.V., Zikunova O.V., Artyukhina N.B., Shubkin S.V. Results of the salmon fishery season in Kamchatka Region in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 19–41. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-19-41. EDN: CAXNEI.

Введение

В сферу ответственности Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО) в части мониторинга запасов и добычи (вылова) тихоокеанских лососей в водах, прилегающих к территории Камчатского края, входят 5 промысловых районов: Западно-Берингоморская зона — 61.01; Карагинская подзона — 61.02.1; Петропавловско-Командорская подзона — 61.02.2; Западно-Камчатская подзона —

* Бугаев Александр Викторович, доктор биологических наук, заместитель руководителя филиала, bugaev.a.v@kamniro.ru, ORCID 0000-0003-0782-6131; Зикунова Ольга Владимировна, кандидат биологических наук, заведующая лабораторией, zikunova.o.v@kamniro.ru, ORCID 0009-0007-6173-5667; Артюхина Нина Борисовна, заведующая сектором, artukhina.n.b@kamniro.ru, ORCID 0009-0007-2713-8172; Шубкин Сергей Викторович, ведущий специалист, shubkin.s.v@kamniro.ru, ORCID 0009-0003-9033-1056.

61.05.2; Камчатско-Курильская подзона — 61.05.4. Принимая во внимание, что тихоокеанские лососи являются анадромными видами рыб, подобная дифференциация районов промысла применяется и для организации рыболовства во внутренних водных объектах Камчатского края.

В каждом районе по географическому принципу и закономерностям прохождения прибрежных нерестовых миграций тихоокеанских лососей выделяют группы водных объектов, включающих локальный комплекс морских и речных рыболовных участков (РЛУ). Как правило, добыча (вылов) лососей осуществляется на группах РЛУ, обеспечивающих промысел отдельных единиц запасов. В некоторых случаях при наличии географической изоляции или промысловой значимости в качестве единицы запаса определяются тихоокеанские лососи, воспроизводящиеся в отдельном водном объекте. Всего на восточном побережье Камчатки определено для осуществления лососевого промысла 14 групп РЛУ, а на западном побережье — 6 групп РЛУ.

Общие объемы добычи (вылова) тихоокеанских лососей в целях промышленного рыболовства по водным объектам и их частям устанавливаются суммарно для речных и морских РЛУ в пределах одного промыслового района (зоны, подзоны). Для традиционного КМНС (коренные малочисленные народы Севера, Сибири и Дальнего Востока) и любительского рыболовства объемы добычи (вылова) определяются отдельно для каждого пользователя РЛУ. Распределение величин прогнозируемого вылова (ПВ) тихоокеанских лососей по районам промысла в Камчатском крае на 2023 г. утверждено решением Отраслевого совета по промысловому прогнозированию при Федеральном агентстве по рыболовству (Росрыболовство) (протокол № 5 от 05.04.2023).

План по организации проведения камчатской лососевой путины был разработан специалистами КамчатНИРО и представлен в «Стратегии промысла тихоокеанских лососей и гольцов в Камчатском крае в 2023 г.» на Дальневосточном научно-промысловом совете Росрыболовства 13 апреля 2023 г. в г. Владивосток. Основные положения Стратегии утверждены и изложены в протоколе Комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб в Камчатском крае (протокол № 6 от 12.05.2023, <https://kamgov.ru/minfish>).

Добыча (вылов) тихоокеанских лососей в режиме промышленного, традиционного КМНС и любительского рыболовства в Камчатском крае в 2023 г. стартовала на восточном побережье Камчатки с 1 июня в Петропавловско-Командорской подзоне, когда в промысел вступил Алеутский муниципальный район (о. Беринга). Начиная с 7 июня лов стал осуществляться на морских РЛУ Елизовского муниципального района (Кроноцкий залив), а с 8 и 10 июня в Усть-Камчатском муниципальном районе — на морских РЛУ в Камчатском заливе и на речных РЛУ в бассейне р. Камчатка. На западном побережье Камчатки промысел открыли с 20 июня одновременно в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах — в Тигильском и Усть-Большерецком (только на речных РЛУ в бассейне р. Озерной) муниципальных районах. Основной промысел на западной Камчатке был начат с 11 июля (Соболевский и Усть-Большерецкий районы). Официальное окончание лососевого промысла (промышленное и традиционное КМНС рыболовство) в Камчатском крае в 2023 г. произошло 20 сентября. Любительское рыболовство завершается 31 октября.

В Камчатском крае в 2023 г. добычу (вылов) тихоокеанских лососей вели на 826 РЛУ, из которых 490 работали на морской акватории (морские РЛУ) и 336 в бассейнах рек (речные РЛУ). По видам рыболовства общее соотношение РЛУ выглядело следующим образом: промышленное рыболовство — 572 РЛУ, традиционное КМНС рыболовство — 170 РЛУ, любительское рыболовство — 84 РЛУ.

Цель настоящей работы — подвести итоги лососевой путины в 2023 г. и оценить состояние региональных промысловых единиц запасов, а также проанализировать оправданность прогнозов для всех видов тихоокеанских лососей.

Материалы и методы

Важнейшим этапом рационального использования лососевых ресурсов Камчатского края является подготовка прогнозов динамики численности основных единиц запасов для каждого вида ти-

хоокеанских лососей. Материалом для информационного обеспечения прогнозов послужили данные статистики добычи (вылова) тихоокеанских лососей в Камчатском крае, которые были предоставлены Северо-Восточным территориальным управлением Росрыболовства. Оценки нерестовых лососевых запасов получили на основе данных аэровизуального учета численности производителей на нерестилищах наиболее промыслово-значимых водных объектов региона (реперные водоемы) по методике, разработанной специалистами КамчатНИРО [Остроумов, 1962; Шевляков, Маслов, 2011]. Кроме того, использовали данные по учету нерки, собранные на рыбоучетном заграждении (РУЗ) (оз. Курильское) [Дубынин и др., 2021] и гидроакустическом створе (оз. Азабачье) [Фадеев, Шевляков, 2017]. При подготовке прогнозов использовали теоретические и методические аспекты современных принципов прогнозирования численности лососевых запасов в Камчатском крае, которые представлены в опубликованных работах специалистов КамчатНИРО [Дубынин и др., 2007; Фельдман, Шевляков, 2015; Фельдман и др., 2018а, 2022; Зикунуова и др., 2021; Фельдман, Бугаев, 2021].

При прогнозировании динамики численности горбуши Камчатского края применяли многоуровневый подход, базирующийся на взаимосвязях, представленных в стратифицированных моделях на базе классических зависимостей типа «родители — потомство» [Ricker, 1954; Shepherd, 1982]. Кроме того, была использована общая регрессионная модель с применением в качестве дополнительных предикторов данных климатических индексов (PDO — индекс Тихоокеанской декадной осцилляции, WP — индекс циклонической активности западной части Тихого океана, АО — индекс Арктической осцилляции) [Neter et al., 1990]. В качестве индикаторной информации в прогнозах учитывали данные учетно-мальковых работ по скату горбуши из реперных рек восточной и западной Камчатки. Тем не менее базовым критерием прогнозирования динамики региональных запасов вида оставались оценки численности молоди, полученные в результате проведения специалистами ТИНРО (с участием сотрудников КамчатНИРО) учетных траловых съемок во время осенней откочевки сеголеток в открытые воды Берингова и Охотского морей.

Помимо этого, для прогнозирования подходов горбуши западной Камчатки в 2023 г. специалистами КамчатНИРО впервые была применена линейная регрессионная модель взаимосвязи «учет численности молоди в море — возврат» с учетом генетических данных. Зависимость строили на основе материалов учетных траловых съемок, выполнявшихся в Охотском море в осенний период 2012–2022 гг. Долю рыб западнокамчатского происхождения определяли по результатам ежегодной генетической идентификации регионального происхождения молоди в нагульных скоплениях вида в пределах охотоморского бассейна [Шпигальская и др., 2011; Косицина и др., 2022].

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

Представленная работа является продолжением аналитических обзоров итогов лососевых путей в Камчатском крае по аналогии с предыдущим периодом 2018–2022 гг. [Бугаев и др., 2023а, б]. В статье показано состояние промысла и нерестовых запасов, а также оправдываемость прогнозов вылова и подходов основных региональных комплексов стад тихоокеанских лососей (промысловых единиц запасов) в 2023 г. Данные промысловой статистики Камчатского края приводятся по состоянию на 25.09.

Результаты и их обсуждение

В 2023 г. изначальный объем прогнозируемого вылова тихоокеанских лососей в Камчатском крае был определен на уровне 382,520 тыс. т. Фактический вылов (ФВ) составил 490,755 тыс. т, т.е. освоение соответствовало 128,3 %. По видовому составу соотношение (ПВ/ФВ/освоение) выглядело сле-

дующим образом: горбуша — 313,500 тыс. т/420,067 тыс. т/134,0 %; кета — 28,330 тыс. т/23,551 тыс. т/83,1 %; нерка — 32,750 тыс. т/35,206 тыс. т/107,5 %; кижуч — 7,400 тыс. т/11,440 тыс. т/154,6 %; чавыча — 0,530 тыс. т/0,481 тыс. т/90,8 %; сима — 0,010 тыс. т/0,010* тыс. т/103,8 %.

Анализ сравнительной динамики уловов тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России и Камчатском крае за последнее десятилетие (2014–2023 гг.) показал доминирование камчатских стад в промысле после 2018 г. (рис. 1). При этом в 2023 г. уловы лососей заметно превысили среднемноголетние показатели. По состоянию на 01.10.2023 на Дальнем Востоке добыли около 599,7 тыс. т (данные Центрального института ФГБНУ «ВНИРО»), а в Камчатском крае — 490,8 тыс. т. Следовательно, на указанную дату камчатские предприятия добыли приблизительно 82 % общего изъятия дальневосточных лососей. Оценка соотношения видов в уловах на Дальнем Востоке России и в Камчатском крае показала абсолютное доминирование горбуши (рис. 2). В первом случае ее доля достигала приблизительно 80 %, а во втором — около 86 %. Второе и третье места по встречаемости в уловах на Дальнем Востоке занимали кета и нерка (~ 12 и 6 %), а в Камчатском крае, наоборот, нерка и кета (~ 7 и 5 %). Суммарная доля остальных видов тихоокеанских лососей не достигала и 3 %.

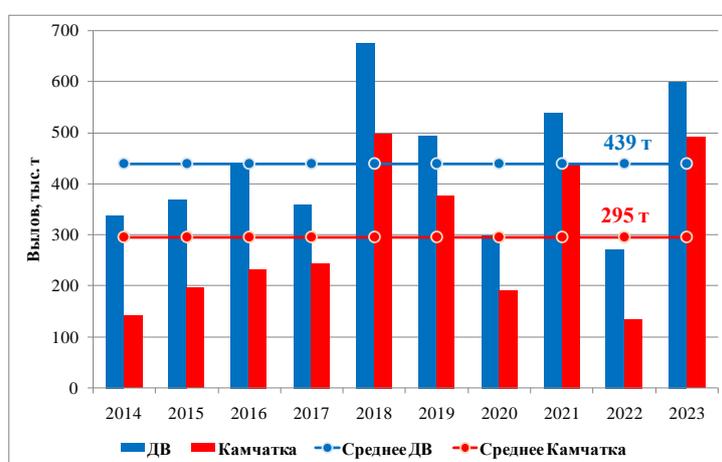


Рис. 1. Сравнительная динамика вылова тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России и Камчатке в 2014–2023 гг.

Fig. 1. Comparative dynamics of Pacific salmon landing in the Russian Far East and Kamchatka in 2014–2023

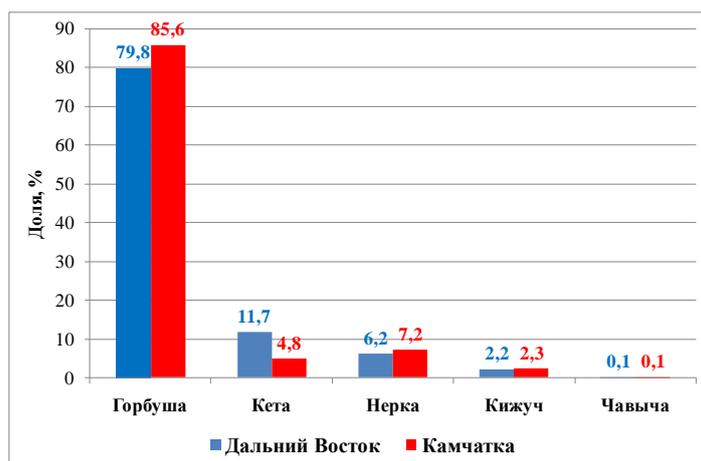


Рис. 2. Соотношение видового состава тихоокеанских лососей в уловах на Дальнем Востоке России и Камчатке в 2023 г.

Fig. 2. Species composition in annual catch of Pacific salmon in the Russian Far East and Kamchatka in 2023

В целом состоявшуюся лососевую путину в Камчатском крае в 2023 г. с уверенностью можно считать одной из наиболее успешных в течение последних десяти лет. Прогнозы по наиболее значи-

* По симе освоение ПВ выше 100 %, так как ее фактический вылов составил 10,384 т.

мым единицам промысловых запасов вполне оправдались. При этом уровень фактического вылова превысил прогнозные ожидания практически на 30 %. Однако для более полноценной оценки итогов лососевой путины следует провести анализ оправдываемости прогнозов для всех видов тихоокеанских лососей, в отношении которых осуществлялось промышленное, традиционное КМНС и любительское рыболовство.

Горбуша. В пределах п-ова Камчатка основными центрами воспроизводства горбуши являются северо-восточное (Карагинская подзона) и западное (Западно-Камчатская и Камчатско-Курильская подзоны) побережья. Отметим, что на западной Камчатке весь комплекс локальных стад горбуши позиционируется как единый промысловый запас. При этом каждый из регионов имеет характерную динамику численности этого вида, выражающуюся в чередовании урожайных поколений по линии четных и нечетных лет. На восточной Камчатке исторически урожайными являются поколения горбуши нечетных лет воспроизводства, а на западной Камчатке начиная с 1983 г. высокая численность характерна для поколений четных лет. Однако в 2019 г., после исторически рекордных подходов производителей в 2018 г., у западнокамчатской горбуши наметилась тенденция смены доминантных поколений. Дальнейшие возвраты производителей вида к побережью западной Камчатки в 2021–2023 гг. подтвердили отмеченный тренд динамики численности региональных запасов горбуши.

На 2023 г. прогноз подходов горбуши на северо-восточной Камчатке был оценен на уровне 130 млн экз., а на западной Камчатке — 190 млн экз. На основе этих данных были определены объемы прогнозируемого вылова горбуши в указанных центрах воспроизводства вида в Камчатском крае, составившие соответственно 140 и 170 тыс. т. Согласно принятой специалистами КамчатНИРО градации регионального состояния запасов горбуши подобный уровень потенциального промыслового изъятия (> 130 тыс. т) будет соответствовать сверхвысокому уровню численности подходов вида [Бугаев и др., 2023а]. Более подробная информация о фактическом вылове и освоении выделенных объемов ПВ камчатской горбуши представлена в табл. 1.

Таблица 1
Прогнозируемый (ПВ) и фактический (ФВ) вылов горбуши в Камчатском крае в 2023 г., тыс. т
Table 1
Forecasted (ПВ) and actual (ФВ) catches of pink salmon in Kamchatka Region in 2023, 10³ t

Район добычи (вылова)	ПВ	ФВ	Освоение, %
Восточная Камчатка	143,5	188,880	131,6
Западно-Беринговоморская зона	0,4	0,089	22,3
Карагинская подзона	140,0	182,499	130,4
Петропавловско-Командорская подзона	3,1	6,292	203,0
Западная Камчатка	170,0	231,187	136,0
Западно-Камчатская подзона	85,0	153,144	180,2
Камчатско-Курильская подзона	85,0	78,043	91,8
Итого	313,5	420,067	134,0

Общий объем добычи (вылова) горбуши в Камчатском крае в 2023 г. составил 420,067 тыс. т, что соответствовало 134,0 % от первоначального объема ПВ. Этот показатель превысил, отмеченный ранее в 2018 г. исторический пик регионального вылова вида (рис. 3). Следовательно, объем вылова камчатской горбуши в 2023 г. следует считать историческим максимумом в ряду имеющихся наблюдений.

Фактический вылов горбуши на побережьях Камчатки соответствовал следующим показателям: восточная Камчатка — 188,880 тыс. т (освоение 131,6 %); западная Камчатка — 231,187 тыс. т (освоение 136,0 %). В процессе путины на основе оперативного мониторинга динамики уловов были выполнены корректировки объемов ПВ горбуши на востоке на 64 тыс. т (Карагинская подзона — 60 тыс. т, Петропавловско-Командорская подзона — 4 тыс. т) и на западе — на 120 тыс. т (Камчатско-Курильская подзона — 35 тыс. т, Западно-Камчатская подзона — 85 тыс. т). Графическое сравнение соответствия прогнозируемых и фактических уловов восточнокамчатских и западнокамчатских стад вида представлено на рис. 4. В обоих случаях показатели освоения превысили прогнозные ожидания.

Отметим, что динамика промысла камчатской горбуши напрямую зависит от региональных особенностей преднерестовых и нерестовых миграций вида на восточном и западном побережьях

Камчатки. На рис. 5 показаны сравнительные графики нарастающих и сезонных уловов горбуши в период последних 4 нечетных лет (2017, 2019, 2021 и 2023 гг.).

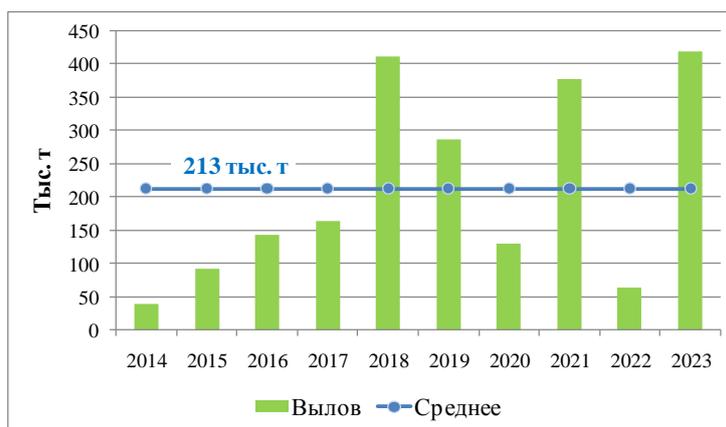


Рис. 3. Динамика уловов горбуши в Камчатском крае в 2014–2023 гг.
Fig. 3. Dynamics of pink salmon landing in Kamchatka Region in 2014–2023

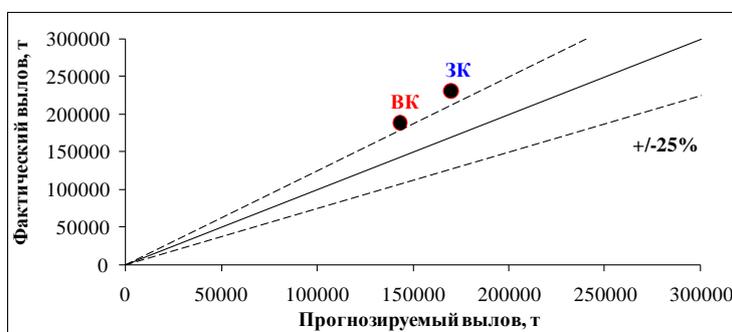


Рис. 4. Соотношение прогнозируемого и фактического вылова горбуши восточной (ВК) и западной (ЗК) Камчатки в 2023 г.: сплошная линия соответствует 100 %-ному соотношению прогноз/факт; пунктирные линии показывают верхний и нижний уровни допустимой ошибки прогноза ($\pm 25\%$)

Fig. 4. Ratio of forecasted and actual catches of pink salmon in East (ВК) and West (ЗК) Kamchatka in 2023: solid line corresponds to the 100 % forecast/fact ratio; dotted lines show the upper and lower levels of the permissible forecast error ($\pm 25\%$)

Из представленных данных видно, что на северо-восточном побережье Камчатки нарастающие и суточные уловы горбуши в 2023 г. были близки к показателям 2021 г., т.е. соответствовали высокочисленному уровню подходов производителей. Сезонная пентадная динамика уловов указывает на стандартные сроки начала и окончания анадромного хода вида в регионе, характерные для нечетных лет, — с 3-й пентады июля по 2-ю пентаду августа. Рунный ход горбуши здесь был зафиксирован в период с середины и до конца июля.

На западном побережье Камчатки динамика промысла горбуши в 2023 г. соответствовала максимально высокому уровню для всего имеющегося ряда наблюдений в нечетные годы. Начало активного промысла пришлось на 3-ю пентаду июля. Это приблизительно на 1–2 нед раньше традиционных сроков. Окончание анадромного хода было зафиксировано в 4-й пентаде августа. Пик хода пришелся на конец июля. Рунный ход длился с 4-й пентады июля по 2-ю пентаду августа.

Формирование нерестовых запасов горбуши Камчатского края в 2023 г. происходило по стандартной схеме, характерной для последних урожайных лет (рис. 6). Основные центры воспроизводства были сосредоточены следующим образом:

- 1) на восточном побережье Камчатки — в Карагинском (кластер рек зал. Карагинского (реки Ука — Анапка)) и Олюторском (кластер рек заливов Корфа и Олюторский (реки Вывенка — Апука)) районах;
- 2) на западном побережье Камчатки — в северной части Усть-Большерецкого и Соболевском районах (кластер рек Большая — Сопочная).

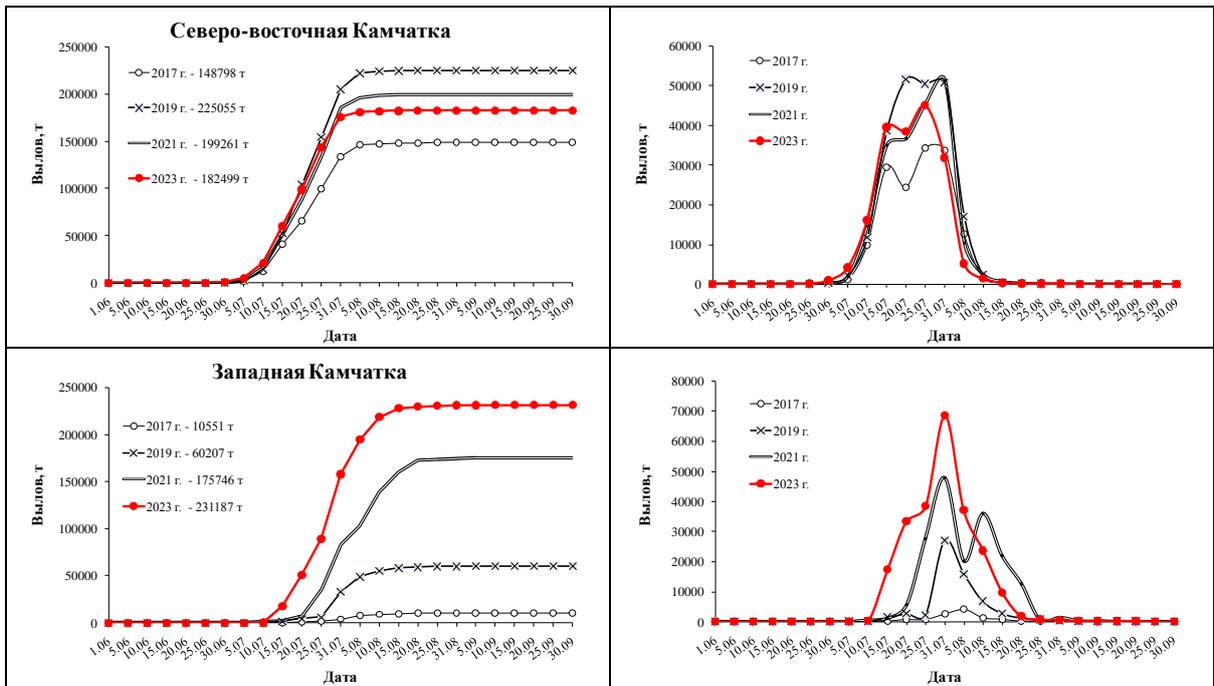


Рис. 5. Графики нарастающих (слева) и сезонных (справа) уловов горбуши в основных центрах воспроизводства Камчатского края по данным 2017–2023 гг. (нечетные годы)

Fig. 5. Cumulative (left panel) and seasonal (right panel) catches of pink salmon in Kamchatka in 2017–2023 (odd years), by the main stocks

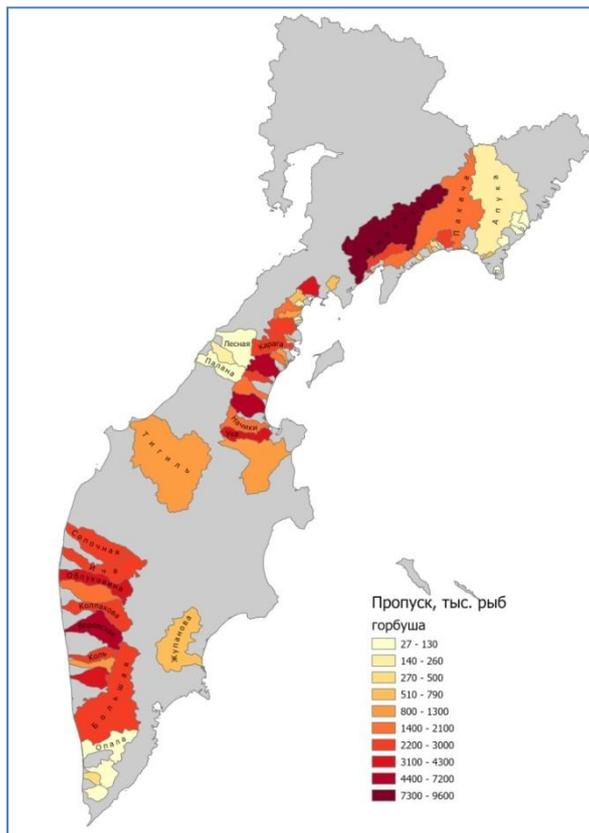


Рис. 6. Пространственное распределение численности производителей горбуши на нерестилищах реперных водных объектов Камчатского края в 2023 г.

Fig. 6. Pink salmon escapement to the spawning grounds of Kamchatka region in 2023, by control water bodies

Общее заполнение нерестилищ горбуши в 2023 г. на северо-восточной Камчатке было оценено на уровне 78,9 млн экз., а на западной Камчатке — 38,6 млн экз. Отметим, что для группировки

стад горбуши северо-восточного побережья (Карагинская подзона) целевой (оптимальный) показатель пропуска рассчитан на уровне 18,3 млн экз., а для расширенного воспроизводства — 34,7 млн экз. [Фельдман и др., 2018б]. Аналогичные показатели для западного побережья (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) соответствуют 17,1 и 31,4 млн экз. [Фельдман и др., 2019]. Таким образом, оценка нерестовой численности камчатской горбуши в 2023 г. показывает заметное превышение ориентиров пропуска на нерест, необходимых для расширенного воспроизводства региональных запасов вида.

Исходя из представленной статистики промысла, а также полученных оценок нерестовых запасов горбуши Камчатского края, подходы (возвраты) производителей вида в основные центры воспроизводства в 2023 г. составили: северо-восточная Камчатка — 259,6 млн экз., западная Камчатка — 226,6 млн экз. Прогнозируемая величина подходов в первом случае составила 190 млн экз., а во втором случае — 155 млн экз. Таким образом, оправдываемость прогнозов подходов по северо-восточной Камчатке составила около 137 %, а по западной Камчатке — приблизительно 146 %. Однако следует учитывать, что в обоих случаях прогнозы строились, исходя из принципов предосторожной концепции. Это означает, что объемы ПВ изначально определялись по минимальным расчетным оценкам. Учитывая это обстоятельство, можно констатировать, что все прогнозные ожидания по возврату горбуши Камчатского края в 2023 г. полностью оправдались.

В целом анализ промысловой статистики и оценок нерестовой численности горбуши в Камчатском крае в 2023 г. показал, что состояние региональных запасов вида можно охарактеризовать как очень хорошее с тенденцией сохранения высокого уровня в нечетные годы.

Кета. В пределах Камчатского края основными центрами воспроизводства кеты являются реки северо-восточного (Карагинская подзона) и западного (Западно-Камчатская и Камчатско-Курильская подзоны) побережий, а также бассейн р. Камчатка (Петропавловско-Командорская подзона). Каждый из региональных центров отличается по динамике и уровню запасов этого вида.

На 2023 г. прогноз подходов и ПВ кеты в водные объекты основных центров воспроизводства был оценен на следующем уровне: северо-восточная Камчатка — 4,0 млн экз./10,3 тыс. т; р. Камчатка — 1,1 млн экз./2,2 тыс. т; западная Камчатка — 6,0 млн экз./15,0 тыс. т. Информация о фактическом вылове и освоении выделенных объемов ПВ камчатской кеты по районам промысла представлена в табл. 2.

Общий объем добычи (вылова) кеты в Камчатском крае в 2023 г. составил 23,560 тыс. т, что соответствовало 83,2 % от первоначального объема ПВ. Это ниже среднего уровня добычи (вылова) вида за последние десять лет (2014–2023 гг.), который составляет около 32 тыс. т (рис. 7). Отметим, что сходный уровень промыслового изъятия камчатской кеты держится с 2020 г. (рис. 7).

Таблица 2

Прогнозируемый (ПВ) и фактический (ФВ) вылов кеты в Камчатском крае в 2023 г., тыс. т

Table 2

Forecasted (ПВ) and actual (ФВ) catches of chum salmon in Kamchatka Region in 2023, 10³ t

Район добычи (вылова)	ПВ	ФВ	Освоение, %
Восточная Камчатка	13,33	9,245	69,4
Западно-Беринговоморская зона	0,03	0,009	30,0
Карагинская подзона	10,30	6,398	62,1
Петропавловско-Командорская подзона	3,00	2,838	94,6
Западная Камчатка	15,00	14,315	95,4
Западно-Камчатская подзона	10,00	9,553	95,5
Камчатско-Курильская подзона	5,00	4,762	95,2
Итого	28,33	23,560	83,2

В целом на побережьях Камчатки в 2023 г. фактический вылов кеты соответствовал следующим показателям: восточная Камчатка — 9,245 тыс. т (освоение 69,4 %); западная Камчатка — 14,315 тыс. т (освоение 95,4 %). В процессе путины на основе оперативного мониторинга динамики уловов

были выполнены корректировки объемов ПВ кеты на востоке на 1 тыс. т (Петропавловско-Командорская подзона). Графическое сравнение соответствия прогнозируемых и фактических уловов восточнокамчатской и западнокамчатской кеты представлено на рис. 8. Отметим, что на восточной Камчатке уровень фактического вылова кеты ниже ожидаемого даже с учетом стандартной методической ошибки прогнозирования ($\pm 25\%$). На западной Камчатке прогноз практически полностью оправдался.

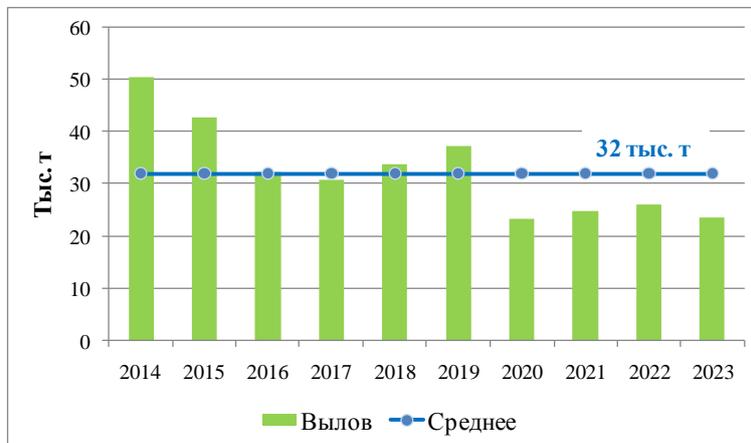


Рис. 7. Динамика уловов кеты в Камчатском крае в 2014–2023 гг.
Fig. 7. Dynamics of chum salmon landing in Kamchatka Region in 2014–2023

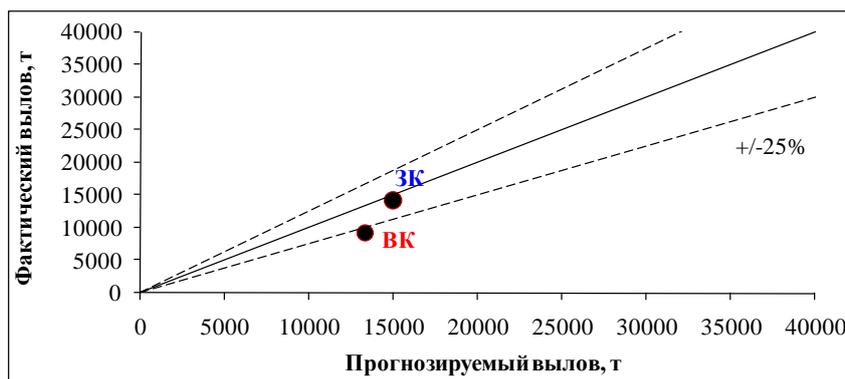


Рис. 8. Соотношение прогнозируемого и фактического вылова кеты восточной (ВК) и западной (ЗК) Камчатки в 2023 г.: сплошная линия соответствует 100 %-ному соотношению прогноз/факт; пунктирные линии показывают верхний и нижний уровни допустимой ошибки прогноза ($\pm 25\%$)

Fig. 8. Ratio of forecasted and actual catches of chum salmon in East (BK) and West (ZK) Kamchatka in 2023: solid line corresponds to the 100 % forecast/fact ratio; dotted lines show the upper and lower levels of the permissible forecast error ($\pm 25\%$)

Сценарий развития кетовой путины в Камчатском крае для каждого промыслового района заметно отличался (рис. 9). Однако общим практически во всех основных центрах воспроизводства было сходство динамики нарастающих и сезонных уловов в 2023 г. с таковыми в 2020–2022 гг. Это напрямую связано с близким уровнем численности подходов кеты в указанные годы, что отразилось на промысле вида. Отметим, что во всех районах промысла активный анадромный ход вида начинался с 1-й декады июля и продолжался до 1-й декады сентября. Окончание массовых анадромных миграций вида происходило к 3 и 4-й декадам сентября.

На северо-восточной Камчатке рунный ход наблюдался с 3-й пентады июля до 4-й пентады августа. При этом в 2023 г. формировались выраженных 3 пика массового хода — в середине и конце июля, а также в середине августа. В бассейне р. Камчатка наблюдалась аналогичная картина сезонной динамики уловов, но значительно менее выраженная, что связано с относительно низким уровнем численности региональных запасов вида. На западной Камчатке в текущем году рунный ход кеты шел с 6-й пентады июля до 5-й пентады августа. В конце июля и середине августа здесь формирова-

лись 2 четко выраженных пика уловов. Уровень нарастающих и сезонных уловов западнокамчатской кеты был близок к среднеголетним показателям.

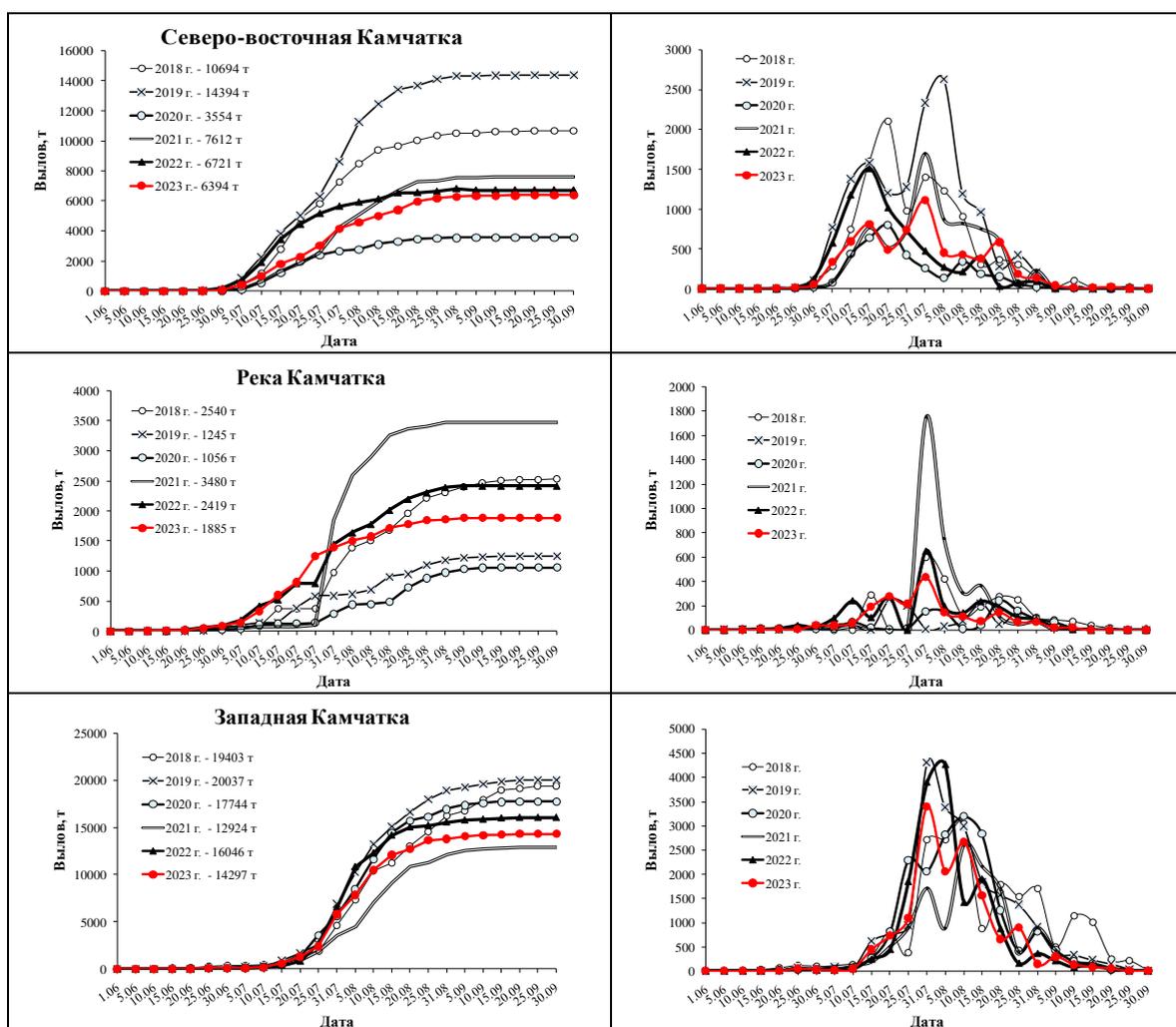


Рис. 9. Графики нарастающих (слева) и сезонных (справа) уловов кеты в основных центрах воспроизводства Камчатского края по данным 2018–2023 гг.

Fig. 9. Cumulative (left panel) and seasonal (right panel) catches of chum salmon in Kamchatka in 2018–2023, by the main stocks

Формирование нерестовых запасов кеты Камчатского края в 2023 г. происходило по схеме, сложившейся в последние годы (2020–2022) (рис. 10). Основные центры воспроизводства были сосредоточены следующим образом:

- 1) на восточном побережье Камчатки — в Карагинском (кластер рек зал. Карагинского (реки Начики — Кичига-Белая)), Олюторском (кластер рек заливов Корфа и Олюторский (реки Вывенка — Алука)) и Усть-Камчатском (р. Озерная (Восточная)) районах;
- 2) на западном побережье Камчатки — в Усть-Большерецком (кластер рек Опала — Кихчик), Соболевском (кластер рек Пымта — Сопочная) и Тигильском (р. Тигиль) районах.

Следует отметить, что заполнение нерестилищ кеты в бассейне р. Камчатка как в 2023 г., так и в 2020–2022 гг. находилось на очень низком уровне. В данной ситуации вероятен недоучет производителей, так как протяженность и густота речной сети этого водоема не позволяют полноценно проводить авиаучетные работы для всех видов тихоокеанских лососей. Поэтому здесь в приоритете обследование нерестилищ доминирующего по численности вида — нерки.

Общее заполнение нерестилищ кеты в 2023 г. на северо-восточной Камчатке было оценено на уровне 1,50 млн экз., а на западной Камчатке — 1,15 млн экз. При этом для группировки стад кеты

северо-восточного побережья (Карагинская подзона) целевой показатель пропуска рассчитан на уровне 0,25 млн экз., а для расширенного воспроизводства — 0,36 млн экз. [Фельдман и др., 2018б]. Аналогичные показатели для западного побережья (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) соответствуют 0,64 и 0,84 млн экз. [Фельдман и др., 2019]. Таким образом, оценка нерестовой численности камчатской кеты в 2023 г. значительно выше целевых пропусков даже с позиции расширенного воспроизводства региональных запасов вида.

Столь высокий уровень заполнения нерестилищ кеты указывает на недостаточный уровень промыслового изъятия вида в период лососевой путины 2023 г. Причем аналогичная ситуация наблюдается уже не первый год. Основной причиной этого является ориентация промышленного рыболовства на освоение запасов самого массового вида — горбуши. Поэтому наиболее продуктивные орудия лова — ставные морские невода — остаются в работе только на период массового анадромного хода этого вида. К середине августа многие предприятия начинают закрывать рыбалки. При этом нерестовые миграции кеты продолжаются до середины сентября. Наиболее вероятно, что вид просто не облавливается в полном объеме.

Исходя из представленной статистики промысла, а также полученных оценок нерестовых запасов кеты Камчатского края, подходы (возвраты) производителей вида в основные центры воспроизводства в 2023 г. составили: северо-восточная Камчатка — 3,69 млн экз., р. Камчатка — 0,69 млн экз., западная Камчатка — 5,74 млн экз. При этом прогнозируемая величина подходов производителей в указанных центрах воспроизводства составила соответственно около 4,1 и 6,0 млн экз. Таким образом, оправдываемость прогнозов подходов кеты в реки северо-восточной Камчатки достигла приблизительно 92 %, в бассейн р. Камчатка — 65 % и в реки западной Камчатки — 95 %. В целом это указывает на оправдываемость прогнозных ожиданий при определении генеральных трендов численности основных региональных запасов вида. Исключением является лишь стадо кеты р. Камчатка.

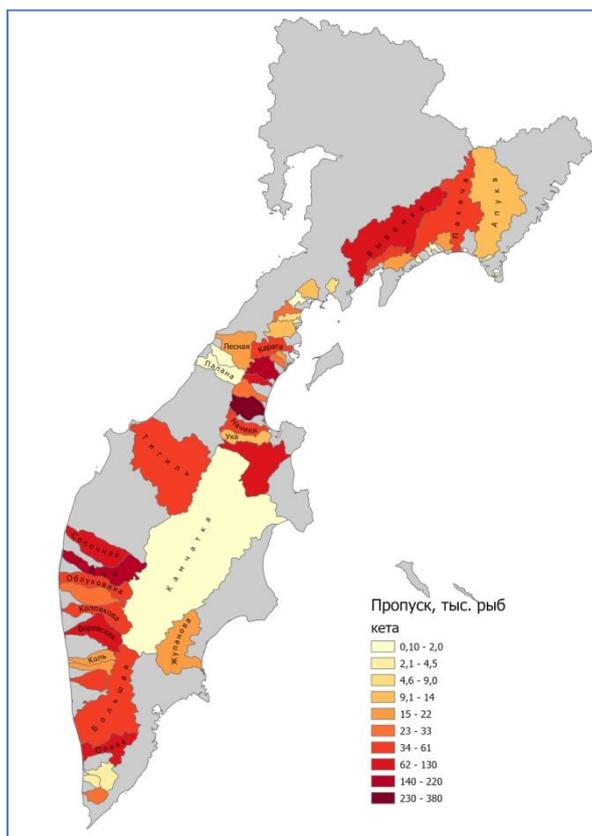


Рис. 10. Пространственное распределение численности производителей кеты на нерестилищах реперных водных объектов Камчатского края в 2023 г.

Fig. 10. Chum salmon escapement to the spawning grounds of Kamchatka Region in 2023, by control water bodies

Однако следует учитывать, что снижение объемов вылова кеты в Камчатском крае, наблюдаемое в 2020–2023 гг., свидетельствует и о сокращении общей численности запасов вида в течение последних 4 лет. Поэтому состояние запасов камчатской кеты в 2023 г. можно охарактеризовать как стабильное, но относительно низкое.

Нерка. В пределах Камчатского края основными центрами воспроизводства вида являются бассейны рек Камчатка (Петропавловско-Командорская подзона) и Озерная (Камчатско-Курильская подзона). В этих водных объектах ежегодно добывают порядка 70–80 % от общего изъятия вида на Камчатке. Из второстепенных камчатских стад нерки можно выделить несколько, численность которых относительно высока. На западном побережье это в первую очередь стада, воспроизводящиеся в реках Большая и Палана. На востоке Камчатки наиболее крупными являются стада рек северо-восточного побережья — Ананापильген, Апука, Пахача и Култушная.

На 2023 г. прогноз подходов нерки рек Камчатка и Озерная был оценен на уровне соответственно 5,2 и 8,3 млн экз. Ожидаемый возврат производителей второстепенных стад северо-восточной и северо-западной Камчатки составил около 1,2 млн экз. для каждого региона. На основе этих данных были определены объемы ПВ нерки в главных центрах воспроизводства вида в Камчатском крае: р. Камчатка — 10,05 тыс. т, р. Озерная — 15,20 тыс. т, северо-восточная Камчатка — 2,40 тыс. т и северо-западная Камчатка — 2,55 тыс. т. Информация о фактическом вылове и освоении выделенных объемов ПВ камчатской нерки по районам промысла представлена в табл. 3.

Общий объем добычи (вылова) нерки в Камчатском крае в 2023 г. составил 35,209 тыс. т, что соответствовало 107,5 % от первоначального объема ПВ. Это ниже среднего уровня добычи (вылова) вида за последние десять лет (2014–2023 гг.), который составляет около 39 тыс. т (рис. 11). Подобный уровень промыслового изъятия нерки держится начиная с 2020 г. Тем не менее в 2022 и 2023 гг. наблюдается некоторое увеличение уловов камчатской нерки по сравнению с 2019 и 2020 гг.

Таблица 3
Прогнозируемый (ПВ) и фактический (ФВ) вылов нерки в Камчатском крае в 2023 г., тыс. т
Table 3
Forecasted (ПВ) and actual (ФВ) catches of sockeye salmon in Kamchatka Region in 2023, 10³ t

Район добычи (вылова)	ПВ	ФВ	Освоение, %
Восточная Камчатка	13,20	11,884	90,0
Западно-Берингоморская зона	0,50	0,206	41,2
Карагинская подзона	2,40	2,873	119,7
Петропавловско-Командорская подзона	10,30	8,805	85,5
Западная Камчатка	19,55	23,325	119,3
Западно-Камчатская подзона	2,55	3,285	128,8
Камчатско-Курильская подзона	17,00	20,040	117,9
Итого	32,75	35,209	107,5

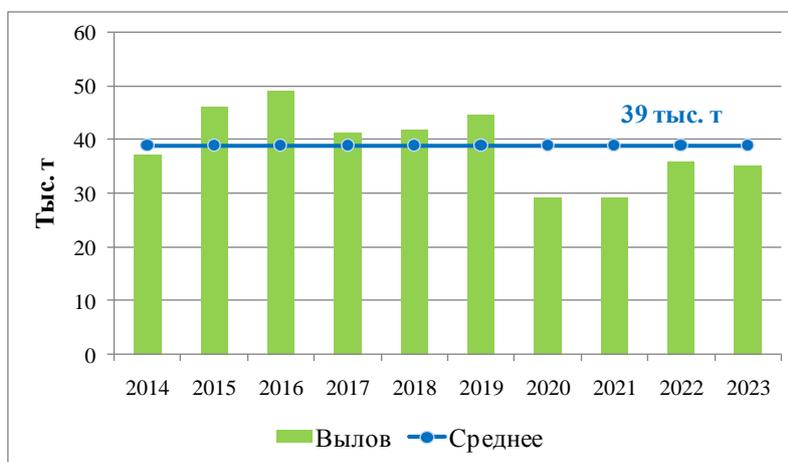


Рис. 11. Динамика уловов нерки в Камчатском крае в 2014–2023 гг.
Fig. 11. Dynamics of sockeye salmon landing in Kamchatka Region in 2014–2023

Рассматривая промысловую статистику в целом по побережьям Камчатки, можно определить, что в 2023 г. фактический вылов нерки соответствовал следующим показателям: восточная Камчатка — 11,884 тыс. т (освоение 90,0 %); западная Камчатка — 23,325 тыс. т (освоение 119,3 %). В процессе путины на основе оперативного мониторинга динамики уловов были выполнены корректировки объемов ПВ нерки на востоке на 1 тыс. т (Карагинская подзона) и на западе на 5 тыс. т (Камчатско-Курильская подзона — 4 тыс. т, Западно-Камчатская подзона — 1 тыс. т). Графическое сравнение соответствия прогнозируемых и фактических уловов восточнокамчатской и западнокамчатской нерки представлено на рис. 12. Отметим, что на восточной Камчатке уровень фактического вылова нерки был очень близок к ожидаемому показателю. На западной Камчатке промысловое изъятие вида несколько превысило прогнозную величину. Однако в данном случае объем фактического вылова не был выше стандартной методической ошибки прогнозирования ($\pm 25\%$).

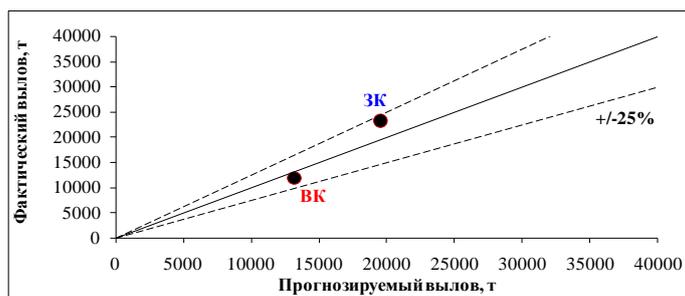


Рис. 12. Соотношение прогнозируемого и фактического вылова нерки восточной (BK) и западной (ЗК) Камчатки в 2023 г.: сплошная линия соответствует 100 %-ному соотношению прогноз/факт; пунктирные линии показывают верхний и нижний уровни допустимой ошибки прогноза ($\pm 25\%$)

Fig. 12. Ratio of forecasted and actual catches of sockeye salmon in East (BK) and West (ЗК) Kamchatka in 2023: solid line corresponds to the 100 % forecast/fact ratio; dotted lines show the upper and lower levels of the permissible forecast error ($\pm 25\%$)

Как отмечено выше, основными центрами воспроизводства камчатской нерки являются реки Камчатка и Озерная. Поэтому динамика анадромного хода вида в указанных водных объектах в значительной степени определяет промысловую обстановку в период добычи (вылова) нерки в Камчатском крае (рис. 13).

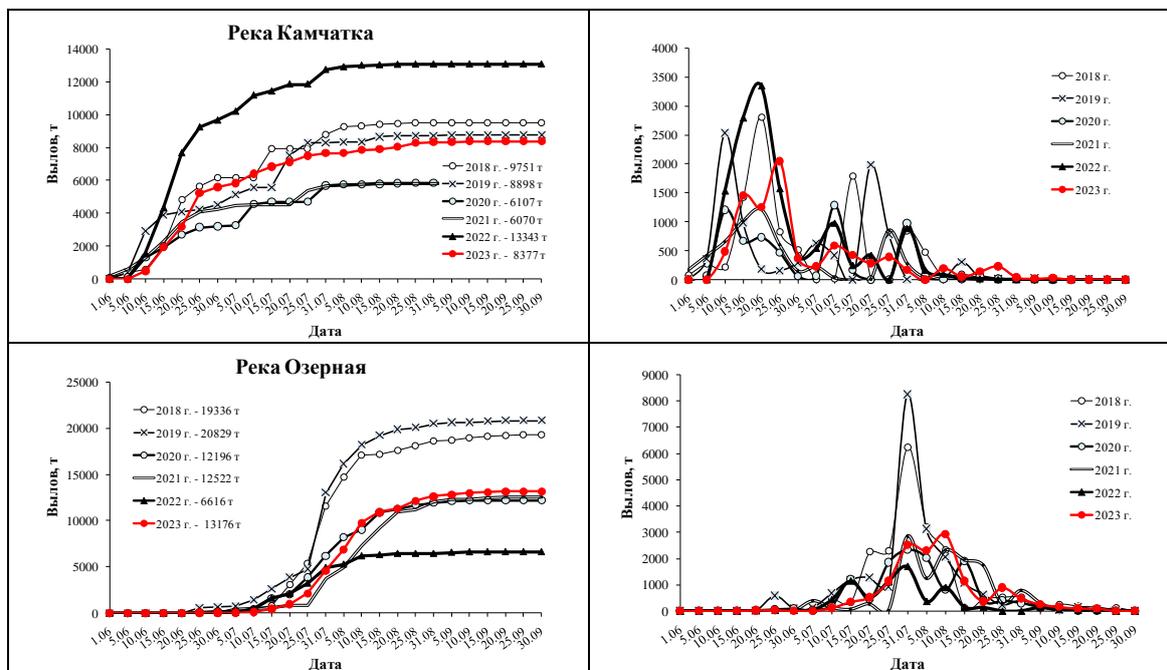


Рис. 13. Графики нарастающих (слева) и сезонных (справа) уловов нерки в основных центрах воспроизводства Камчатского края по данным 2018–2023 гг.

Fig. 13. Cumulative (left panel) and seasonal (right panel) catches of sockeye salmon in Kamchatka in 2018–2023, by the main stocks

Активизация анадромного хода стада нерки р. Камчатка обычно приходится на 2 и 3-ю пентады июня. Именно в этот период фактически начинается ее промысел в Камчатском заливе и бассейне реки. В 2023 г. нарастающие уловы камчатского стада нерки были близки к уровню 2018 и 2019 гг. Сезонная динамика уловов также соответствовала общей динамике анадромного хода вида в регионе. Однако основной пик вылова был сформирован несколько позднее предыдущих лет — в 4 и 5-й пентадах июня. После наблюдалось заметное снижение уловов, что связано с окончанием рунного хода рыб ранней расы. После 2-й пентады июля ход нерки уже определяли производители поздней расы. Общее окончание нерестовых миграций вида в бассейне р. Камчатка зафиксировано в конце августа.

Массовый анадромный ход нерки р. Озерной в 2023 г. начался с 6-й пентады июля. Наблюдалась некоторая задержка подходов, как и в 2021 г. В целом динамика нарастающих и сезонных уловов озерновской нерки была близка к показателям 2020 и 2022 гг. Рунный нерестовый ход вида проходил с конца июля до середины августа. Пик хода был зафиксирован в 6-й пентаде июля и 2-й пентаде августа. Окончание хода отмечено в начале сентября.

Формирование нерестовых запасов нерки Камчатского края в 2023 г. происходило согласно локализации основных центров воспроизводства вида (рис. 14). Поэтому общая картина распределения массовых скоплений производителей на нерестилищах выглядела следующим образом:

1) на восточном побережье Камчатки — в Олюторском (кластер рек заливов Корфа и Олюторский (реки Вывенка — Апука)) районе, а также в Усть-Камчатском, Быстринском и Мильковском районах (бассейн р. Камчатка);

2) на западном побережье Камчатки — в Усть-Большерецком (реки Озерная и Большая) и Тигильском (р. Палана) районах.

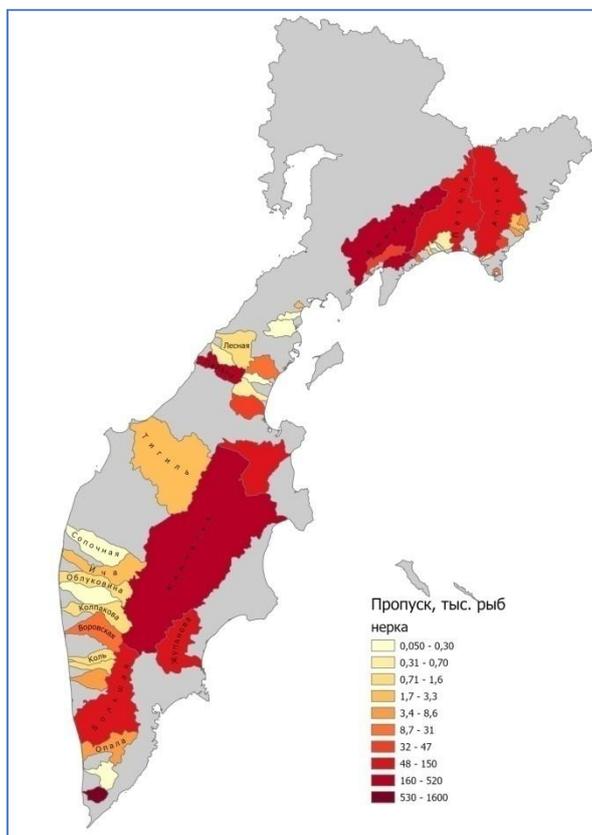


Рис. 14. Пространственное распределение численности производителей нерки на нерестилищах реперных водных объектов Камчатского края в 2023 г.

Fig. 14. Sockeye salmon escapement to the spawning grounds of Kamchatka Region in 2023, by control water bodies

Общее заполнение нерестилищ нерки в бассейнах рек Камчатка и Озерная в 2023 г. составило соответственно 0,60 и 1,57 млн экз. Эти показатели выше целевых ориентиров пропуска на нерест указанных стад вида. Для нерки р. Камчатка средний расчетный ориентир пропуска соответствует 0,46 млн экз., а для нерки р. Озерной — 1,5 млн экз. [Дубынин, 2012; Фельдман и др., 2016, 2019]. С учетом промыслового изъятия численность подходов производителей в главные центры воспроизводства камчатских запасов вида составили: р. Камчатка — 4,65 млн экз.; р. Озерная — 7,73 млн экз. При этом прогнозируемая величина подходов производителей вида в указанные водоемы соответствовала 5,2 и 8,3 млн экз. Таким образом, оправдываемость прогнозов подходов нерки для р. Камчатка достигала 89 %, а для р. Озерной — 93 %. Это указывает на достаточно высокую оправдываемость прогнозных ожиданий по данному виду. Дополнительно отметим, что заполнение нерестилищ второстепенных стад нерки северо-востока и северо-запада Камчатки в текущем году также превысило целевые ориентиры пропуска.

В целом анализ промысловой статистики и оценок нерестовой численности нерки в Камчатском крае в 2023 г. показал, что состояние региональных запасов вида в основных центрах воспроизводства можно охарактеризовать как стабильное с тенденцией к увеличению.

Кижуч. Основными центрами воспроизводства вида в Камчатском крае являются бассейн р. Камчатка (Петропавловско-Командорская подзона) и кластер рек западного побережья Камчатки (Западно-Камчатская и Камчатско-Курильская подзоны). В этих районах добывается более 90 % камчатского кижуча.

На 2023 г. прогноз подходов кижуча восточной и западной Камчатки был оценен на уровне 0,93 и 2,28 млн экз. На основе этих данных были определены объемы ПВ вида в указанных центрах воспроизводства, составившие соответственно 1,9 и 5,5 тыс. т. Информация о фактическом региональном вылове и освоении выделенных объемов ПВ кижуча по районам промысла представлена в табл. 4.

Таблица 4
Прогнозируемый (ПВ) и фактический (ФВ) вылов кижуча в Камчатском крае в 2023 г., тыс. т

Forecasted (ПВ) and actual (ФВ) catches of coho salmon in Kamchatka region in 2023, 10³ t

Район добычи (вылова)	ПВ	ФВ	Освоение, %
Восточная Камчатка	1,900	2,012	105,9
Западно-Беринговоморская зона	0,020	0,005	25,0
Карагинская подзона	0,300	0,294	98,0
Петропавловско-Командорская подзона	1,580	1,713	108,4
Западная Камчатка	5,500	9,447	171,8
Западно-Камчатская подзона	3,300	5,284	160,1
Камчатско-Курильская подзона	2,200	4,163	189,2
Итого	7,400	11,459	154,9

Table 4

Общий объем добычи (вылова) кижуча в Камчатском крае в 2023 г. составил 11,459 тыс. т, что соответствовало 105,9 % от первоначального объема ПВ. Это выше среднего уровня добычи (вылова) вида за последние десять лет (2014–2023 гг.), который составляет около 9 тыс. т (рис. 15). Подобный уровень промыслового изъятия кижуча приближается к показателям 2014 и 2015 гг.

На региональном уровне фактический вылов кижуча в 2023 г. соответствовал следующим показателям: восточная Камчатка — 2,012 тыс. т (освоение 105,9 %); западная Камчатка — 9,447 тыс. т (освоение 171,8 %). В процессе путины на основе оперативного мониторинга динамики уловов были выполнены корректировки объемов ПВ кижуча на востоке на 1,62 тыс. т (Карагинская подзона — 0,2 тыс. т, Петропавловско-Командорская подзона — 1,42 тыс. т) и на западе на 4,5 тыс. т (Камчатско-Курильская подзона — 3,0 тыс. т, Западно-Камчатская подзона — 1,5 тыс. т). Графическое сравнение соответствия прогнозируемых и фактических уловов восточнокамчатского и западнокамчатского кижуча представлено на рис. 16. Из показанных данных видно, что на восточной Камчатке уровень фактического вылова кижуча практически соответствует ожидаемым показателям. На западной Камчатке реальный уровень освоения значительно превысил прогнозные ожидания, выйдя заметно выше за границы стандартной методической ошибки прогнозирования (± 25 %).

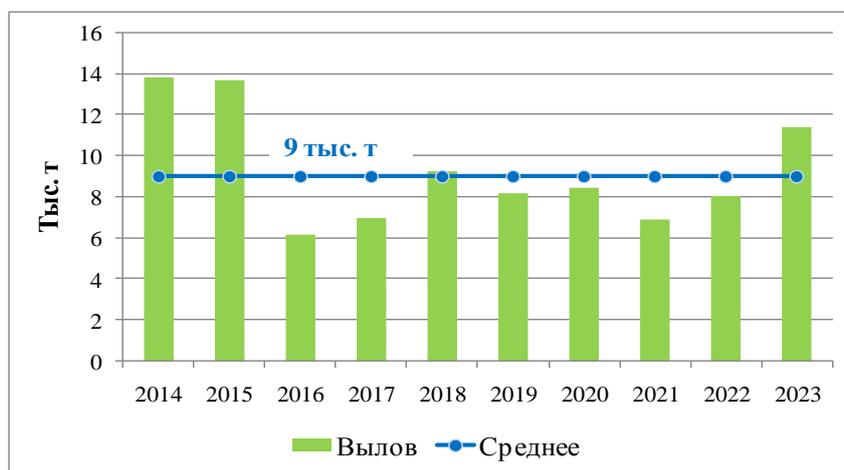


Рис. 15. Динамика уловов кижуча в Камчатском крае в 2014–2023 гг.
 Fig. 15. Dynamics of coho salmon landing in Kamchatka Region in 2014–2023

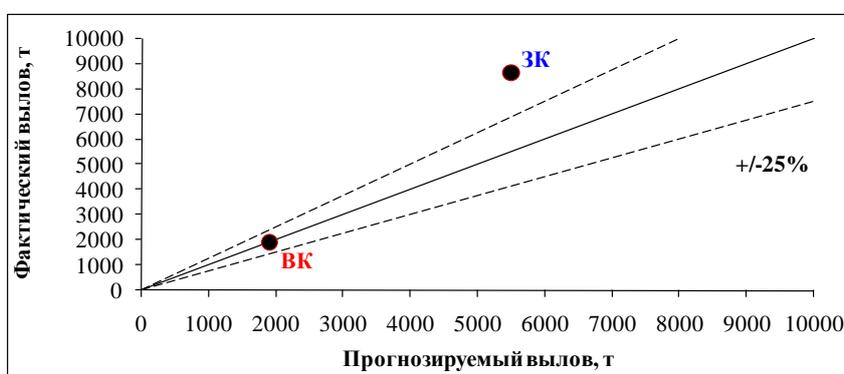


Рис. 16. Соотношение прогнозируемого и фактического вылова кижуча восточной (BK) и западной (ЗК) Камчатки в 2023 г.: *сплошная линия* соответствует 100 %-ному соотношению прогноз/факт; *пунктирные линии* показывают верхний и нижний уровни допустимой ошибки прогноза ($\pm 25\%$)

Fig. 16. Ratio of forecasted and actual catches of coho salmon in East (BK) and West (ЗК) Kamchatka in 2023: *solid line* corresponds to the 100 % forecast/fact ratio; *dotted lines* show the upper and lower levels of the permissible forecast error ($\pm 25\%$)

Активизация анадромного хода кижуча в Камчатском крае обычно происходит одновременно на обоих побережьях — в начале августа. Однако общая динамика миграций и промысла вида имеет свои региональные межгодовые особенности (рис. 17).

В 2023 г. на восточной Камчатке нарастающие и сезонные уловы кижуча были близки к уровню 2018 и 2019 гг. Массовый ход вида начался в 3 и 4-й пентадах августа. Рунный ход пришелся на вторую половину августа. Окончание активных нерестовых миграций в регионе было зафиксировано приблизительно в 4-й пентаде сентября.

В свою очередь на западной Камчатке динамика нарастающих и сезонных уловов была максимально схожей с 2020 и 2022 гг. Однако на графиках видно, что 2023 г. по величине нарастающих уловов заметно выше всех 5 предыдущих лет. При этом массовый анадромный ход вида в регионе был заметно растянут — с середины августа до середины сентября. Непосредственно рунный ход наблюдался с 4-й пентады августа по 2-ю пентаду сентября. Окончание хода, как и на восточной Камчатке, пришлось на 4-ю пентаду сентября.

Формирование нерестовых запасов кижуча Камчатского края в 2023 г. в основном было приурочено к основным центрам воспроизводства вида (рис. 18). Поэтому общая картина распределения массовых скоплений производителей на нерестилищах выглядела следующим образом:

1) на восточном побережье Камчатки — в Усть-Камчатском, Быстринском и Мильковском районах (бассейн р. Камчатка);

2) на западном побережье Камчатки — в Усть-Большерецком (реки Большая и Кихчик) и Соболевском (кластер рек Пымта — Сопочная) районах.

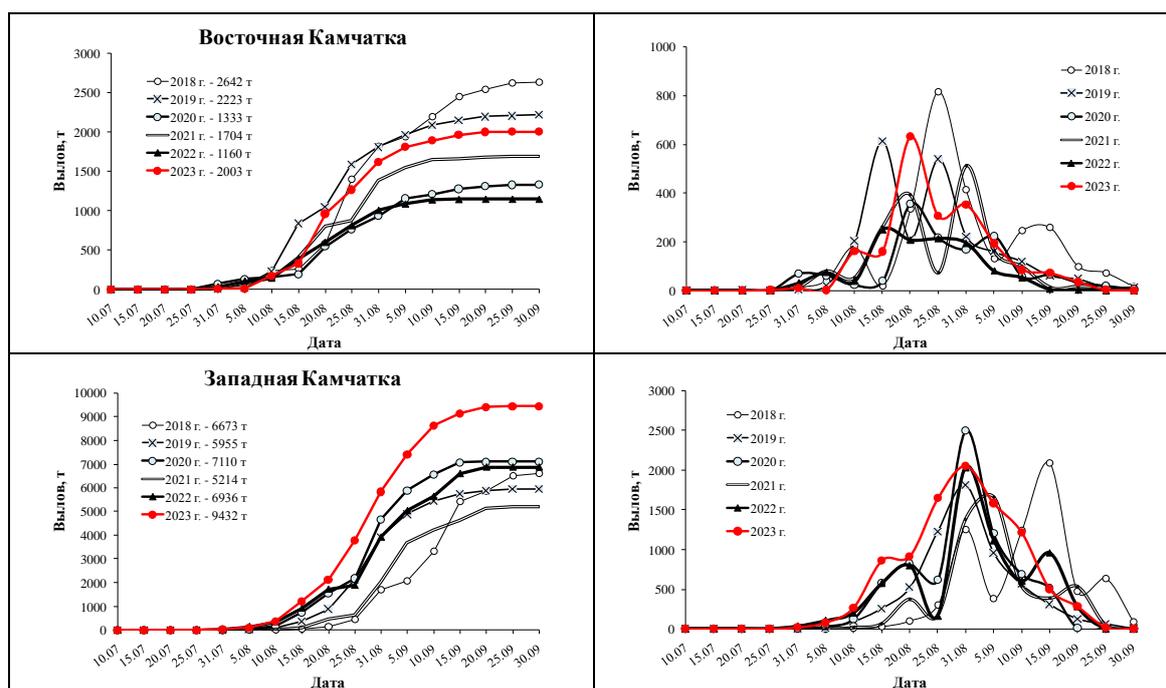


Рис. 17. Графики нарастающих (слева) и сезонных (справа) уловов кижуча в основных центрах воспроизводства Камчатского края по данным 2018–2023 гг.

Fig. 17. Cumulative (left panel) and seasonal (right panel) catches of coho salmon in Kamchatka in 2018–2023, by the main stocks

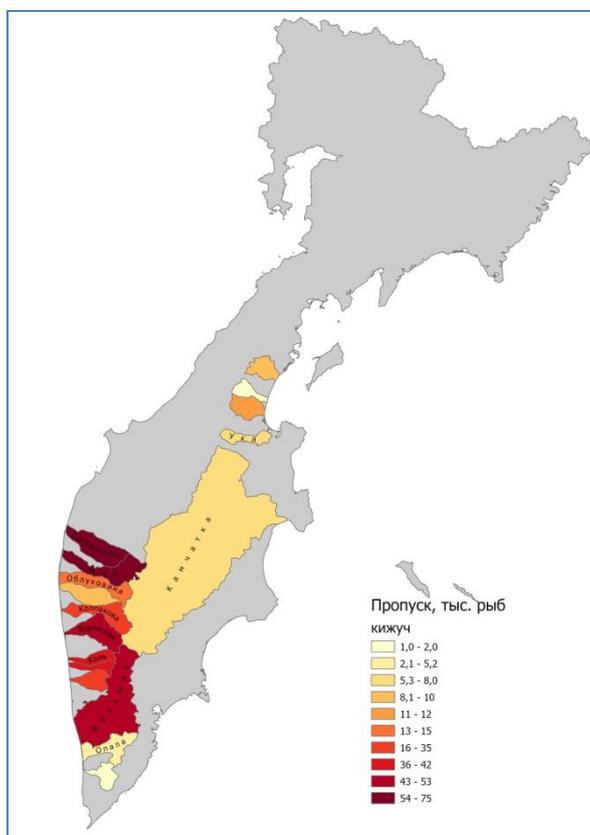


Рис. 18. Пространственное распределение численности производителей кижуча на нерестилищах реперных водных объектов Камчатского края в 2023 г.

Fig. 18. Coho salmon escapement to the spawning grounds of Kamchatka Region in 2023, by control water bodies

Общее заполнение нерестилищ кижуча в реках восточной и западной Камчатки составило 0,12 и 0,45 млн экз. Целевой ориентир пропуска на нерест восточнокамчатской группировки стад вида составляют 0,14 млн экз., а для расширенного воспроизводства — 0,29 млн экз. [Фельдман и др., 2016, 2018б]. Аналогичные показатели для западнокамчатского кижуча определены на уровне 0,25 и 0,32 млн экз. [Фельдман и др., 2019]. Таким образом, целевой ориентир пропуска производителей вида в нерестовые реки восточной Камчатки в 2023 г. был близок к достижению необходимого уровня. На западной Камчатке данный показатель ожидаемо (с учетом промысловой статистики текущего года) превысил требуемую величину.

Таким образом, анализ промысловой статистики и оценок нерестовой численности кижуча в Камчатском крае в 2023 г. показал, что состояние региональных запасов вида можно охарактеризовать как стабильное с тенденцией к увеличению.

Чавыча. Основным центром воспроизводства чавычи в пределах Камчатского края является бассейн р. Камчатка (Петропавловско-Командорская подзона). Второй по величине запас камчатской чавычи сосредоточен в реках Карагинской подзоны (Озерная (Восточная), Вывенка, Пахача, Апука и др.). Имеются запасы чавычи и на западном побережье в реках Камчатско-Курильской (Опала, Большая, Кихчик и др.) и Западно-Камчатской (Коль, Пымта, Колпакова и др.) подзон. Однако в связи со значительным сокращением запасов западнокамчатской чавычи в 2000-х гг. начиная с 2010 г. ее промысловое освоение в регионе ведется только в режиме любительского рыболовства.

На 2023 г. прогноз подходов чавычи р. Камчатка был оценен на уровне 0,127 млн экз. На основе этих данных определен объем ее ПВ в указанном водном объекте, составивший 0,38 тыс. т. По остальным регионам Камчатского края объемы ПВ определяли экспертно. Информация о фактическом региональном вылове и освоении выделенных объемов ПВ чавычи по районам промысла представлена в табл. 5.

Таблица 5
Прогнозируемый (ПВ) и фактический (ФВ) вылов чавычи в Камчатском крае в 2023 г., тыс. т

Forecasted (ПВ) and actual (ФВ) catches of chinook salmon in Kamchatka Region in 2023, 10³ t

Район добычи (вылова)	ПВ	ФВ	Освоение, %
Восточная Камчатка	0,47	0,427	90,9
Карагинская подзона	0,07	0,060	85,7
Петропавловско-Командорская подзона	0,40	0,367	91,8
Западная Камчатка	0,06	0,055	91,7
Западно-Камчатская подзона	0,02	0,018	90,0
Камчатско-Курильская подзона	0,04	0,037	92,5
Итого	0,53	0,482	90,9

Общий объем добычи (вылова) чавычи в Камчатском крае в 2023 г. составил 0,482 тыс. т, что соответствовало 90,9 % от первоначального объема ПВ. Это близко к среднемуголетнему уровню добычи (вылова) вида за последние десять лет (2014–2023 гг.), который составляет около 0,5 тыс. т (рис. 19). Можно отметить некоторое увеличение уловов вида после их падения в период 2017–2021 гг.

На региональном уровне фактический вылов чавычи в 2023 г. соответствовал следующим показателям: восточная Камчатка — 0,427 тыс. т (освоение 90,9 %); западная Камчатка — 0,055 тыс. т (освоение 91,7 %). В процессе путины на основе оперативного мониторинга динамики уловов были выполнены корректировки объемов ПВ чавычи на востоке на 0,18 тыс. т (Карагинская подзона — 0,03 тыс. т, Петропавловско-Командорская подзона — 0,15 тыс. т). Графическое сравнение соответствия прогнозируемых и фактических уловов восточнокамчатской и западнокамчатской чавычи представлено на рис. 20. Из показанных данных видно, что в обоих случаях уровни фактического вылова чавычи практически соответствуют ожидаемым показателям.

Активизация анадромного хода чавычи в Камчатском крае обычно происходит приблизительно с середины мая. Однако рыболовство этого вида в большинстве промысловых

районов ограничено в целях сохранения запасов. Поэтому целесообразно оценить характер нерестового хода чавычи на примере двух крупнейших локальных стад восточного и западного побережий Камчатки (рис. 21). К первому, как понятно из вышеизложенного, относится стадо р. Камчатка, а ко второму — стадо р. Большой.

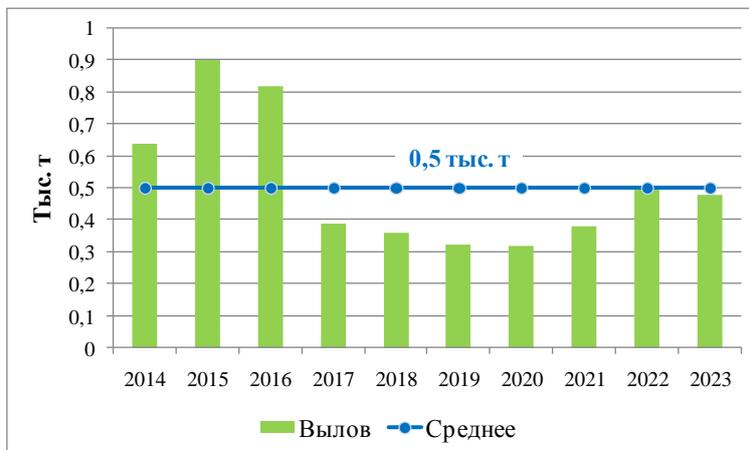


Рис. 19. Динамика уловов чавычи в Камчатском крае в 2014–2023 гг.
Fig. 19. Dynamics of chinook salmon landing in Kamchatka Region in 2014–2023

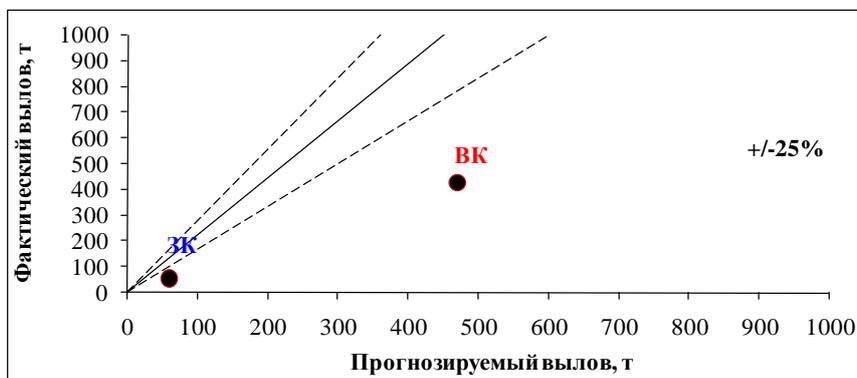


Рис. 20. Соотношение прогнозируемого и фактического вылова чавычи восточной (ВК) и западной (ЗК) Камчатки в 2023 г.: сплошная линия соответствует 100 %-ному соотношению прогноз/факт; пунктирные линии показывают верхний и нижний уровни допустимой ошибки прогноза ($\pm 25\%$)

Fig. 20. Ratio of forecasted and actual catches of chinook salmon in East (ВК) and West (ЗК) Kamchatka in 2023: solid line corresponds to the 100 % forecast/fact ratio; dotted lines show the upper and lower levels of the permissible forecast error ($\pm 25\%$)

При анализе анадромного хода чавычи р. Камчатка следует учитывать, что лососевый промысел в Камчатском заливе и бассейне реки обычно начинается в первой декаде июня. Поэтому нарастающие и сезонные уловы вида здесь наблюдаются со 2 или 3-й пентады июня, несмотря на то что его нерестовый ход уже начался. По уровню нарастающих уловов чавычи 2023 г. наиболее близок 2022 г. При анализе сезонной динамики вылова видно, что активный анадромный ход вида в бассейне р. Камчатка наблюдается с 3-й пентады июня до 3-й пентады июля. Рунный ход приходится на вторую половину июня. В этот же период формируется основной пик вылова вида. Окончание хода камчатской чавычи приходится на вторую половину июля.

Обращаем внимание, что в целом по западной Камчатке и в частности по р. Большой отсутствует промысловая статистика по вылову чавычи, так как вид здесь добывается исключительно в режиме любительского рыболовства. Поэтому мы приводим данные по нарастающему и сезонному вылову вида в р. Большой исключительно в ознакомительных целях. Для справки сообщаем, что объемы ПВ большеберецкой чавычи, выделенные рыбакам-любителям в 2018–2023 гг., соответствовали следующим величинам: 2018 г. — 8,4 т; 2019 г. — 8,4 т; 2020 г. — 7,3 т; 2021 г. — 16,1 т; 2022 г. —

24,6 т; 2023 г. — 26,5 т. Следует уточнить, что увеличение объемов вылова в 2021–2023 гг. выполнено в связи с получением новых данных авиамониторинга об увеличении уровня нерестовых запасов чавычи р. Большой в этот период.

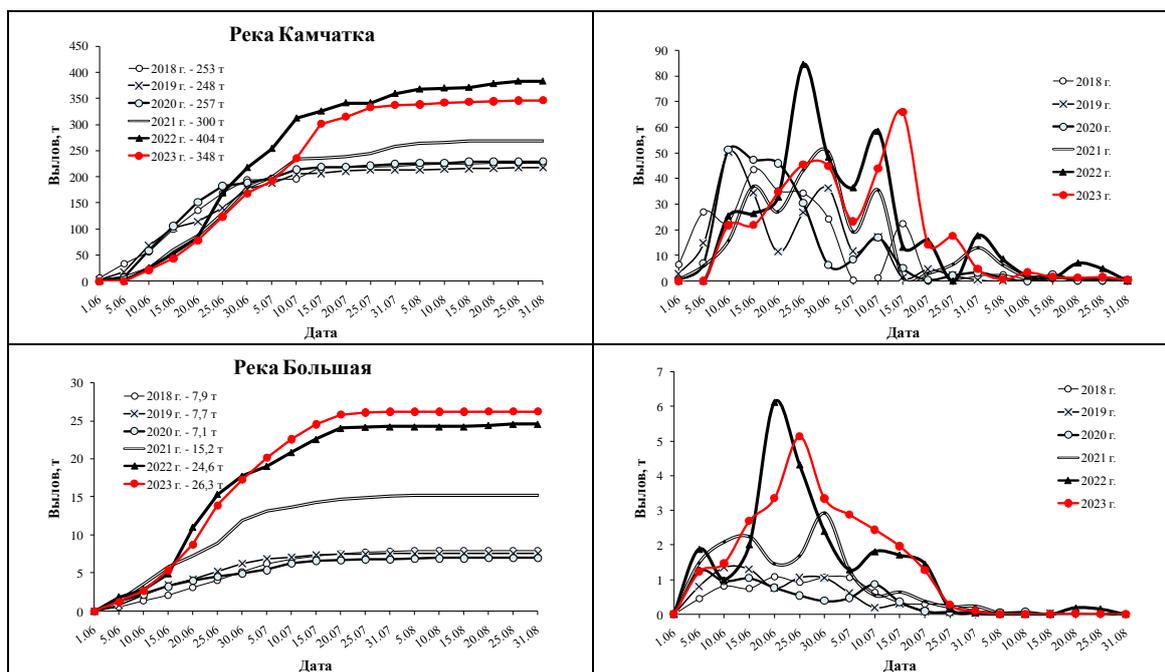


Рис. 21. Графики нарастающих (слева) и сезонных (справа) уловов чавычи в основных центрах воспроизводства Камчатского края по данным 2018–2023 гг. (Данные по р. Большой включают информацию о вылове чавычи в режиме любительского рыболовства)

Fig. 21. Cumulative (left panel) and seasonal (right panel) catches of chinook salmon in Kamchatka in 2018–2023, by the main stocks (including the catch by sport fishing for the Bolshaya River)

Учитывая вышесказанное, можно отметить, что нарастающие уловы чавычи р. Большой в 2022 и 2023 гг. были очень близки и превышали уровень таковых в 2018–2021 гг. Это ожидаемо, принимая во внимание одинаковые и максимальные объемы квот на вылов вида в данные годы. Однако если оценивать межгодовую динамику уловов, то видно, что она заметно отличается. Например, формирование пиков вылова в 2022 и 2023 гг. приходилось на 4-ю пентаду июня. В остальные годы (2018–2021) пики уловов наблюдались в первой половине июня. Лишь в 2021 г. был зафиксирован второй пик вылова, который пришелся на конец июня. Окончание анадромного хода чавычи р. Большой в 2018–2021 гг. отмечали в 3 и 4-й пентадах июля, а в 2021 и 2022 гг. — в 4 и 5-й пентадах июля. Следовательно, можно говорить об увеличении сроков анадромного хода вида.

Разумеется, в режиме любительского рыболовства значительную роль в динамике вылова того или иного вида водных биоресурсов играет объем выделенных квот на его добычу (вылов). Однако при равнозначном уровне запасов объекта динамика его уловов будет изменяться на уровне больше или меньше. В отношении чавычи р. Большой мы видим, что в 2022 и 2023 гг. меняется характер динамики уловов. Пики вылова стали ярко выраженными и образуются в традиционные сроки для нерестовых миграций западнокамчатской чавычи. Кроме того, наблюдается смещение сроков окончания анадромного хода вида. Принимая во внимание имеющуюся информацию об улучшении состояния нерестовых запасов чавычи р. Большой в последние годы, полагаем, что изменение динамики анадромного хода вида вполне может быть связано с этой ситуацией. Обращаем внимание, что увеличение объемов квот для осуществления любительского рыболовства чавычи р. Большой в 2022 и 2023 гг. привело к росту уловов вида. При этом заполнение нерестилищ чавычи в бассейне р. Большой в эти годы находилось на относительно хорошем уровне. Это указывает на общее увеличение численности подходов большеберцовой чавычи в рассматриваемый период.

Формирование нерестовых запасов чавычи Камчатского края в 2023 г. традиционно было приурочено к основным центрам воспроизводства вида (рис. 22). Общая картина распределения массовых скоплений производителей на нерестилищах выглядела следующим образом:

1) на восточном побережье Камчатки — в Усть-Камчатском, Быстринском и Мильковском районах (бассейн р. Камчатка), а также в Олюторском районе (реки Вывенка, Алука);

2) на западном побережье Камчатки — в Усть-Большерецком (бассейн р. Большой) и Соболевском (кластер рек Пымта — Ича) районах.

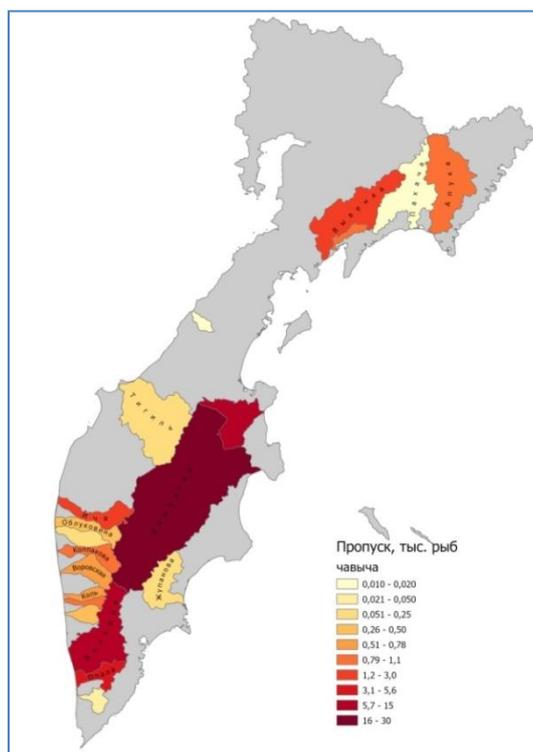


Рис. 22. Пространственное распределение численности производителей чавычи на нерестилищах реперных водных объектов Камчатского края в 2023 г.

Fig. 22. Chinook salmon escapement to the spawning grounds of Kamchatka Region in 2023, by control water bodies

Общее заполнение нерестилищ чавычи в водных объектах восточной и западной Камчатки в 2023 г. составило 0,070 и 0,027 млн экз. При этом в бассейн р. Камчатка на нерест было пропущено приблизительно 0,051 млн экз., а в бассейн р. Большой — около 0,014 млн экз. Исходя из представленных данных можно определить, что доля камчатской и большерецкой чавычи в нерестовых запасах рек восточного и западного побережий Камчатки составляет соответственно порядка 70 и 50 %.

Дополнительно отметим, что нерестовый запас чавычи р. Камчатка в 2023 г. превышает промежуточный ориентир пропуска на нерест для осуществления эффективного воспроизводства данной единицы запаса вида, составляющий 0,045 млн экз. [Фельдман и др., 2016]. Это указывает на потенциал сохранения стабильного рыболовства чавычи р. Камчатка в ближайшей перспективе.

Таким образом, анализ промысловой статистики и оценок нерестовой численности чавычи в Камчатском крае в 2023 г. показал, что состояние региональных запасов вида, можно охарактеризовать как относительно стабильное, но требующее и дальнейшего соблюдения принятых мер по их сохранению.

Выводы

Таким образом, проведенную лососевую путину в Камчатском крае в 2023 г. с позиции общего объема вылова, прогнозирования и освоения выделенных объемов вылова, можно считать одной

из наиболее успешных за последние пять лет. При этом порядка 80 % добычи (вылова) ожидаемо составила горбуша. Тренды сверхвысокой численности подходов вида были правильно спрогнозированы для восточнокамчатской и западнокамчатской группировок стад. Из проблемных вопросов, следует отметить, недостаточный уровень освоения, определенных объемов прогнозируемого вылова кеты северо-восточной Камчатки. При этом фактический уровень подходов данной региональной единицы запасов составил около 100 % от прогнозируемой величины. Кроме того, необходимо указать на высокий уровень фактического вылова кижуча западной Камчатки, который составил порядка 170 % относительно ожидаемого показателя. Это указывает на необходимость более тщательного изучения состояния региональных запасов вида.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность всем сотрудникам КамчатНИРО, которые занимались прогнозированием динамики численности запасов тихоокеанских лососей, а также обеспечивали сбор и обработку первичных биологических материалов в период проведения лососевой путины в Камчатском крае в 2023 г.

The authors are grateful to all colleagues of KamchatNIRO who forecasted dynamics of the pacific salmon stocks and collected and processed the biological and fishery data in Kamchatka Region in 2023.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study was not supported by sponsors.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдены.

All applicable national, institutional and international ethical guidelines are implemented.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

А.В. Бугаев — написание статьи и частичная подготовка иллюстративных материалов по промыслу. Все остальные — предоставление иллюстративных материалов: С.В. Шубкин — по нерестовым запасам, О.В. Зикунова и Н.Б. Артюхина — по промыслу.

A.V. Bugaev — text of article and partially illustrations of fishery, S.V. Shubkin — illustrations of spawning stocks, O.V. Zikunova and N.B. Artyukhin — illustrations of fishery.

Список литературы

Бугаев А.В., Зикунова О.В., Шпигальская Н.Ю. и др. Аналитический обзор итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. (прогнозы, промысел, запасы). Сообщение 1 (горбуша, кета) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2023а. — Вып. 68. — С. 5–41. DOI: 10.15853/2072-8212.2023.68.5-41.

Бугаев А.В., Зикунова О.В., Артюхина Н.Б., Шубкин С.В. Аналитический обзор итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. (прогнозы, промысел, запасы). Сообщение 2 (нерка, кижуч, чавыча) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2023б. — Вып. 68. — С. 42–62. DOI: 10.15853/2072-8212.2023.68.42-62.

Дубынин В.А. Об оптимальности производителей нерки на нерестилищах бассейна р. Озерная в современный период // Мат-лы Всерос. науч. конф. «Водные биологические ресурсы северной части Тихого океана: состояние, мониторинг, управление», посвящ. 80-летию юбилею ФГУП «КамчатНИРО». — Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2012. — С. 302–308.

Дубынин В.А., Лепская Е.В., Кириллова Е.А. Методика визуального учета производителей нерки, заходящих на нерест в озеро Курильское (Камчатка) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2021. — Вып. 63. — С. 73–81. DOI: 10.15853/2072-8212.2021.63.73-81.

- Дубынин В.А., Шевляков Е.А., Ильин О.И.** К методике прогнозирования численности поколений нерки *Oncorhynchus nerka* стада р. Озерной // Изв. ТИНРО. — 2007. — Т. 149. — С. 219–225.
- Зикунова О.В., Дубынин В.А., Заварина Л.О. и др.** Тенденции изменения численности, прогноз, управление запасами нерки (*Oncorhynchus nerka*) и кеты (*Oncorhynchus keta*) в Камчатском крае // Вопр. рыб-ва. — 2021. — Т. 22, № 4. — С. 75–85. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-75-85.
- Косицына А.И., Шпигальская Н.Ю., Сергеев А.А. и др.** Генетическая идентификация молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) Охотоморского бассейна по результатам рестрикционного анализа митохондриальной ДНК и анализа однонуклеотидных полиморфизмов // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2022. — Вып. 66. — С. 52–67. DOI: 10.15853/2072-8212.2022.66.52-67.
- Остроумов А.Г.** Опыт применения аэрометодов учета тихоокеанских лососей в реках Камчатки. — Петропавловск-Камчатский : Книжная редакция «Камчатской правды», 1962. — 41 с.
- Фадеев Е.С., Шевляков Е.А.** Опыт использования гидроакустического комплекса для количественного учета производителей тихоокеанских лососей в реках Камчатки // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса : мат-лы 5-й науч.-практ. конф. молод. учен. с междунар. участием. — М. : ВНИРО, 2017. — С. 267–272.
- Фельдман М.Г., Бугаев А.В.** Современные принципы управления запасами горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Камчатского края (динамика численности, прогнозирование, регулирование промысла) // Вопр. рыб-ва. — 2021. — Т. 22, № 4. — С. 86–95. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-86-95.
- Фельдман М.Г., Бугаев А.В., Зикунова О.В. и др.** Обоснование правил регулирования лососевого промысла Камчатки с учетом концепции предосторожного подхода и обеспечения максимального устойчивого вылова // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2022. — Вып. 64. — С. 5–34. DOI: 10.15853/2072-8212.2022.64.5-34.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А.** Выживаемость камчатской горбуши как результат совокупного воздействия плотностной регуляции и внешних факторов среды // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 182. — С. 88–114. DOI: 10.26428/1606-9919-2015-182-88-114.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б.** Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Восточной и Юго-Восточной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2016. — Вып. 41. — С. 51–80. DOI: 10.15853/2072-8212.2016.41.51-80.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б.** Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Западной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2019. — Вып. 52. — С. 50–78. DOI: 10.15853/2072-8212.2019.52.50-78.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Дубынин В.А.** Оценка величины, прогноз и управление запасами тихоокеанских лососей в Камчатском регионе // Современное состояние и перспективы развития лососевого хозяйства на Дальнем Востоке России [Электронный ресурс] : мат-лы науч. конф. — Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2018а. — С. 38–48. <http://www.sakhniro.ru/userfiles/conference%207-8.11.2017/materials2017.pdf>
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б.** Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей в бассейнах рек Северо-Восточной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2018б. — Вып. 51. — С. 5–26. DOI: 10.15853/2072-8212.2018.51.5-26.
- Шевляков Е.А., Маслов А.В.** Реки, определяющие воспроизводство тихоокеанских лососей на Камчатке, как реперы для оценки заполнения нерестового фонда // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 164. — С. 114–139.
- Шпигальская Н.Ю., Брыков В.А., Кухлевский А.Д. и др.** Региональная идентификация смешанных морских скоплений молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) на основе изменчивости фрагмента Cytb/D-loop митохондриальной ДНК // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 165. — С. 89–103.
- Neter J., Wasserman W., Kutner M.H.** Applied linear statistical models: regression, analysis of variance, and experimental designs; 3rd ed. — CRC Press, 1990. — 1184 p.
- Peterman R.M.** Model of salmon age structure and its use in preseason forecasting and studies of marine survival // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1982. — Vol. 39, № 11. — P. 1444–1452. DOI: 10.1139/f82-195.
- Ricker W.** Stock and recruitment // J. Fish. Res. Board Can. — 1954. — Vol. 11, № 5. — P. 559–623. DOI: 10.1139/f54-03.
- Shepherd J.G.** A family of general production curves for exploited populations // Math. Biosci. — 1982. — Vol. 59. — P. 77–93.

Поступила в редакцию 10.10.2023 г.

После доработки 27.10.2023 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 10.10.2023; approved after reviewing 27.10.2023;

accepted for publication 29.03.2024

ИТОГИ ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ В 2023 Г.

Д.В. Коцюк, В.И. Островский*

Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО),
680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

Аннотация. Анализируются итоги лососевой путины в Хабаровском крае в 2023 г. и причины отклонений фактических уловов от прогнозируемых. Показано, что наибольшие ошибки прогнозов связаны с низкой точностью оценок численности родителей и потомков лососей по причине низкой информационной обеспеченности. В целом в Хабаровском крае выловлено около 28,4 тыс. т тихоокеанских лососей, что составляет 104,0 % от предварительного прогноза и 74,7 % от прогноза, уточнённого в ходе путины.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, путина — 2023 г., прогноз вылова, вылов, Хабаровский край

Для цитирования: Коцюк Д.В., Островский В.И. Итоги лососевой путины в Хабаровском крае в 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 42–48. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-42-48. EDN: CEYWSC.

Original article

Analysis of the salmon fishery in Khabarovsk Region in 2023

Denis V. Kotsyuk*, Vladimir I. Ostrovsky**

* ** Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia

* Ph.D., head, kotsyuk@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0002-7123-1792

** Ph.D., head of department, Ostrovskiy@tinro.khv.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413

Abstract. Results of the salmon fishery in Khabarovsk Region in 2023 and the reasons for deviations of actual catches from predicted ones are analyzed. The largest errors of the forecast were associated with low accuracy of estimates for the salmon parents and progeny abundance due to lack of information. In general, about 28,400 t of pacific salmon were caught in Khabarovsk Region, or 104.0 % of the preliminary forecast and 74.7 % of the forecast updated during the fishing season.

Keywords: pacific salmon, salmon fishing season, fishery forecasting, annual catch, Khabarovsk Region

For citation: Kotsyuk D.V., Ostrovsky V.I. Analysis of the salmon fishery in Khabarovsk Region in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 42–48. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-42-48. EDN: CEYWSC.

Введение

Успешность прохождения лососевой путины в значительной степени зависит от точности (оправдываемости) первоначальных прогнозов вылова тихоокеанских лососей по промысловым районам. В свою очередь прогнозы объёмов их вылова основываются на прогнозе численности подходов с учётом численности рыб, которых надо пропустить на нерест. Как и все прогнозы состояния открытых систем, прогноз вылова (ПВ) имеет вероятностный характер. Доверительный интервал к средним значениям прогноза численности подхода зависит от точности оценок численности родителей и потомков, от наших несовершенных представлений о закономерностях воспроизводства, реализованных в моделях, от влияния непрогнозируемой изменчивости погодно-климатических факторов,

* Коцюк Денис Владимирович, кандидат биологических наук, руководитель филиала kotsyuk@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0002-7123-1792, Островский Владимир Иванович, кандидат биологических наук, начальник отдела, Ostrovskiy@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413.

влияющих на выживаемость рыб на разных стадиях жизненного цикла. Вылов лососей, кроме численности подхода, зависит от множества иных факторов, в том числе не связанных с динамикой численности рыб, поэтому представляет собой более сложную задачу.

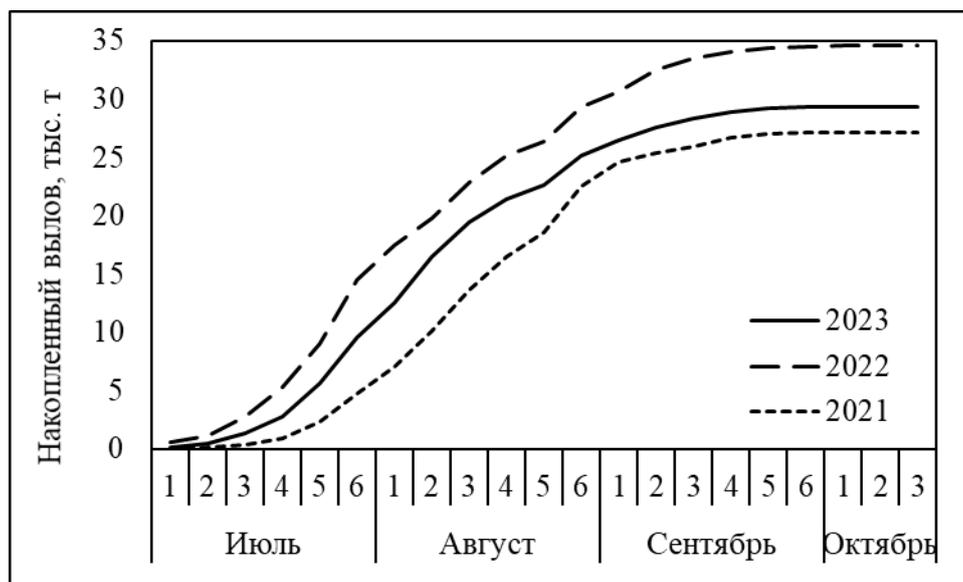
Цель работы — проанализировать итоги лососёвой путины в Хабаровском крае в 2023 г. с обзором возможных причин отклонений прогнозируемого вылова от результатов промысла.

Материалы и методы

Прогнозы численности подходов тихоокеанских лососей в 2023 г. основаны на анализе связи численности потомков с численностью родителей. Численность родителей, в зависимости от района прогнозирования, для которого был подготовлен, оценивалась по уловам на усилии [Таразанов и др., 2008], по результатам мечения [Пасечник, Шмигирилов, 2008], авиаучетных работ [Пастырев, 2007] или по результатам обследований в маршрутных съёмках [Глубоковский и др., 2017], в том числе с использованием беспилотных летательных аппаратов [Свиридов и др., 2022]. Численность потомков рассчитывали суммированием пропущенных на нерестилища и выловленных рыб, численность выловленных рыб — исходя из официальных сведений по их вылову в весовом выражении, представляемых Амурским территориальным управлением Росрыболовства, и средней массы тела одной рыбы, известной из результатов биологических анализов, проведенных сотрудниками Хабаровского филиала ВНИРО (ХабаровскНИРО). В зависимости от информационной обеспеченности в прогнозах вылова в зоне ХабаровскНИРО использованы различные методы прогнозирования — от экспертных до классических моделей, связывающих численность потомков с численностью родителей [Максименко, Антонов, 2003], дополненных факторными переменными, характеризующими изменчивость условий воспроизводства [Островский, наст. бюл.].

Результаты и их обсуждение

Прогноз вылова тихоокеанских лососей в Хабаровском крае в 2023 г. был более чем втрое меньше (27,346 тыс. т) рекордного вылова 2016 г. (≈ 87 тыс. т). В то же время он был несколько меньше вылова 2022 г. (около 33,6 тыс. т), но больше вылова 2021 г. (около 25,8 тыс. т). В целом ПВ на 2023 г. оправдался, он занял промежуточное значение между выловами двух предшествующих лет (см. рисунок), составив около 28,4 тыс. т, или 104 % ПВ.



Динамика вылова тихоокеанских лососей в Хабаровском крае в 2021–2023 гг.
Dynamics of pacific salmon catch in Khabarovsk Region in 2021–2023

Однако прогноз вылова по отдельным объектам промысла оказался не столь успешным. Поэтому рассмотрим итоги промысла отдельно по видам и районам.

Горбуша Северо-Охотморской (СОМ) подзоны. Если в отношении горбуши в рассматриваемом районе использовать модель Рикера [Рикер, 1979], то среднее расчетное значение численности подхода составит $\approx 4,9 \pm 4,1$ млн рыб, а оптимум пропуска на основе концепции MSY — 4,7 млн рыб. Соответственно, к вылову на основе среднего прогнозируемого значения по этому уравнению можно было рекомендовать всего 0,2 млн рыб, что равносильно запрету промысла. Экстремальные значения 95 %-ного доверительного интервала уравнения Рикера отклоняются от среднего значения на 83,7 %: $\frac{4,1}{4,9} \text{ млн рыб} \cdot 100 \% = 83,7 \%$. Учитывая наблюдающуюся тенденцию роста запаса охотморской горбуши, среднее значение численности подхода можно было принять по верхнему доверительному интервалу. В таком случае к вылову можно было рекомендовать 4,3 млн рыб.

При разработке прогноза учли межгодовую трендовую составляющую динамики численности потомков, интегрирующую направленную изменчивость условий воспроизводства. Прогноз численности подхода увеличился до $10,3 \pm 3,3$ млн рыб, оптимум пропуска составил 3,8 млн рыб, ПВ по среднему значению прогноза численности подхода равнялся 6,5 млн рыб (8,3 тыс. т, см. таблицу).

Освоение ПВ тихоокеанских лососей в зоне ответственности ХабаровскНИРО и его скорректированного в ходе путины значения в 2023 г., т
Realization of forecasts on the catch of pacific salmon in Khabarovsk Region in 2023 for the preliminary forecast and the forecast adjusted during the fishing season, t

Подзона	Объект промысла	ПВ		Вылов	Доля освоения, %	
		Исходный	Скорректированный		Исходного	Скорректированного
СОМ	Горбуша	8300	11000	8526,8	102,7	77,5
	Кета	10000	17000	13492,3	134,9	79,4
	Нерка	500	500	338,2	67,6	67,6
	Кижуч	1200	1200	1004,4	83,7	83,7
Амур и Амурский лиман	Горбуша	9	27	10,8	120,0	40,0
	Кета летняя	17	17	5,5	32,4	32,4
	Кета осенняя	6920	6920	4340,1	62,7	62,7
Северное Приморье	Горбуша	200	1200	638,2	319,1	53,2
	Кета	200	200	83,8	41,9	41,9
Итого		27346	38064	28440,0	104,0	74,7

Соответственно стандартной ошибке прогноза численности подхода охотморской горбуши (в границах Хабаровского края) ПВ с вероятностью 95 % находится в пределах $6,5 \pm 3,3$ млн рыб. Объём ПВ, уточнённый в ходе путины (ПВ1), и фактический вылов не вышли за эти пределы, но освоение предварительного объёма вылова ближе к 100 %, чем уточнённого. Уточнения носили технический характер, связанный с невозможностью перераспределения лимитов между пользователями в ходе путины.

Кета СОМ. В отличие от горбуши, ПВ кеты прогнозируется отдельно для четырёх подрайонов. В Сахалинском заливе ПВ равнялся 645 т, выловлено 705 т (освоение — 109 %). В Тугуро-Чумиканском — ПВ составил 5145 т, выловлено 5059 т (освоение — 98,3 %).

Наибольшая ошибка прогноза отмечена в Охотском районе, где фактический вылов в 2,5 раза превысил прогнозное значение (ПВ — 2884 т, вылов — 7264 т, освоение — 251,9 %). Причина ошибки очевидна — недоучет численности производителей в последние годы. Раньше, когда численность производителей на нерестилищах учитывали с привлечением авиации, были установлены пропорции запасов отдельных рек. В настоящее время запас кеты контрольной р. Охота относительно невелик, и экстраполяция данных по численности пропуска производителей в эту реку на все реки района по ранее установленной пропорции неизбежно приводит к занижению количества родителей. Прогнозы разрабатываются на основе моделей, интегрирующих современный уровень знаний о закономерностях воспроизводства, но формированию таких знаний препятствует низкая точность оценок числен-

ности пропущенных на нерест и численности отнерестившихся рыб, что напрямую ведет к искажениям соотношения «родители–потомки» и вносит дополнительный вклад в ошибку прогноза. ХабаровскНИРО прилагает усилия для уменьшения ошибок оценок численности производителей, разрабатывая методы учета с привлечением беспилотных летательных аппаратов, но для съёмки на огромной территории в сжатые сроки одного отряда операторов явно недостаточно, а вынужденно используемый метод экстраполяции не является достойной альтернативой методу сплошного учета, используемого во многих реках в прошлом веке.

Низкая оправдываемость ПВ в Аяно-Майском районе (выловлено 465 т, освоение — 35,3 %) связана с экспертным характером прогноза по причине отсутствия системных исследований в последние годы.

Кижуч СОМ. Динамика численности поколений кижуча на основе модели Рикера объяснима динамикой численности родителей всего на 42 %. Почти такой же вклад в изменчивость данной переменной вносит изменчивость количества дождевых осадков. Суммарным вкладом обоих переменных объяснимо более 80 % дисперсии численности потомков, а с поправкой на температуру воздуха в сентябре-октябре — более 90 %. ПВ отличается от фактического вылова менее, чем на 20 %.

Нерка СОМ. Связь численности потомков с численностью родителей не выявляется. Прогноз носил экспертный характер на основе временного тренда изменчивости численности подходов, описываемого степенной функцией. Он был меньше прогнозов двух предшествующих лет, но запас уменьшился сильнее, чем ожидалось. В настоящее время установлено, что на численность потомков нерки Охотского района сильное влияние оказывает зимняя температура воздуха в пресноводный период жизни, на основании этого разработана математическая модель, которая объясняет более 80 % дисперсии численности потомков, что позволяет надеяться на улучшение качества прогнозов.

Река Амур и Амурский лиман. Основная проблема прогнозирования запасов всех амурских лососей, включая реки Амурского лимана, состоит в сложностях оценки численности подходов и численности отнерестившихся рыб, что связано с огромной площадью нерестилищ. Некоторые притоки Амура первого порядка по протяженности сопоставимы с р. Камчатка, и даже в прошлом веке, когда на некоторых притоках устанавливали рыбоучетные заграждения, оцененную численность подходов не экстраполировали на весь Амур и Амурский лиман.

Амурская горбуша. В ее подходах по численности доминируют поколения ряда четных лет, но минимальное за 40-летний период количество зимних осадков, совпавшее с минимальной температурой воздуха во время пресноводного периода жизни, подорвало запас поколения 2016 г. [Островский, 2023]. В итоге поколения линии четных лет, как и линии нечетных лет, в настоящее время находятся в депрессивном состоянии, ПВ был определен для рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях и целях аквакультуры. В итоге отклонение вылова от ПВ составило 60,1 %.

Летняя кета. Воспроизводится она, как правило, в экстремальных условиях. Во время нерестовой миграции часто наблюдаются аномально высокая для лососей температура воды, паводки, а места размножения расположены в руслах рек и снабжаются подрусловыми водами. Вполне вероятно, что на эффективность воспроизводства летней кеты сильно влияют те же факторы, что и на воспроизводство горбуши. В настоящее время запас летней кеты находится на низком уровне, его восстановлению, как и прочих амурских лососей, в значительной мере препятствует незаконный (ННН) вылов, величина которого кратно превышает данные официального вылова. В некоторой степени прогноз численности подходов летней амурской кеты стал возможным на основе использования метода мечения, разность этого показателя с выловом дает представление о численности рыб, пропущенных на нерест, что по причине широко развитого ННН-промысла существенно отличается от реальной численности рыб, участвующих в нересте [Пасечник, Шмигирилов, 2008]. Тем не менее связь численности рыб, пропущенных на нерестилища, с численностью потомков удовлетворительно аппроксимируется уравнением Рикера, а усложнение модели дополнением трендовой составляющей

межгодовой динамики численности потомков объясняет около 70 % дисперсии их численности. Прогноз численности подхода на 2023 г. оказался низким, вылов рекомендован в объёмах, необходимых для проведения научных исследований и аквакультуры, из которого освоили 32,4 %. Отметим, что отсутствие промысла, хотя и катализирует скорость восстановления запаса, сильно ограничивает точность прогнозов, поскольку оценка численности подхода методом мечения при малом количестве повторно выловленных меченых рыб препятствует корректной оценке численности подхода.

Осенняя кета. Прогноз вылова осенней кеты, основанный на модели Рикера, дополненной трендовой составляющей [Островский и др., 2022], составил 6920 т. По ряду причин вылов в Амурском лимане был запрещен и составил в р. Амур 4340 т (освоение — 66,8 %). Причина неполного освоения объёма ПВ связана с введённым комплексом мер для увеличения численности рыб, пропущенных на нерестилища. Также ежегодно отмечается искажение (занижение величины освоения) статистики в связи с непредоставлением отчётности по вылову физическими лиц из числа коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего востока. Всего в промысле участвовали 66 организаций за время промысла, равное 42 дням (с 21 августа по 1 октября), что в пересчёте на каждое предприятие составило бы 2772 дня ($66 \cdot 42 = 2772$), но на проходные дни пришелся 1781 день, т.е. фактическое промысловое усилие было снижено до 35,8 %. Кроме того, 5 «проходных» дней были установлены для заездок, которыми осенней кеты выловлено всего 729 т.

Горбуша (подзона Приморье). Согласно результатам обследования контрольных рек: Тумнин, Коппи, Ботчи в 2021 г., — на нерест было пропущено 0,1 млн рыб. Численность подхода в 2023 г., рассчитанная на основе уравнения Рикера, дополненного сведениями о количестве зимних осадков [Островский, Козлова, 2023], ожидалась близкой к 0,5 млн рыб. ПВ горбуши в подзоне Приморье (в границах Хабаровского края) на 2023 г. установлен в объёме 200 т и соответствовал малочисленным подходам горбуши нечетных лет, в которых объёмы ПВ обычно осваивались менее чем на 50 %. В самых южных районах Советско-Гаванского района в 2019 и 2021 гг. наблюдались нехарактерные для ряда нечетных лет высокие темпы накопления улова в начале путин. Ориентируясь на обследования контрольных рек, специалисты предположили, что относительно низкие темпы заполнения их нерестилищ связаны с выловом рыб этих рек на путях преднерестовой миграции в самой южной части района, поэтому обоснования на увеличение ПВ в эти годы не разрабатывали, промысел на юге останавливали до окончания путин.

Ограничения по объёмам вылова в 2019 и 2021 гг. не привели к заметному увеличению количества производителей в контрольных реках. Из этого был сделан вывод о том, что высокий темп вылова в начале путин в подзоне обеспечивался аборигенными рыбами малых рек южной части Советско-Гаванского района Хабаровского края. Вследствие этого в 2023 г. было организовано обследование нерестилищ этих рек, по результатам которого разрабатывались биологические обоснования увеличения объёма ПВ. Он нарастал по мере заполнения рыбами нерестилищ и при обследовании южных рек в окончательном варианте составил 1200 т, но был освоен только на 53,2 %, поскольку оценка численности рыб в реках закончилась позже окончания промысла, который ведётся в морском побережье. Подход горбуши в 2023 г., с учетом численности рыб в южных реках, составил около 3,5 млн рыб, т.е. в 35 раз больше численности родителей. Такая высокая эффективность воспроизводства невозможна, поэтому считаем оценку численности производителей в 2021 г. существенно заниженной.

Кета побережья (подзона Приморье). Кета в подзоне Приморье (в границах Хабаровского края) малочисленна. Динамика её численности изучена слабо. Нерестовый ход кеты начинается в середине июня и заканчивается в конце октября. По причине низкой численности и длительного периода нерестовой миграции промышленность не заинтересована в освоении её запасов. ПВ устанавливается экспертно, в основном ориентируясь на потребности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока, любительского рыболовства и рыболовства в целях аквакультуры. Согласно официальным данным ПВ освоен на 41,9 %.

В целом вылов был прямо пропорционален как предварительному, так и скорректированному прогнозу. Предварительный прогноз был несколько занижен. В свою очередь, скорректированный ПВ был завышенным. Средневзвешенная ошибка предварительного прогноза равнялась 25 %, скорректированного — 34 %.

Заключение

Таким образом, ПВ тихоокеанских лососей в Хабаровском крае можно признать удовлетворительным. Наибольшие ошибки основных в промысловом отношении видов лососей характерны для кеты Охотского района Хабаровского края и горбуши подзоны Приморье (в границах Хабаровского края). Причина ошибок прогнозов этих объектов связана с низкой точностью оценки численности рыб на нерестилищах.

Другая группа прогнозов с большими ошибками — экспертные прогнозы. В некоторых районах промысла отсутствуют системные исследования по причине дефицита квалифицированных кадров. Чаще всего это относится к второстепенным в промысловом отношении объектам прогнозирования, их запас и вылов относительно мал, поэтому существенно не влияет на оправдываемость прогноза в целом.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Выражаем глубокую признательность всем сотрудникам ХабаровскНИРО, принявшим участие в сборе первичных данных, камеральной обработке и разработке прогнозов численности лососей в Хабаровском крае.

The authors are deeply grateful to the colleagues in KhabarovskNIRO who took part in collection of primary data, desk processing, and forecasting the salmon abundance in Khabarovsk Region.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках программы научно-исследовательских работ Хабаровского филиала ВНИРО.

The study was conducted in the framework of research program of the KhabarovskNIRO.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Работа проведена без непосредственного контакта с рыбами в качестве объекта исследования. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

The study was performed without direct contact with fish as an object of investigations. The authors declare that they have no conflict of interest.

Список литературы

Глубоковский М.К., Марченко С.Л., Темных О.С., Шевляков Е.А. Методические рекомендации по исследованию тихоокеанских лососей. — М. : ВНИРО, 2017. — 79 с.

Максименко В.П., Антонов Н.П. Количественные методы оценки рыбных запасов : моногр. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2003. — 256 с.

Островский В.И. Причины изменчивости урожайности поколений амурской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 2. — С. 264–280. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2023-203-264-280>. EDN: XXMBСА.

Островский В.И. Проблемы и перспективы прогнозирования запасов тихоокеанских лососей в Хабаровском крае // Наст. бюл.

Островский В.И., Козлова Т.В. «Неблагодарная» горбуша. Случайность или закономерность? // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 152–158. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-152-158.

Островский В.И., Подорожник Е.В., Шмигирилов А.П. Закономерности воспроизводства осенней кеты (*Oncorhynchus keta*) реки Амур // *Вопр. рыб-ва.* — 2022. — Т. 23, № 4. — С. 44–56. DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-44-56.

Пасечник О.И., Шмигирилов А.П. Оценка численности амурской кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) по результатам мечения // *Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова.* — Владивосток : Дальнаука, 2008. — Вып. 4. — С. 294–303.

Пастырев В.А. Материалы по применению аэровизуальных методов в рыбохозяйственных исследованиях в северо-западной части Охотского моря // *Изв. ТИНРО.* — 2007. — Т. 148. — С. 42–56.

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

Свиридов В.В., Коцюк Д.В., Подорожник Е.В. Беспилотный фотограмметрический учет тихоокеанских лососей посредством БПЛА потребительского класса // *Изв. ТИНРО.* — 2022. — Т. 202, вып. 2. — С. 429–449. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-429-449.

Таразанов В.И., Денисенко Е.В. Особенности нерестового хода лососей в реках Охотского района (Хабаровский край): динамика, сроки, численность // *Современное состояние водных биоресурсов : мат-лы науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова.* — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — С. 414–418.

Поступила в редакцию 16.02.2024 г.

После доработки 1.03.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 16.02.2024; approved after reviewing 1.03.2024;
accepted for publication 29.03.2024*

РЕЗУЛЬТАТЫ ХОЗЯЙСТВЕННОГО ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ САХАЛИНО-КУРИЛЬСКОГО РЕГИОНА В 2023 Г.

А.А. Макоедов, Н.В. Колпаков, В.Д. Никитин, А.А. Живоглядов,
Ю.И. Игнатъев, А.А. Антонов*

Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

Аннотация. Проведен анализ промысла тихоокеанских лососей в Сахалино-Курильском регионе в 2023 г. Представлены данные по прогнозируемому (ПВ) и фактическим (ФВ) выловам и освоению объемов добычи (вылова) тихоокеанских лососей. При первоначальном объеме ПВ в 78,2 тыс. т общий вылов тихоокеанских лососей в Сахалинской области в 2023 г. составил 75,8 тыс. т (97 % от ПВ). По основным объектам промысла указанные показатели следующие: для горбуши (ПВ — 34643 т; ФВ — 34402 т; освоение — 99,3 %), для кеты (ПВ — 41650 т; ФВ — 39265 т; освоение — 94 %). Приведены сведения о пропуске производителей горбуши в водотоки основных рыбопромысловых районов Сахалинской области. Низкая численность производителей горбуши была отмечена в реках зал. Анива, а также зал. Терпения. В основных рыбопромысловых районах заполнение нерестилищ было средним либо выше среднего от оптимального значения. Выдвинуты предположения о причинах низкого возврата производителей горбуши к побережью о. Итуруп. Анализ результатов использования рыбоучетного заграждения (РУЗ) в прол. Красноармейском (бассейн оз. Тунайча) в 2022–2023 гг. показал, что для предотвращения развития заморов кеты следует рекомендовать установку РУЗ 20–25 августа, для учета мигрирующих в оз. Тунайча производителей, а также изъятие излишних производителей кеты — с начала ее массового хода (ориентировочно с 6–10.09). Полученный в 2023 г. опыт разрешения конфликта интересов близко расположенных рыболовных предприятий юго-восточного Сахалина при организации промышленного рыболовства позволил предложить необходимые меры для включения в Стратегию промысла тихоокеанских лососей в Сахалинской области в 2024 г. По мере освоения объемов ожидаемого возврата кеты рыболовными предприятиями, предполагается введение соответствующих ограничений на морских рыболовных участках.

Ключевые слова: Сахалинская область, тихоокеанские лососи, промысел, прогноз, вылов

Для цитирования: Макоедов А.А., Колпаков Н.В., Никитин В.Д., Живоглядов А.А., Игнатъев Ю.И., Антонов А.А. Результаты хозяйственного освоения ресурсов тихоокеанских лососей Сахалино-Курильского региона в 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 49–66. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-49-66. EDN: CIBDPD.

* Макоедов Антон Анатольевич, заведующий сектором, makoevov.a@mail.ru, ORCID 0000-0003-4474-6245; Колпаков Николай Викторович, доктор биологических наук, руководитель филиала, kolpakov_nv@mail.ru, ORCID E-1091-2013, Никитин Виталий Дмитриевич, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, v.nikitin@sakhniro.ru, ORCID 0000-0002-4685-1228; Живоглядов Андрей Александрович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, taurosiff@mail.ru, ORCID 0000-0001-9955-6903; Игнатъев Юрий Иванович, заведующий сектором, pices@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2096-5769; Антонов Александр Альбертович, кандидат биологических наук, заведующий сектором, aaaa0691@mail.ru, ORCID 0009-0004-4530-0370.

Results of economic usage of the pacific salmon resources in the Sakhalin-Kuril region in 2023
Anton A. Makoedov*, **Nikolay V. Kolpakov****, **Vitaly D. Nikitin*****, **Andrey A. Zhivoglyadov******,
Yury I. Ignatiev*****, **Alexander A. Antonov*******

*-***** Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO), 196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

* head of sector, makoedov.a@mail.ru, ORCID 0000-0003-4474-6245

** D.Biol., head, kolpakov_nv@mail.ru, ORCID E-1091-2013

*** Ph.D., head of laboratory, v.nikitin@sakhniro.ru, ORCID 0000-0002-4685-1228

**** Ph.D., leading researcher, taurosiff@mail.ru, ORCID 0000-0001-9955-6903

***** head of sector, pices@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2096-5769

***** Ph.D., head of sector, aaaa0691@mail.ru, ORCID 0009-0004-4530-0370

Abstract. Pacific salmon fishery in the Sakhalin-Kuril region in 2023 is considered. The landing of $78.2 \cdot 10^3$ t was forecasted but the actual annual catch was $75.8 \cdot 10^3$ t or 97 % of the forecast. This ratio was the following for the mass species: pink salmon — 34643 t forecasted and 34402 t actually caught (99.3 %), chum salmon — 41650 t forecasted and 39265 t actually caught (94.0 %). Data on escapement of pink salmon producers to the spawning grounds are provided. The run of pink salmon producers was rather weak in the rivers of Aniva Bay and Patience/Terpeniya Bay, but close to mean values or even stronger in other areas of Sakhalin Island. However, low return of pink salmon producers to the coast of Iturup Island was noted; some suggestions about the reasons are discussed. Efficiency of the fish-counting barrier in the Krasnoarmeysky Strait (in Lake Tunaicha basin) is analyzed on the data obtained in 2022–2023. In order to prevent suffocation of chum salmon, installation of the barrier is recommended on August 20–25, with the purposes to count the migrating fish and to remove excessive producers after the mass run beginning (approximately from September 6–10). On the experience in resolving the conflict of interest between fish farms in 2023, the measures for optimal management of commercial fishery are proposed for the Strategy of pacific salmon fishery in Sakhalin Region in 2024 that include appropriate restrictions for fishing when the forecasted values of chum salmon are landed.

Keywords: Sakhalin Region, pacific salmon, commercial fishery, fishery forecasting, annual catch

For citation: Makoedov A.A., Kolpakov N.V., Nikitin V.D., Zhivoglyadov A.A., Ignatiev Y.I., Antonov A.A. Results of economic usage of the pacific salmon resources in the Sakhalin-Kuril region in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 49–66. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-49-66. EDN: CIBDPD.

Введение

Эксплуатация запасов тихоокеанских лососей представляет особую значимость для экономики всего Дальнего Востока и Сахалинской области, в частности. Многие предприятия рыбохозяйственной отрасли являются градообразующими, определяя занятость существенной части населения. Как правило, Сахалинская область занимает второе место по величине вылова тихоокеанских лососей среди регионов Дальнего Востока [Марченко, 2022, 2023а, б; Каев, Колпаков, 2022; Макоедов, Макоедов, 2022а, б, 2023а, б; Беляев, Канзепарова, 2023; Макоедов и др., 2023; Шевляков и др., 2023].

Основу лососевого промысла в Сахалино-Курильском регионе составляет горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*. Для этого вида характерна чёткая двухлетняя цикличность изменений численности, это связано с существованием поколений чётных и нечётных лет (рис. 1). На долю горбуши за последние 34 года приходилось около 80 % уловов всех лососей в регионе. В период с 1990 по 2023 г. в Сахалинской области ежегодно добывали в среднем 86,1 тыс. т горбуши. По линии нечетных лет этот показатель превосходит вылов четной линии в 1,5 раза: соответственно 105 и 70 тыс. т. Однако начиная с 2014 г. и по настоящее время численность горбуши четных поколений увеличивается, в то время как урожайность поколений нечетных лет находится на сравнительно низком уровне.

По мнению многих исследователей [Карпенко, 1982, 1998; Иванков, 1984; Бирман, 1985; Коновалов, 1985; Шунтов, 1986, 2001, 2016, 2017; Радченко, Рассадников, 1997; Каев, 2003; Кловач и др., 2003; Старовойтов, 2003а–в; Кляшторин, Любушин, 2005; Радченко, 2008; Шунтов, Темных, 2008, 2011; Котенев и др., 2010, 2015; Кровнин и др., 2010; Волобуев, Марченко, 2011; Карпенко и др., 2013; Заволокин, 2014; Шунтов и др., 2019; и др.], климатические, океанологические и биогеографические факторы в значительной мере определяют численность и сроки нерестовых подходов тихоокеанских лососей. Показано наличие в регионе локальных стад горбуши [Воловик, 1967; Гри-

ценко, 1981, 1990; Ефанов, 2005; Каев, 2009; Антонов, 2011], нерест которых происходит в водотоках юго-западного, северо-западного, северо-восточного и юго-восточного побережий Сахалина, а также заливов Терпения, Анива и о-вов Итуруп и Кунашир (рис. 2). Высказано предположение о том, что горбуша, размножающаяся в реках того или иного района, образует единую популяционную систему (локальное стадо), состоящую из группировок рыб ряда рек [Иванков, 1993].

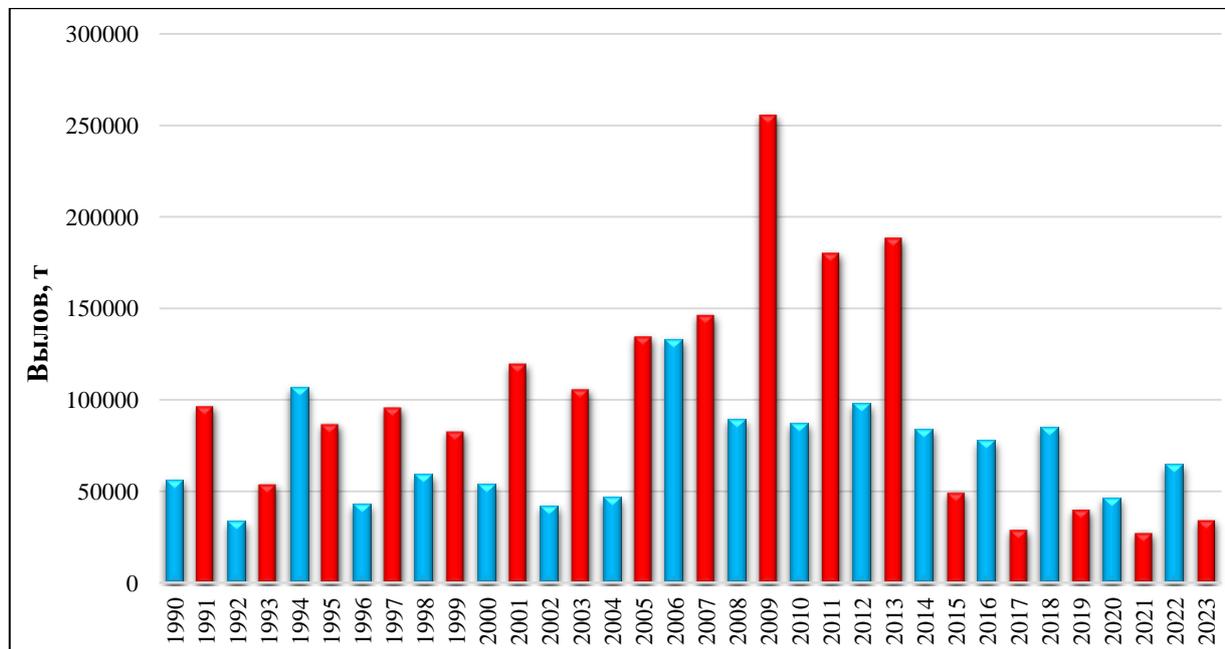


Рис. 1. Вылов горбуши в Сахалино-Курильском регионе с 1990 по 2023 г. (синие столбцы — четные годы; красные — нечетные)

Fig. 1. Annual catches of pink salmon in the Sakhalin-Kuril region from 1990 to 2023 (blue bars — even years; red bars — odd years)

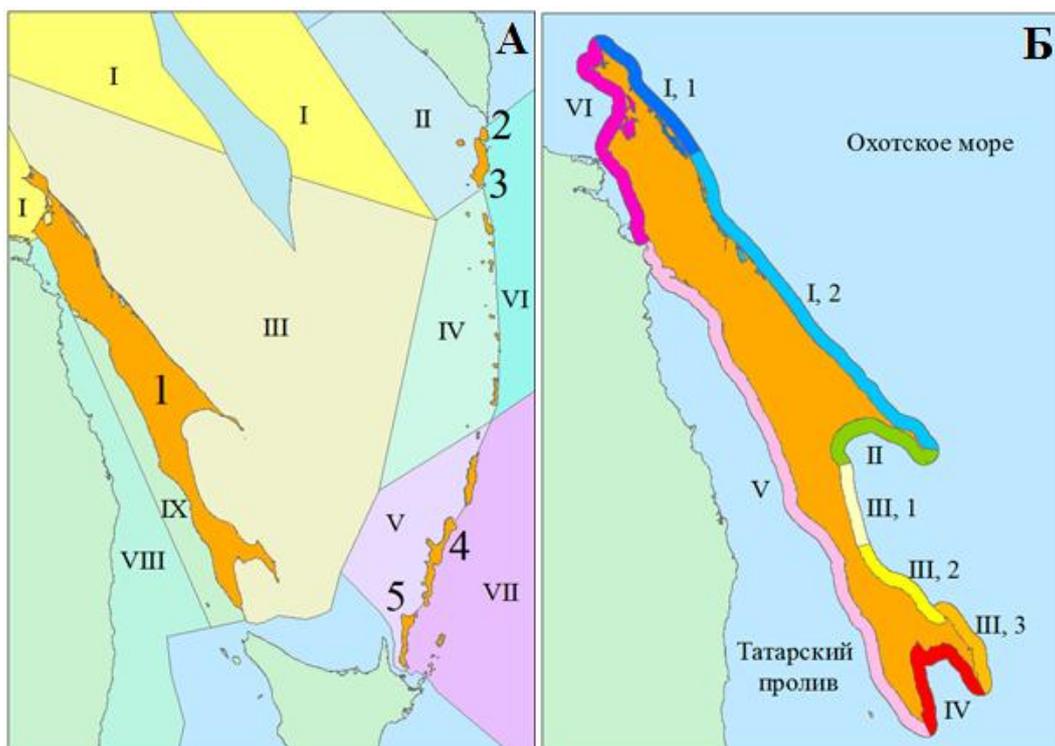


Рис. 2. Карта-схема рыбопромыслового районирования Сахалинской области: А — промысловые регионы области (о. Сахалин (I), северные Курильские острова (2 — о. Шумшу, 3 — о. Парамушир), южные Курильские острова (4 — о. Итуруп, 5 — о. Кунашир)) и прилежащие к ней рыбохозяйственные зоны/подзоны

(*Охотское море*: I — Северо-Охотоморская подзона; II — Камчатско-Курильская подзона; III — Восточно-Сахалинская подзона; IV — Охотоморская подзона Северо-Курильской зоны; V — Охотоморская подзона Южно-Курильской зоны; *северо-западная часть Тихого океана*: VI — Тихоокеанская подзона Северо-Курильской зоны; VII — Тихоокеанская подзона Южно-Курильской зоны; *Японское море*: VIII — подзона Приморье; IX — Западно-Сахалинская подзона); Б — промысловые районы/подрайоны о. Сахалин (*Восточно-Сахалинская подзона*: I — северо-восточное побережье (I, 1 — северная часть (от мыса Елизаветы до 2 км севернее протоки зал. Пильтун), I, 2 — южная часть (от 2 км южнее протоки зал. Пильтун до мыса Терпения); II — зал. Терпения (от мыса Терпения до мыса Соймонова); III — юго-восточное побережье (III, 1 — северная часть (от мыса Соймонова до мыса Тихого), III, 2 — центральная часть (от мыса Тихого до мыса Свободного), III, 3 — южная часть (от мыса Свободного до мыса Анива); IV — зал. Анива (от мыса Анива до мыса Крильон)); *побережье западного Сахалина*: V — юго-западный Сахалин (от мыса Крильон до мыса Погиби); VI — северо-западный Сахалин (от мыса Погиби до мыса Елизаветы)

Fig. 2. Scheme of the fishing districts in Sakhalin Region and adjacent waters: А — Sakhalin (1), northern Kuril Islands (2 — Shumshu Island, 3 — Paramushir Island), southern Kuril Islands (4 — Iturup Island, 5 — Kunashir Island); fishing subzones of the Okhotsk Sea: I — Northern Okhotsk Sea subzone; II — Kamchatka-Kuril subzone; III — East Sakhalin subzone; IV — Okhotsk Sea subzone of the Northern Kuril zone; V — Okhotsk Sea subzone of the Southern Kuril zone; fishing subzones of the North-West Pacific: VI — Pacific subzone of the Northern Kuril zone; VII — Pacific subzone of the Southern Kuril zone; fishing subzones of the Japan Sea: VIII — Primorye subzone; IX — West Sakhalin subzone; Б — fishing subdistricts of East Sakhalin: I — northeastern coast (I, 1 — northern part from Cape Elizaveta to the channel of Piltun Bay, I, 2 — southern part from the channel of Piltun Bay to Cape Terpeniya); II — Terpeniya/Patience Bay from Cape Terpeniya to Cape Soymonov; III — southeastern coast (III, 1 — northern part from Cape Soymonov to Cape Tikhoy, III, 2 — central part from Cape Tikhoy to Cape Svobodny, III, 3 — southern part from Cape Svobodny to Cape Aniva); IV — Aniva Bay from Cape Aniva to Cape Crillon; fishing subdistricts of western Sakhalin: V — southwestern Sakhalin from Cape Crillon to Cape Pogibi; VI — northwestern Sakhalin from Cape Pogibi to Cape Elizaveta

Выдвинуто предположение о том, что на Сахалине выступающие мысы способствуют географической изоляции стад горбуши [Гриценко, 1990]. Такие группировки горбуши предложено рассматривать как единицы запаса, на которые должны быть ориентированы прогнозы возможного вылова [Каев, 2011].

По данным Сахалино-Курильского территориального управления Федерального агентства по рыболовству (СКТУ ФАР) в 2023 г. было выпущено свыше 1,4 млрд молоди тихоокеанских лососей. Согласно оценкам Сахалинского филиала ВНИРО (СахНИРО) около 86 % вылова кеты обеспечены деятельностью лососевых рыбодных заводов (далее — ЛРЗ). В настоящее время в Сахалинской области функционируют 77 заводов и рыбопитомников. Большинство стад кеты естественного воспроизводства имеют низкую численность и не являются промыслово значимыми. Специализированный промысел дикой кеты отсутствует. Исключением является стадо летней кеты р. Поронай, численность которой до недавнего времени находилась на сравнительно высоком уровне, а также кеты, приуроченной к водотокам северо-западного побережья о. Сахалин.

Цель предлагаемой работы — проанализировать результаты лососевой путины 2023 г. в промысловых районах Сахалинской области.

Материалы и методы

Материалом послужили данные о вылове тихоокеанских лососей за 2023 г., предоставленные СКТУ ФАР. Использована информация НПАФК (NPAFC — North Pacific Anadromous Fish Commission, Комиссия по анадромным рыбам северной части Тихого океана) о вылове горбуши за период 1990–2023 гг., размещенная на официальном сайте Комиссии. Биологические анализы производителей тихоокеанских лососей проведены в соответствии с Руководством по изучению рыб [Правдин, 1966].

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

Результаты и их обсуждение

Прогнозируемый объем вылова (далее — ПВ) рассчитан, как разность между ожидаемой численностью подхода и количеством производителей, которое необходимо пропустить на нерест для оптимального заполнения нерестилищ. Численность сравнительно малочисленных видов с длительным пресноводным периодом в жизни (нерка *O. nerka*, кижуч *O. kisutch*, сима *O. masou*) оценена экспертно. При первоначальном объеме ПВ в 78,2 тыс. т общий вылов тихоокеанских лососей в Сахалинской области в 2023 г. составил 75,8 тыс. т (97 % от ПВ), что выше уровня 2020 (66,9 тыс. т) и 2021 гг. (56,8 тыс. т), но ниже 2019 (76,4 тыс. т) и 2022 гг. (94,9 тыс. т).

В ходе лососевой путины 2023 г. на основе данных по интенсивности фактических величин подходов и заполнения рек производителями были оперативно проведены корректировки ПВ горбуши в Восточно-Сахалинской подзоне с увеличением на 10 тыс. т, в Северо-Курильской подзоне на 2 тыс. т, на северо-западном Сахалине на 1 тыс. т, по кете в зоне Северо-Курильской с увеличением на 500 т, на юго-западном Сахалине на 250 т, по нерке в зоне Северо-Курильской с увеличением на 500 т и, наконец, по кижучу в зоне Северо-Курильской с увеличением на 500 т.

Горбуша. Общий вылов горбуши в Сахалинской области в 2023 г. составил 34,4 тыс. т, или 99,3 % от ПВ в 34,6 тыс. т (табл. 1). Уловы горбуши на о. Сахалин оказались выше наблюдаемых в последние годы для генераций четных лет. Низкая численность горбуши в реках была отмечена в зал. Анива, а также в зал. Терпения, что впоследствии отразилось на заполнении рек указанных районов производителями. Тем не менее в основных рыбопромысловых районах заполнение нерестилищ в 2023 г. было средним либо выше среднего от оптимального значения для каждого района по отдельности (табл. 2).

Таблица 1
ПВ, фактические уловы тихоокеанских лососей в основных промысловых районах Сахалинской области в 2023 г., т

Table 1

Forecasted and actual catches of pacific salmon for the main fishing subdistricts of Sakhalin Region in 2023, t

Вид	Показатель	Районы промысла (подзоны, районы)						Всего
		ЮЗ	СЗ	ВС	СК	КК	ЮК	
Горбуша	ПВ	72	1000	18147	3300	700	11424	34643
	Вылов	3,6	1153	26673	4324	371	1878	34402
	Освоение, %	5,0	115,3	146,9	131,0	53,0	16,4	99,3
Кета	ПВ	710	1810	24000	1450	250	13430	41650
	Вылов	1470	1439	22700	1317	134	12205	39265
	Освоение, %	207,0	79,5	94,6	90,8	53,5	90,9	94,0
Нерка	ПВ	—	—	—	1200	200	50	1450
	Вылов	—	—	—	1224,8	117,7	5,3	1374
	Освоение, %	—	—	—	102,6	58,8	10,6	92,9
Кижуч	ПВ	—	—	50	350	50	—	450
	Вылов	—	—	5,2	765,4	41,5	—	812,1
	Освоение, %	—	—	10,4	218,6	83,0	—	180,4
Сима	ПВ	8	—	60	—	—	1	69
	Вылов	0,8	—	11,4	—	—	0,04	12,2
	Освоение, %	10,0	—	19,0	—	—	4,0	17,6

Примечание. ЮЗ — в том числе юго-западный Сахалин; СЗ — в том числе северо-западный Сахалин; ВС — подзона Восточно-Сахалинская; СК — зона Северо-Курильская; КК — подзона Камчатско-Курильская (в границах Сахалинской области); ЮК — зона Южно-Курильская.

Побережье западного Сахалина. Оценка запасов проводится отдельно для северо-западного побережья, где в подходах преобладает группировка охотоморско-тихоокеанской горбуши и для побережья Татарского пролива, где промысел базируется на скоплениях япономорской горбуши.

Северо-западный Сахалин (подзона 65.05.1 Северо-Охотоморская, подзона 61.06.1 Приморье). Прогноз численности горбуши данного района носит экспертный характер из-за удаленности и труднодоступности. По сравнению с 2021 г. динамика промысловых уловов горбуши по пятнадцаткам

была выше, но ниже среднеемноголетних значений. Уловы были сосредоточены преимущественно в морском побережье в районе с. Рыбновск. Динамика промысла представлена на рис. 3.

Таблица 2

Данные по вылову, пропуску в реки, общей численности производителей горбуши в основных промысловых районах Сахалинской области в 2023 г., млн экз.

Table 2

Data on catch, total entry of pink salmon producers, and their escapement to the rivers of Sakhalin Region in 2023, by fishing subdistricts, 10^6 ind.

Рыбопромысловый район	Вылов	Пропуск в реки	Общая численность
Юго-запад	0,002	0,047	0,049
Северо-запад	1,079	0,999	2,078
Северо-восток (север)	0,773	3,202	3,975
Северо-восток (юг)	16,111	1,561	17,672
Зал. Терпения (север)	0	0,530	0,530
Зал. Терпения (запад)	0,489	1,504	1,993
Юго-восток	5,235	3,050	8,285
Зал. Анива	0	0,195	0,195
О. Итуруп	1,672	0,131	1,803

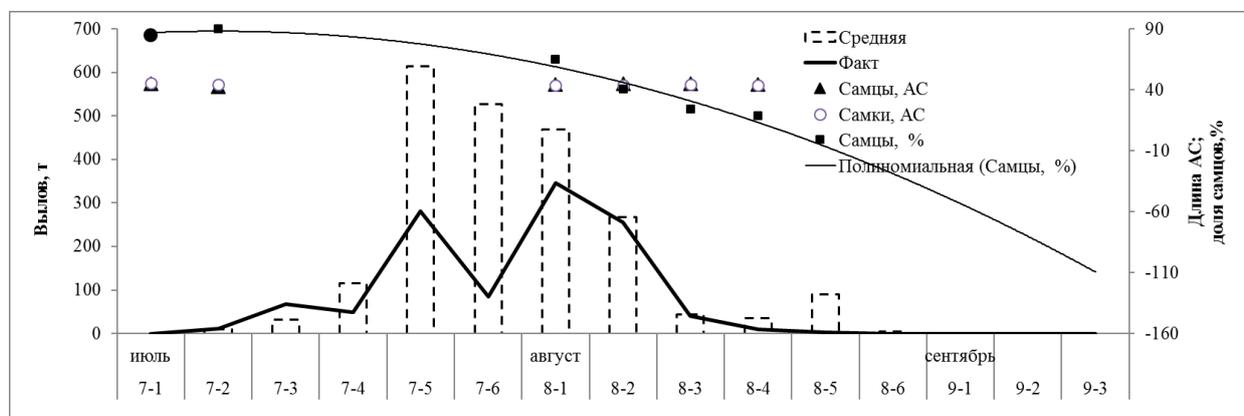


Рис. 3. Средний вылов за 2013–2021 гг., а также динамика уловов, длина тела самцов и самок и доля самцов (%) у горбуши по пятидневкам на северо-западном побережье о. Сахалин в 2023 г. Полиномиальной линией аппроксимирована динамика доли самцов в уловах

Fig. 3. Seasonal dynamics of the pink salmon catch averaged for 2013–2021 and the catches, body length of males and females, and portion of males (%) on the northwestern coast of Sakhalin Island in 2023, by 5-days. Dynamics of the portion of males is approximated by polynomial line

Заход производителей в реки данного района составил 0,999 млн экз., или 75,1 % от оптимума. В 2023 г. на северо-западном побережье Сахалина япономорская группировка горбуши была малочисленна и в промысле отсутствовала. Пик уловов пришелся на период с 20 июля по 5 августа. Численность поздней темпоральной формы горбуши, которая по данным А.М. Каева [2012а, б] характеризуется крупными размерами самцов, была низка и существенного вклада в промысел не внесла (рис. 3). Всего было выловлено 1,153 тыс. т горбуши (1,07 млн экз.) из 1 тыс. т, рекомендованных к промыслу.

Юго-западный Сахалин (подзона 61.06.2 Западно-Сахалинская). На участке мыс Крильон — мыс Погиби численность горбуши находилась на низком уровне. На данном побережье вылов горбуши был рекомендован на уровне 72 т. Рыболовством в целях аквакультуры было освоено 3,6 т. Промышленное рыболовство горбуши на этом участке открыто не было.

Численность производителей горбуши, зашедших в реки района, оказалась чрезвычайно низкой, и заполнение рек характеризовалось как «единичное». В целом во все реки побережья зашло всего 47 тыс. производителей горбуши.

Восточный Сахалин (подзона 61.05.3 Восточно-Сахалинская). ПВ горбуши в 2023 г. был установлен на уровне 18,1 тыс. т. Итоговый вылов составил 26,6 тыс. т, освоение — 147 %.

Северо-восточное побережье. На северо-восточном побережье (мыс Терпения — мыс Елизаветы) промысел стартовал в середине июля, пик уловов пришелся на середину августа (рис. 4). Наивысшая интенсивность промысла отмечена в Поронайском и Смирныховском районах, где предприятия освоили соответственно 35,7 и 21,9 % от общего вылова по району.

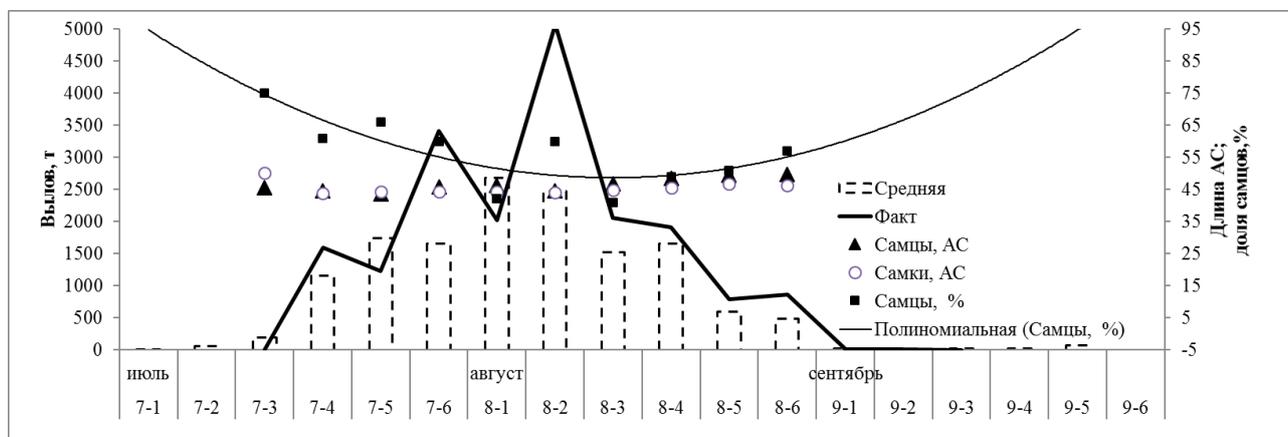


Рис. 4. Средний вылов за 2013–2021 гг., а также динамика уловов, длина тела самцов и самок и доля самцов (%) у горбуши по пятидневкам на северо-восточном побережье о. Сахалин в 2023 г. Полиномиальной линией аппроксимирована динамика доли самцов в уловах

Fig. 4. Seasonal dynamics of the pink salmon catch averaged for 2013–2021 and the catches, body length of males and females, and portion of males (%) on the northeastern coast of Sakhalin Island in 2023, by 5-days. Dynamics of the portion of males is approximated by polynomial line

На северо-восточном побережье Сахалина ранняя охотоморская горбуша была более многочисленна по сравнению с 2021 г. В 2023 г. к середине августа доля самцов горбуши находилась на уровне 41 %, что свидетельствовало о середине её хода (рис. 4). Подход поздней темпоральной формы ознаменовался резким увеличением уловов 10 августа. Общая величина подхода горбуши составила 21,64 млн экз., пропущено на нерестилища — 4,76 млн рыб. В данном районе итоговый вылов составил 19 тыс. т, или 16,88 млн экз.

Залив Терпения. Промышленное рыболовство в отношении горбуши на участке от мыса Терпения до мыса Соймонова в связи с ожидаемой низкой численностью не производилось. Несмотря на отсутствие промысла, нерестилища горбуши оказались заполнены слабо — 530 тыс. экз. В 2021 г. на нерест зашло 600 тыс. экз. Таким образом, продолжен тренд на снижение числа пропущенных на нерест рыб в нечетные годы.

Залив Анива. Численность горбуши в зал. Анива была низкой, поэтому промысел в данном районе не был открыт. На нерестилища в 2023 г. пришло 195 тыс. экз. горбуши, в 2021 г. — 720 тыс. экз.

Юго-восточный Сахалин. На участке мыс Соймонова — мыс Анива в путину 2023 г. выловлено 6,9 тыс. т горбуши, или 5,23 млн экз. В начале промысла уловы горбуши превысили ожидаемый уровень, а сентябрьские подходы в значительной степени превзошли прогнозные ожидания, что, по-видимому, было связано с перераспределением нерестовой миграции с зал. Анива на юго-восточное побережье острова (рис. 5).

В начале промысла доля самцов составляла 94 %, в дальнейшем отмечалось ее постепенное снижение и одновременно всё более заметное доминирование самцов по длине тела, что характерно для рыб поздней темпоральной формы. Стоит отметить, что численность поздней осенней охотоморской группировки в промысловых уловах была ниже, чем в предшествующие годы. Величина подхода горбуши в этом районе составила 8,28 млн рыб, соответственно, общий заход в реки юго-восточного Сахалина — 3,05 млн экз. горбуши.

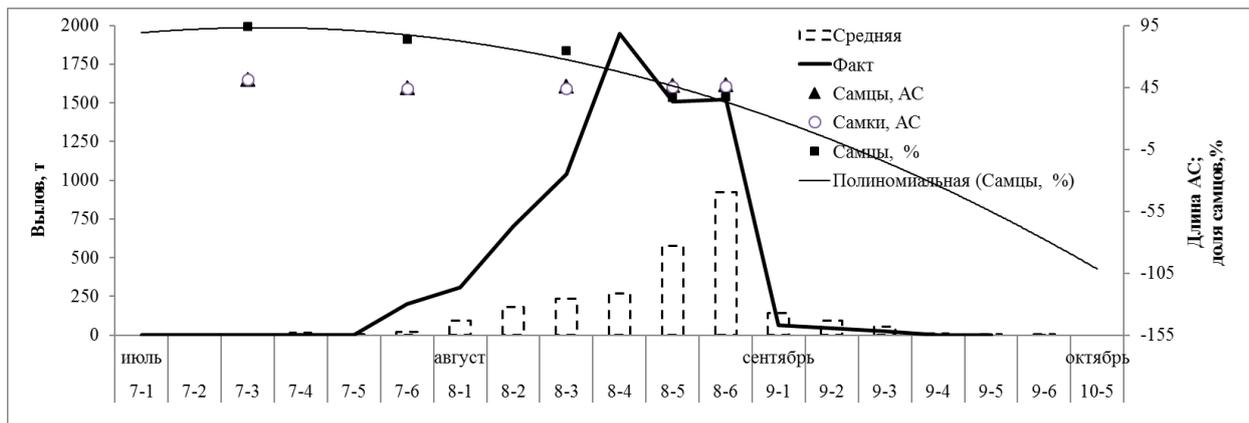


Рис. 5. Средний вылов за 2013–2021 гг., а также динамика уловов, длина тела самцов и самок и доля самцов (%) у горбуши по пятидневкам у юго-восточного побережья о. Сахалин в 2023 г. Полиномиальной линией аппроксимирована динамика доли самцов в уловах

Fig. 5. Seasonal dynamics of the pink salmon catch averaged for 2013–2021 and the catches, body length of males and females, and portion of males (%) on the southeastern coast of Sakhalin Island in 2023, by 5-days. Dynamics of the portion of males is approximated by polynomial line

Таким образом, в Восточно-Сахалинской подзоне в целях промышленного рыболовства освоено 26,6 тыс. т горбуши, или 22,60 млн экз., при общем подходе в 33,11 млн экз., заход в водотоки составил 10,50 млн рыб.

Южные Курильские острова (зона 61.04 Южно-Курильская). Традиционно промысел осуществляется на двух островах — Кунашир и Итуруп. Прогнозируемый вылов на южных Курильских островах оценивался в 11,4 тыс. т. В ходе путины итоговый вылов составил 1,9 тыс. т, освоение — 16,4 % (см. табл. 1).

Остров Итуруп. На о. Итуруп вплоть до конца августа уловы горбуши были незначительны и нерегулярны (рис. 6), а также имели значимые отклонения от уловов предыдущих лет. Данная ситуация сходна с промыслом горбуши 2015 г., когда фактический вылов составил всего 1,3 тыс. т.

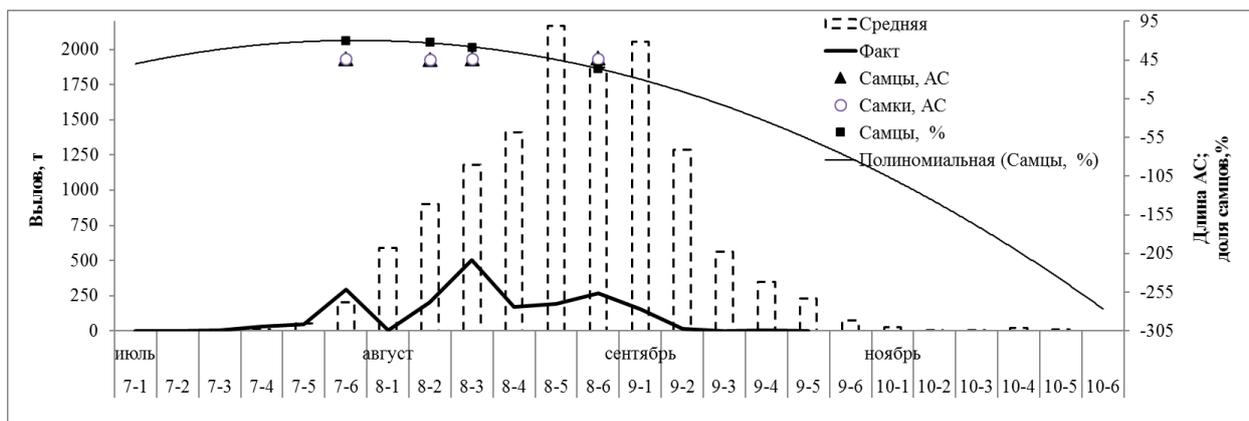


Рис. 6. Средний вылов за 2013–2021 гг., а также динамика уловов, длина тела самцов и самок и доля самцов (%) у горбуши по пятидневкам на о. Итуруп в 2023 г.

Fig. 6. Seasonal dynamics of the pink salmon catch averaged for 2013–2021 and the catches, body length of males and females, and portion of males (%) on Iturup Island in 2023, by 5-days

В 2023 г. на о. Итуруп к вылову было рекомендовано 8,3 млн рыб, или 11,4 тыс. т. В ходе промысла в рассматриваемом районе сложилась весьма неблагоприятная обстановка с подходами горбуши, окончательный вылов составил всего 1,8 тыс. т, или 1,67 млн экз.

С чем может быть связана столь низкая оправдываемость прогноза по горбуше о. Итуруп? По данным А.М. Каева и Ю.И. Игнатьева [2015] при ранжировании данных по скату, выпуску и возврату горбуши установлено соответствие во всех районах высокой численности дикой молодежи большим

возвратам, в то время как численность заводской молоди в эти периоды становилась даже меньше. Подобные результаты вполне согласуются с выводами японских исследователей, о том, что динамика численности горбуши на северо-восточном побережье Хоккайдо начинает определяться не объёмами заводского разведения, а нерестом рыб в естественных условиях [Morita et al., 2006].

Стоит отметить, что на основании анализа данных по величинам естественного ската молоди горбуши в р. Рыбацкой (о. Итуруп) и температуре в морском побережье выявлено, что в 2022 г. 56,6 % молоди горбуши естественного происхождения скатилось в неблагоприятную с точки зрения температурного режима среду (морское побережье), где в это время температура воды не превышала 0,4 °С.

Кроме того, в 2023 г. в период нерестовой миграции горбуши в побережье о. Итуруп длительное время наблюдались высокие положительные аномалии (до 25 °С) температуры поверхностных вод (рис. 7), что также могло сказаться на выживаемости и направлениях миграции горбуши. Таким образом, причиной низкого возврата производителей горбуши в 2023 г. в рассматриваемом районе может быть комплексное влияние нескольких факторов.

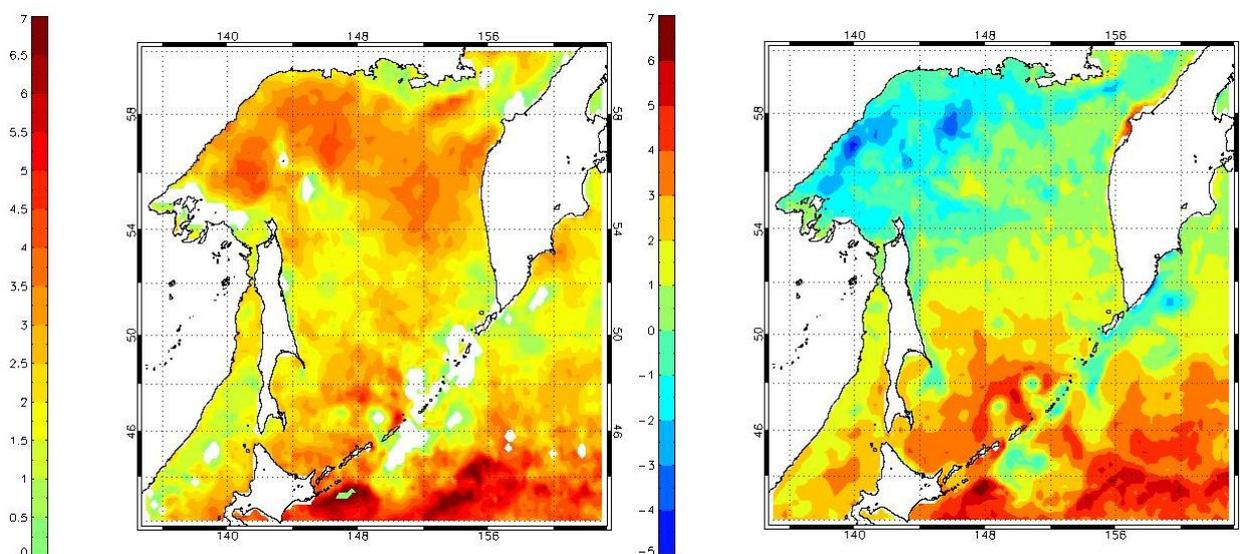


Рис. 7. Месячные аномалии ТПО в летне-осенний период на о. Итуруп в 2023 г. (слева — август; справа — сентябрь)

Fig. 7. Mean month SST anomalies at Iturup Island in August (left panel) and September (right panel) 2023

Заполнение рек производителями горбуши о. Итуруп оказалось значительно ниже оптимального (1,7 млн рыб) и составило лишь 0,13 млн экз. Данная величина оказалась минимальной за весь период наблюдений, начиная с 1980 г.

Остров Кунашир. На указанном острове в целях осуществления всех видов рыболовства в отношении горбуши экспертно было выделено 0,4 тыс. т.

Однако в связи с отсутствием подходов производителей, а также в соответствии с обращением Ассоциации рыбопромышленных предприятий Сахалинской области, в целях снижения промысловой нагрузки на запасы тихоокеанских лососей (горбуши) и обеспечения заполнения нерестовых площадей рек данного острова Комиссией по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб в Сахалинской области был определен период пропуска производителей горбуши с 23.08 по 10.09.2023 г., т.е. фактически до окончания установленных сроков промысла горбуши на о. Кунашир (протокол Комиссии от 22.08.2022 № 23). Таким образом, общий вылов составил всего 3 т.

Северные Курильские острова (включают подзоны 61.03.1 Тихоокеанская и 65.05.4 Камчатско-Курильская). Рекомендованную величину вылова определяют с учетом того, что промысел базируется на смешанных скоплениях лососей разного происхождения. В 2023 г. установленная величина прогнозируемого вылова для Тихоокеанской подзоны была освоена на 131 % (4,3 тыс. т при прогнозе

3,3 тыс. т). Для Камчатско-Курильской подзоны вылов составил 371 т при ПВ 700 т (освоение — 53,1 %). В целом по северным Курильским островам выловлено 4,6 тыс. т горбуши, что составляет 117,3 % от объёма ПВ.

Кета. Западный Сахалин. К промыслу на западном Сахалине в путину 2023 г. рекомендовано 2,5 тыс. т кеты, фактический вылов составил 2,9 тыс. т (115,4 %) (табл. 1).

Северо-Западный Сахалин (подзона 65.05.1 Северо-Охотоморская, подзона 61.06.1 Приморье). Вылов летней кеты на 20 августа составил 192 т (при прогнозе 371 т) — 51,7 % от прогнозируемого. Вылов осенней кеты составил 1,2 тыс. т — 86,8 % от прогнозируемого. Большую часть сентября динамика вылова осенней кеты существенно отставала от прогнозируемой (рис. 8).

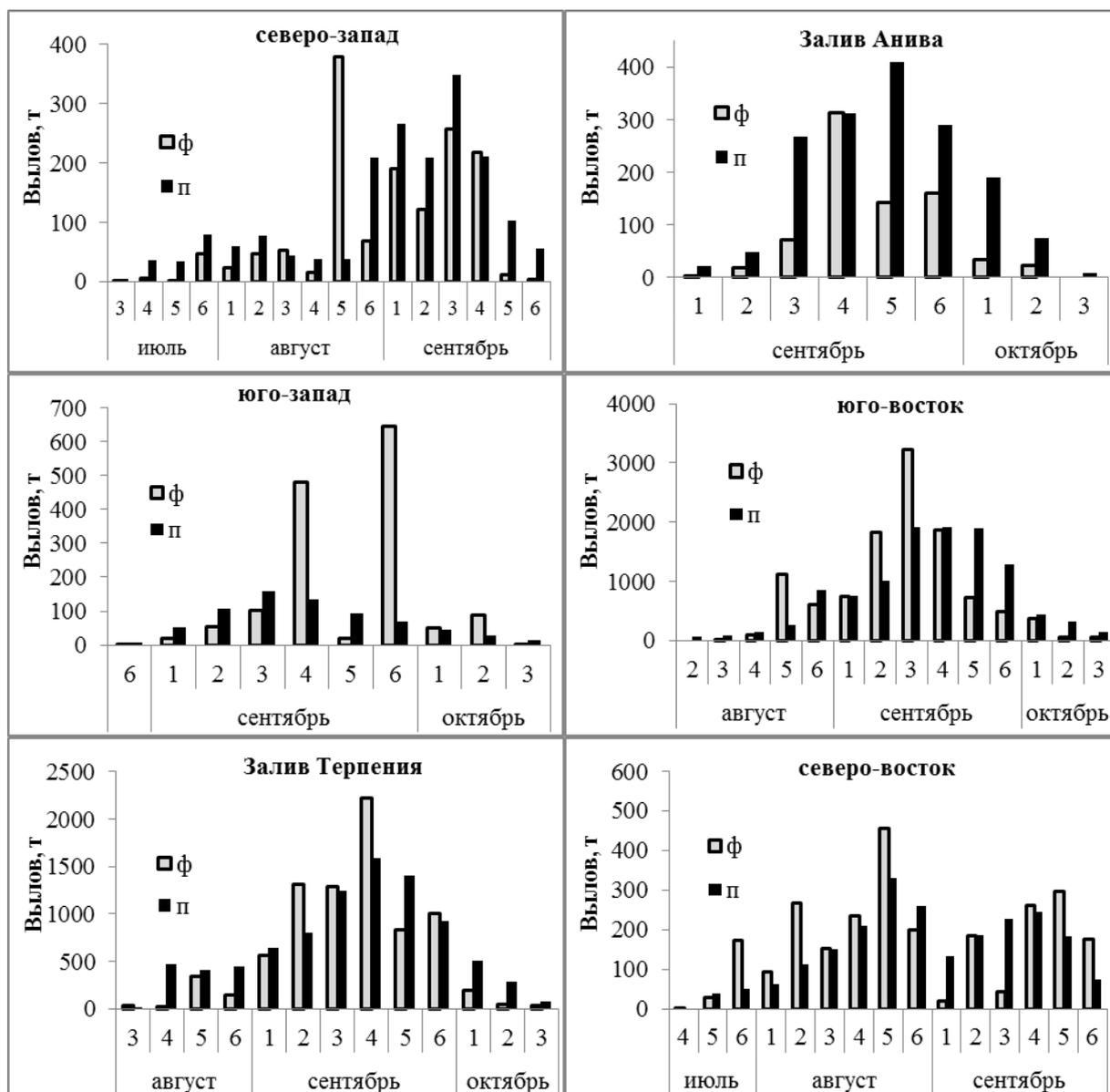


Рис. 8. Прогноз (П) и фактическая (Ф) динамика уловов кеты в разных промысловых районах Сахалина в 2023 г. по пятидневкам

Fig. 8. Forecasted (П) and actual (Ф) dynamics of the chum salmon catches in the fishing subdistricts of Sakhalin in 2023, by 5-days

Юго-западный Сахалин (подзона 61.06.2 Западно-Сахалинская). Практически весь вылов кеты в этом районе представлен рыбами искусственного воспроизводства. Вылов осуществлялся ставными орудиями лова в прибрежье в районе устьев базовых рек лососевых рыболовных заводов либо в са-

мих этих реках. Первые уловы кеты отмечены в последних числах августа, динамика вылова отличалась от прогнозируемой (рис. 8). Вылов составил 1,4 тыс. т — 207,0 % от прогнозируемого (710 т). Основная часть возврата кеты изымалась на рыбоводных участках, ее изъятие не подлежало регулированию. Для промышленного рыболовства было выделено 100 т кеты. В дальнейшем объем ПВ был скорректирован на 250 т в сторону увеличения до 960 т.

Восточный Сахалин (подзона 61.05.3 Восточно-Сахалинская). В целом по подзоне вылов кеты составил 22,7 тыс. т — 94,6 % от ПВ (24 тыс. т).

Залив Анива. Первые уловы кеты зарегистрированы в начале сентября, максимум уловов отмечен несколько раньше среднемноголетних сроков (рис. 8). В динамике вылова максимум уловов был смещен на более ранние сроки по сравнению со среднемноголетними значениями. Численность подходов кеты оказалась существенно ниже прогнозируемой. В общей сложности выловлено 761 т — 45,8 % от прогнозируемого вылова.

Юго-восточный Сахалин. На юго-восточном побережье о. Сахалин первые уловы кеты отмечены в первой декаде августа, максимум уловов — в третьей пентаде сентября, массовый ход был смещен на более ранние сроки по сравнению со среднемноголетней динамикой (рис. 8). При исходной величине прогнозируемого вылова 11,13 тыс. т фактический вылов достиг 11,17 тыс. т, освоение прогноза — 100,4 %.

В обращении Ассоциации лососевых рыбоводных заводов Сахалинской области (письмо № 04 от 04.02.2023) было указано, что в 2022 г. в период нерестового хода тихоокеанских лососей (кеты) в Восточно-Сахалинской подзоне на участке от р. Мануй — мыс Острый (Долинский район) сложилась конфликтная ситуация между пользователями, допущенными к промыслу кеты, в том числе рыбоводными хозяйствами, осуществляющими искусственное воспроизводство и товарную аквакультуру данного вида тихоокеанских лососей. Близкое расположение ЛРЗ создает ситуацию, когда при организации добычи (вылова) кеты морскими ставными неводами в устье базовой реки ЛРЗ будет осуществляться вылов транзитной кеты других предприятий, что создает конфликт интересов.

В итоге «СахНИРО» в соответствии с Федеральным законом от 20.12.2004 г. № 166 «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» рекомендовал закрыть с 11 августа по 31 декабря 2023 г. промышленное рыболовство кеты в Восточно-Сахалинская подзоне на участке от р. Мануй до мыса Острого с применением ставных неводов с длиной центрального крыла невода, устанавливаемого от береговой полосы вглубь моря или залива, более 1000 м (приказ МСХ № 438 от 24.04.2023 г.).

Однако в «СахНИРО» поступило письмо № 3.29-985/23 от 01.09.2023 г. Министерства по рыболовству Сахалинской области по обращению ДО ООО «Сэнчери» № 41 от 31.08.2023 г. с просьбой ввести ограничения промышленного лова тихоокеанских лососей (кеты) на участке «7 км севернее устья р. Дудинка — 7 км южнее устья р. Дудинка», за исключением рыболовного участка № 65-03-09, принадлежащего собственнику ЛРЗ «Дудинка» — ДО ООО «Сэнчери».

По данным СКТУ ФАР промышленный вылов кеты на 03.09.2023 г. в данном районе предприятиями составил: ООО «Нептун» (р. Береговая (Черная)) — 173,5 т при ожидаемом возврате на 2023 г. по данным «СахНИРО» — 27,0 т, ООО «Янтарное» (р. Баклановка) — 72,6 т при ожидаемом возврате 27,3 т. Таким образом, ожидаемый возврат кеты заводского происхождения предприятиями ООО «Нептун» и ООО «Янтарное» на 03.09.2023 был освоен. В то же время вылов кеты ДО ООО «Сэнчери» составил 81,2 т при ожидаемом возврате на уровне 87,8 т (табл. 3).

В связи с наблюдаемой динамикой вылова, в целях снижения промысловой нагрузки на запасы кеты и обеспечения закладки икры на инкубацию на ЛРЗ (ДО ООО «Сэнчери», ООО «Нептун» и ООО «Меридиан»), в соответствии с решением Научного штаба лососевой путины ВНИРО (Протокол № 16 от 6.09.2023) СахНИРО рекомендовал определить период пропуска для ставных орудий лова на морской акватории в районе «7 км севернее устья р. Дудинка — 7 км южнее устья р. Дудинка»

на местах постановки ООО «Янтарное» и ООО «Нептун» — соответственно РЛУ № 65-03-07 и № 10/12. Однако Комиссия по формальным признакам отклонила данную рекомендацию СахНИРО и Научного штаба ВНИРО.

Таблица 3

Прогнозируемый возврат и динамика вылова кеты искусственного воспроизводства в 2023 г. на рассматриваемом участке побережья юго-восточного Сахалина, т

Table 3

Dynamics of forecasted return and actual catch for chum salmon of artificial reproduction at certain section of the southeastern coast of Sakhalin in 2023, t

Предприятие	Река	Возврат	Вылов	
			На 03.09.2023	На 10.09.2023
ООО «Янтарное»	Баклановка	27,3	72,565	134,165
ДО ООО «Сэнчери»	Дудинка	87,8	81,15	224,65
ООО «Нептун»	Береговая	27,0	173,55	383,95
ООО «Меридиан»	Фирсовка	2636,7	709,15	1088,75

На 10.09.2023 вылов всех трех предприятий превысил ожидаемый объем возврата искусственно воспроизведенной кеты (табл. 3). Поэтому СахНИРО вынужден был подать повторную рекомендацию на запрет промысла кеты ставными неводами в морском прибрежье данного района уже для всех 3 предприятий на местах постановки № 1-10/12 (1 км севернее р. Черной (Береговая)), № 2-10/12 (3 км севернее р. Черной (Береговая), рыболовный участок (РЛУ) № 10/12), № 1-03-07 (1 км севернее р. Айдар, РЛУ № 65-03-07), № 1-03-09 (0,92 км севернее р. Дудинка, РЛУ № 65-03-09) при осуществлении промышленного рыболовства кеты с 00:00 час 14 сентября по 24:00 час 15 октября 2023 г. (32 сут) (протокол Комиссии № 46 от 13.09.2023 г.). Этим решением была достигнута минимизация прилова «чужой» транзитной кеты в морском прибрежье ставными неводами, вместе с тем предприятия могли осуществлять вылов «своей» кеты на приустьевых участках базовых рек ЛРЗ закидными неводами, а также на рыболовных участках в реках (в случае их наличия), на забойках ЛРЗ, а также на рыбоводных участках.

Для предотвращения конфликта интересов и для обеспечения искусственного воспроизводства кеты в будущем подобное решение занесено в проект Стратегии промысла тихоокеанских лососей в Сахалинской области в 2024 г.

Еще одной проблемой при регулировании изъятия кеты искусственного происхождения на юго-востоке о. Сахалин является возникновение заморных явлений в случае массовых подходов кеты в ограниченные по площади участки. Как было указано ранее, одним из самых характерных примеров в этом плане является оз. Тунайча [Игнатьев и др., 2022].

В оз. Тунайча кета заходит через пролив Красноармейский, соединяющий озеро с заливом Мордвинова Охотского моря. После захода в озеро кета распределяется по его акватории, продолжает созревать некоторое время (до двух недель) и затем в массе концентрируется перед устьем р. Ударница — базового водоема Охотского ЛРЗ. При этом из-за большой скученности рыб на мелководье и высокой температуры воды падает концентрация растворенного в воде кислорода, и происходит массовая гибель производителей. В качестве одной из мер для предотвращения развития заморных явлений было предложено устанавливать рыбоучетное ограждение (РУЗ) в прол. Красноармейском с началом хода кеты для ее учета, а при начале массовых подходов, изымать излишнюю рыбу на данном РУЗ, не пропуская ее в озеро [Игнатьев и др., 2022].

В 2022 г. на РУЗ в прол. Красноармейском за период с 3 по 28 сентября было учтено 130,2 тыс. экз. кеты, в 2023 г. — с 7 по 30 сентября — 192,3 тыс. экз. (рис. 9). Вылов в устье р. Ударница составил 819,2 т (с 12.09.2022 по 20.10.2022) и 1049,8 т (с 11.09.2023 по 15.10.2023) (рис. 10). При этом вылов кеты на РУЗ был крайне невелик: в 2022 г., с 21 по 27 сентября, поймано всего 36,7 т, в 2023 г., с 21 по 30 сентября, — 77,0 т.

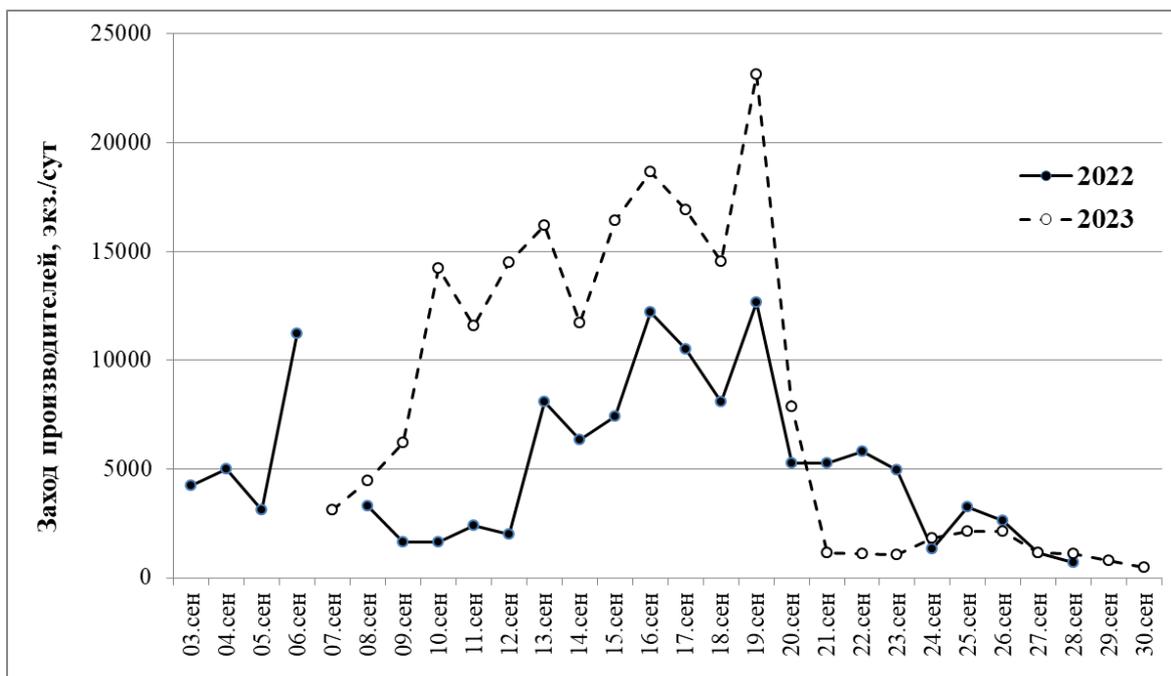


Рис. 9. Динамика захода производителей кеты в оз. Тунайча в 2022 и 2023 гг. по данным учета на РУЗ в прол Красноармейском, тыс. экз./сут

Fig. 9. Dynamics of the chum salmon producers entry into Lake Tunaicha in 2022 and 2023, by counts at the fish-counting barrier installed in the Krasnoarmeysky Strait, 10³ ind. per day

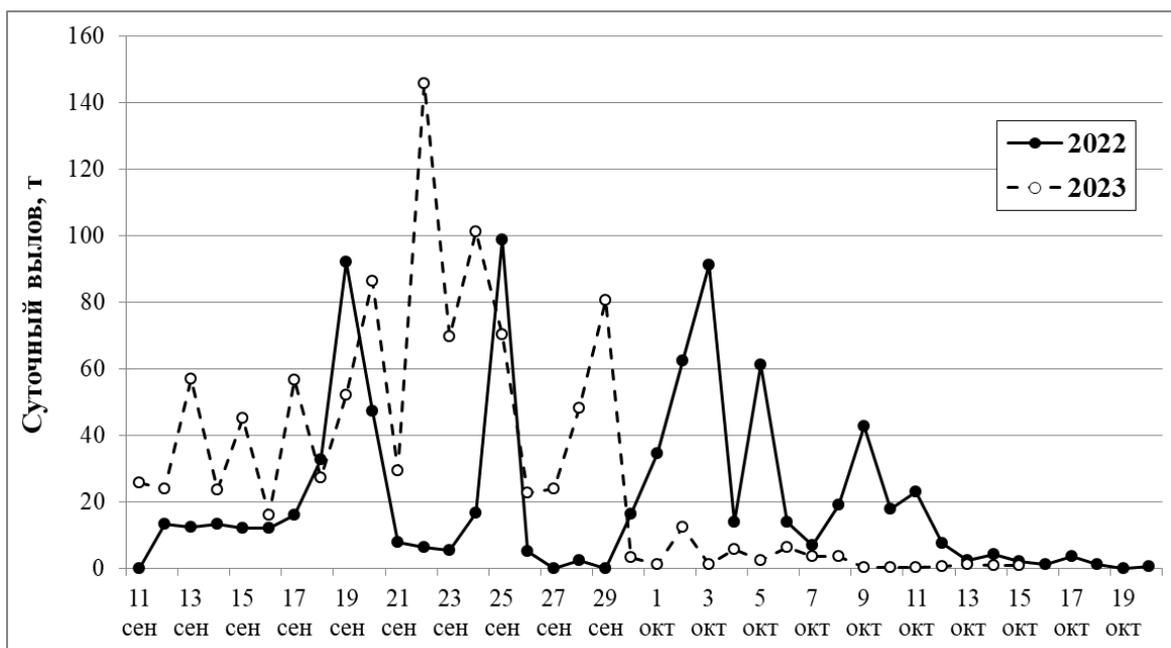


Рис. 10. Динамика вылова кеты в оз. Тунайча в 2022 и 2023 гг., т/сут

Fig. 10. Dynamics of chum salmon catch in Lake Tunaicha in 2022 and 2023, t per day

В 2023 г. изъятие производителей кеты на РУЗ в прол. Красноармейском было разрешено с 20.09 (Протокол заседания Комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных рыб в Сахалинской области № 48 от 19.09.2023 г.), при этом в ходе обследования на приустьевых мелководных участках нерестовых рек 13.09.2023 г. было учтено 37800 экз. производителей (73 % от оптимума, необходимого для заполнения естественных нерестилищ). Однако 22.09. при температуре воды 15,3 °С и содержании кислорода в 5,5 мг/л была отмечена массовая гибель кеты в озере 7000 экз., 27.09 при 20,2 °С и концентрации кислорода от 1,1 до 8,8 мг/л зарегистрирована гибель 30000 экз. Таким образом, можно сделать вывод о том, что предпринятые меры для предотвращения замора были неэффек-

тивны, т.е. изъятие излишних производителей на РУЗ в прол. Красноармейском было начато слишком поздно.

Следует отметить, что на РУЗ кета в значительной степени недоучитывается. Связано это с тем, что учет наблюдателем ведется с лодки, что пугает мигрирующую рыбу. Поскольку учет осуществляется дискретно (например, по 10 мин каждый час), рыба снижает интенсивность миграции в период учета и, наоборот, активизируется при отсутствии наблюдателя. Коэффициент учета производителей кеты на РУЗ в прол. Красноармейском по нашим расчетам составил в 2022–2023 гг. 0,32–0,37, т.е. примерно 0,35 в среднем. Это означает, что к началу массового хода (в 2022 г. к 13.09 и в 2023 г. к 10.09) в озеро уже могло быть пропущено не менее 130 и 75 тыс. экз. кеты (соответственно 278 и 175 т).

Такие количества производителей, скапливаясь на хорошо прогреваемых мелководьях с зарослями водной растительности в устьях мелких рек бассейна оз. Тунайча (максимальная ширина р. Ударницы — 7 м), уже с высокой вероятностью подвержены риску массовой донерестовой гибели. Вследствие этого для предотвращения развития заморов следует рекомендовать как можно более раннюю установку РУЗ в прол. Красноармейском (ориентировочно 20–25 августа) для учета мигрирующих в оз. Тунайча производителей, а также повторить рекомендацию из предыдущей работы [Игнатъев и др., 2022] о необходимости организовать изъятие излишних производителей кеты в объеме до 50 % от ожидаемого подхода на РУЗ в прол. Красноармейском с начала ее массового хода, ориентировочно с 6–10.09 (рис. 9).

Залив Терпения. Первые значительные уловы кеты отмечены в последней декаде августа, максимум уловов пришелся на четвертую пятидневку сентября (см. рис. 8). Практически весь вылов летней кеты представителями КМНС получен в северной части залива — 108 т. В целом при первоначальном прогнозе в 8,9 тыс. т вылов летней и осенней кеты в совокупности в зал. Терпения составил 8 тыс. т, — 89,8 % от ПВ. В западной и северной частях района выловили соответственно 87 и 13 % всего улова.

Северо-восточный Сахалин. Основа сырьевой базы промысла кеты в данном районе — стадо осенней кеты р. Тымь и водотоков Ныйского залива. Соответственно, Стратегия промысла кеты в районе Ныйского залива ориентирована на обеспечение заполнения нерестилищ и выполнение планов закладки оплодотворенной икры на инкубацию. Для этого специализированный промысел кеты был организован с 1 сентября только на участке побережья от прол. Даги до мыса Елизаветы. До этой даты вылов кеты осуществлялся в качестве второстепенного вида при промысле горбуши с 1 июля до 31 августа на всем побережье района, за исключением Ныйского залива и морского побережья в его районе, где специализированный промысел горбуши (и кеты как второстепенного вида) был остановлен 20 августа. Фактический вылов кеты составил 2,4 тыс. т — 108,0 % от прогноза (2,2 тыс. т). Динамика вылова была близка к среднеголетней (рис. 8).

Южные Курильские острова (зона 61.04 Южно-Курильская). Первые уловы кеты отмечены в последней пентаде июля. Вплоть до четвертой декады сентября они были сравнительно невелики. Существенное увеличение вылова наблюдалось в пятой декаде сентября — до 197 т в сутки. Максимум отмечен в третьей пятидневке октября — 463 т/сут, после чего уловы стали снижаться. В 2023 г. в динамике вылова в сравнении со среднеголетней для предыдущих лет отмечено три пика вылова — в конце сентября, середине и конце октября. Фактический вылов составил 11,8 тыс. т, или 94,7 % от прогнозируемого (12,5 тыс. т). На о. Кунашир основу уловов кеты последние 10 лет составляли транзитные рыбы, запасы аборигенной кеты невелики. С появлением двух ЛРЗ в промысловой статистике появились речные уловы. Общий вылов составил 341 т при прогнозе 900 т, освоение — 37,8 %.

В целом по Южно-Курильской зоне при прогнозе 13430 т фактический вылов составил 12205 т, освоение прогноза — 90,9 %.

Северные Курильские острова (включают подзоны 61.03.1 Тихоокеанская и 65.05.4 Камчатско-Курильская). Рекомендованная величина вылова кеты данного района определена с учетом того, что промысел базируется на смешанных скоплениях лососей разного происхождения. В 2023 г. вылов кеты в Тихоокеанской подзоне составил 1,3 тыс. т — 90,8 % от прогнозируемого. В Камчатско-Курильской подзоне выловлено 134 т — 53,5 % от прогнозируемого. В целом по северным Курильским островам выловлено 1,4 тыс. т кеты, что составляет 85,3 % от объема ПВ.

Нерка. Прогнозируемый объем вылова нерки на северных Курильских островах в 2023 г. определен в объеме 1,2 тыс. т. Фактический вылов составил 1,2 тыс. т, в подзоне 61.05.4 Камчатско-Курильская — 117,70 т (ПВ — 200 т). В Южно-Курильской зоне нерка встречается в уловах только на о. Итуруп. ПВ нерки на о. Итуруп в 2023 г. составил 50 т (вылов — 5,3 т).

Кижуч. Прогнозируемый объем вылова кижуча на 2023 г. в Восточно-Сахалинской подзоне экспертно оценен в 50 т. Фактический вылов составил 5,2 т. Прогнозируемый объем вылова кижуча северных Курильских островов в 2023 г. установлен экспертно на уровне 400 т, из них в Северо-Курильской зоне — 350 т (вылов составил 765,4 т), в Камчатско-Курильской подзоне — 50 т (вылов — 41,5 т).

Сима. Прогнозируемый объем вылова симы юго-западного побережья Сахалина на 2023 г. оценен на уровне 8 т (вылов составил 0,8 т), объем ПВ симы в Восточно-Сахалинской подзоне оценен на уровне 60 т (вылов 11,4 т). Объем ПВ южнокурильской симы в 2023 г. оценен на уровне 1 т (фактический вылов — 0,04 т).

Заключение

Среди регионов Дальнего Востока Сахалинская область в 2023 г. по вылову тихоокеанских лососей заняла второе место. Всего добыто 75,8 тыс. т, или 12,4 % их общего улова в дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. Освоение прогнозируемого вылова составило 96,9 %.

Общий вылов горбуши был равен 34,4 тыс. т. Величина освоения по большинству районов восточного побережья о. Сахалин превысила первоначальный прогноз. Наименьшие показатели освоения отмечены на юго-западном побережье острова, в зал. Анива и на о. Итуруп. Заполнение рек в ряде районов (северо-западное побережье Сахалина, в зал. Анива и у юго-восточного Сахалина) превышало аналогичные показатели для родительского поколения.

Вылов кеты Сахалино-Курильского региона в 2023 г. составил 39,2 тыс. т, освоение — 94 % от прогнозируемого объема в 41,6 тыс. т.

Анализ деятельности РУЗ в прол. Красноармейском (бассейн оз. Тунайча) в 2022–2023 гг. показал, что для предотвращения развития заморов следует рекомендовать более раннюю установку РУЗ (ориентировочно 20–25 августа) для учета мигрирующих в оз. Тунайча производителей и изъятие излишних производителей кеты в объеме до 50 % от ожидаемого подхода с начала ее массового хода (ориентировочно с 6–10.09).

Полученный в 2023 г. опыт разрешения конфликта интересов близко расположенных рыбноводных предприятий юго-восточного Сахалина при организации промышленного рыболовства кеты позволил выработать предложения для включения в Стратегию промысла тихоокеанских лососей в Сахалинской области в 2024 г. По мере освоения объемов ожидаемого возврата кеты рыбноводными предприятиями предполагается введение соответствующих ограничений на морских рыболовных участках.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы признательны генеральному директору ООО «Салмо», канд. биол. наук К.А. Проскурякову за любезно предоставленные данные по динамике захода и вылова кеты в 2022 и 2023 гг. в оз. Тунайча.

The authors are grateful to K.A. Proskuryakov, the head of Salmo Ltd., who kindly provided for the study the data on dynamics of the chum salmon entry and catch in Lake Tunaicha in 2022 and 2023.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена по личной инициативе, без дополнительного финансирования.
The study was initiated personally and conducted without additional funding.

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 they reviewed for the study the data on salmon fishery, without experimental data obtained using animals or 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)

Н.В. Колпаковым осуществлено общее руководство работой, отредактирован первоначальный вариант рукописи, а также дополнен анализом проблемных моментов состоявшейся в 2023 г. лососевой путины. Остальные авторы в равной мере участвовали в сборе и обработке данных, обсуждении полученных результатов и написании статьи.

N.V. Kolpakov conducted general supervision of the study, made important comments for analysis of the salmon fishery in 2023, and edited the draft manuscript. Other authors were equally involved in collection and processing the data, discussion on results of the analysis, and writing and illustrating the article.

Список литературы

Антонов Н.П. Биология, динамика численности и рациональное использование рыб Камчатки и прилегающих морских акваторий : дис. ... д-ра биол. наук. — М. : ВНИРО, 2011. — 392 с.

Беляев В.А., Канзепарова А.Н. Итоги лососевой путины в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2022 г. // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 3–12. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-3-12. EDN: RMSXDP.

Бирман И.Б. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей : моногр. — М. : Агропромиздат, 1985. — 208 с.

Волобуев В.В., Марченко С.Л. Тихоокеанские лососи континентального побережья Охотского моря (биология, популяционная структура, динамика численности, промысел) : моногр. — Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2011. — 303 с.

Воловик С.П. Структура нерестовых стад и эффективность естественного воспроизводства горбуши на Южном Сахалине : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Калининград : АтлантНИРО, 1967. — 25 с.

Гриценко О.Ф. О популяционной структуре горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) // Вопр. ихтиол. — 1981. — Т. 21, № 5. — С. 787–799.

Гриценко О.Ф. Популяционная структура сахалинской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Вопр. ихтиол. — 1990. — Т. 30, № 5. — С. 825–835.

Ефанов В.Н. Организация мониторинга и моделирование запасов популяций рыб: На примере горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) : дис... д-ра биол. наук. — СПб., 2005. — 288 с.

Заволокин А.В. Пищевая обеспеченность тихоокеанских лососей в период морского и океанического нагула : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2014. — 48 с.

Иванков В.Н. Популяционная организация у тихоокеанских лососей с коротким пресноводным периодом жизни // Вопр. ихтиол. — 1993. — Т. 33, № 1. — С. 78–83.

Иванков В.Н. Причины периодических и ежегодных флюктуаций численности и изменений биологических признаков горбуши Южных Курильских островов // Вопр. ихтиол. — 1984. — Т. 24, № 6. — С. 895–906.

- Игнатъев Ю.И., Колпаков Н.В., Никитин В.Д., Коренева Т.Г.** Особенности эксплуатации высокочисленных стад искусственной кеты *Oncorhynchus keta* на примере озера Тунайча (юго-восточный Сахалин): проблемы и предлагаемые пути решения // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 96–109. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-96-109.
- Каев А.М.** Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структурой : моногр. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2003. — 288 с.
- Каев А.М.** Мониторинг состояния запасов горбуши в основных районах её промысла в Сахалинской области в 2009 г. // Бюл. № 4 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2009. — С. 28–33.
- Каев А.М.** Оценка эффективности прогнозирования и управления промыслом горбуши в Сахалино-Курильском регионе // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 167. — С. 32–53.
- Каев А.М.** Темпоральная структура и некоторые вопросы динамики стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) // Вопр. ихтиол. — 2012а. — Т. 52, № 1. — С. 62–71.
- Каев А.М.** Развитие некоторых тенденций в динамике стад горбуши восточного Сахалина и южных Курильских островов // Бюл. № 7 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2012б. — С. 135–142.
- Каев А.М., Игнатъев Ю.И.** Развитие заводского разведения тихоокеанских лососей в Сахалино-Курильском регионе и его значение для промысла // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 153. — С. 95–104.
- Каев А.М.** О влиянии экстремальных факторов среды на динамику численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Вопр. ихтиол. — 2018. — Т. 58, № 2. — С. 179–191. DOI: 10.7868/S0042875218020078.
- Каев А.М., Колпаков В.Н.** Состояние запасов горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) Восточного Сахалина // Тр. СахНИРО. — 2022. — Т. 18. — С. 3–20.
- Карпенко В.И.** Величина выедания молоди лососей хищными рыбами // Рыб. хоз-во. — 1982. — № 4. — С. 41–42.
- Карпенко В.И.** Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей : моногр. — М. : ВНИРО, 1998. — 165 с.
- Карпенко В.И., Андриевская Л.Д., Коваль М.В.** Питание и особенности роста тихоокеанских лососей в морских водах : моногр. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2013. — 303 с.
- Кловач Н.В., Кровнин А.С., Борисов В.М. и др.** Крупномасштабные флюктуации запасов морских промысловых организмов // Рыб. хоз-во. — 2003. — № 4. — С. 20–23.
- Кляшторин Л.Б., Любушин А.А.** Циклические изменения климата и рыбопродуктивности : моногр. — М. : ВНИРО, 2005. — 235 с.
- Коновалов С.М.** Факторы, лимитирующие численность и биомассу тихоокеанских лососей // Биологические исследования лососевых. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985. — С. 5–25.
- 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., Кловач Н.В., Котенев Б.Н., Мурый Г.П.** Связь уловов западно-камчатской горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) и нерки (*O. nerka*) с температурой поверхности океана в Северном полушарии и прогноз их вылова в 2010 г. // Рыб. хоз-во. — 2010. — № 3. — С. 43–46.
- 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. EDN: AEGYMV.
- Макоедов А.А., Никитин В.Д., Живоглядов А.А. и др.** Итоги промысла тихоокеанских лососей в Сахалино-Курильском регионе в 2022 г. // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 57–68. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-57-68. EDN: SHCHSW.
- 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.
- Марченко С.Л.** Анализ лососевой путины 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 3–14. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-3-14.
- Марченко С.Л.** Анализ лососевой путины 2022 года // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023а. — С. 13–35. EDN: RWWMRA.
- Марченко С.Л.** Итоги лососевой путины в Северной Пацифике в 2022 году // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023б. — С. 69–78. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-69-78. EDN: SKSBHU.

- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб. — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.
- Радченко В.И., Рассадников О.А.** Тенденции многолетней динамики запасов азиатских лососей и определяющие ее факторы // Изв. ТИНРО. — 1997. — Т. 122. — С. 72–94.
- Радченко В.И.** О корреляции российского вылова горбуши с динамикой теплового баланса Мирового океана // Бюл. № 3 реализации «Концепции дальневосточной программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — С. 230–235.
- Старовойтов А.Н.** Кета (*Oncorhynchus keta* (Walbaum)) в дальневосточных морях — биологическая характеристика вида. 1. Сезонное распределение и миграции кеты в дальневосточных морях и открытых водах северо-западной Пацифики // Изв. ТИНРО. — 2003а. — Т. 132. — С. 43–81.
- Старовойтов А.Н.** Кета (*Oncorhynchus keta* (Walbaum)) в дальневосточных морях — биологическая характеристика вида. 2. Питание и трофические связи кеты в эпипелагиали дальневосточных морей и сопредельных водах Тихого океана // Изв. ТИНРО. — 2003б. — Т. 133. — С. 3–34.
- Старовойтов А.Н.** Кета (*Oncorhynchus keta* (Walbaum)) в дальневосточных морях — биологическая характеристика вида. 3. Жизненный цикл, продукционные показатели и роль азиатской кеты в пелагических нектонных сообществах дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. — 2003в. — Т. 134. — С. 3–20.
- Шевляков Е.А., Сомов А.А., Шевляков В.А. и др.** Промысел горбуши в Дальневосточном рыбопромысловом бассейне в 2022 г.: предварительные исследования, прогноз, интерпретация итогов путины // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 101–109. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-101-109. EDN: SYLNEO.
- Шунтов В.П.** Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — Т. 1. — 580 с.
- Шунтов В.П.** Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. — Т. 2. — 604 с.
- Шунтов В.П.** Об упрощенных трактовках лимитирующих факторов и динамики численности некоторых промысловых рыб дальневосточных вод // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 189. — С. 35–51. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-189-35-51.
- Шунтов В.П.** Состояние изученности многолетних циклических изменений численности рыб дальневосточных морей // Биол. моря. — 1986. — Т. 12, № 3. — С. 3–14.
- Шунтов В.П., Темных О.С.** Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — Т. 1. — 481 с.
- Шунтов В.П., Темных О.С.** Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — Т. 2. — 473 с.
- Шунтов В.П., Темных О.С., Найдено С.В.** Еще раз о факторах, лимитирующих численность тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp., сем. Salmonidae) в океанический период их жизни // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 196. — С. 3–22. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-3-22.
- 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. — 2006. — Vol. 63, № 1. — P. 55–62.

Поступила в редакцию 19.03.2024 г.

После доработки 21.03.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 19.03.2024; approved after reviewing 21.03.2024;
accepted for publication 29.03.2024

Научная статья

УДК 639.21:597.552.511

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-67-83

EDN: DQQOBG

ИТОГИ ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ В МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ В 2023 Г.

И.С. Голованов, Л.Л. Хованская, А.М. Коршукова, П.В. Хабаров, М.О. Остринский,
А.И. Бараусов, А.В. Артюхин, В.Г. Жуков*

Магаданский филиал ВНИРО (МагаданНИРО),
685000, г. Магадан, ул. Портовая, 36/10

Аннотация. Подведены итоги лососевой путины 2023 г. в основных промысловых районах Магаданской области. Представлены данные по объемам прогнозируемого и фактического вылова тихоокеанских лососей и гольцов (виды рода *Salvelinus*), а также доли их освоения. Дана оценка ожидаемых и фактических нерестовых подходов лососей, а также их пропуска к местам нереста.

Ключевые слова: горбуша, кета, кижуч, гольцы (виды рода *Salvelinus*), промысел, освоение, состояние запасов

Для цитирования: Голованов И.С., Хованская Л.Л., Коршукова А.М., Хабаров П.В., Остринский М.О., Бараусов А.И., Артюхин А.В., Жуков В.Г. Итоги лососевой путины в Магаданской области в 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 67–83. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-67-83. EDN: DQQOBG.

Original article

Results of salmon fishery in Magadan Region in 2023

Igor S. Golovanov*, Larisa L. Khovanskaya**, Anna M. Korshukova***, Pavel V. Khabarov****,
Maxim O. Ostrinsky*****, Andrey I. Barausov*****, Alexander V. Artyukhin*****,
Vitaly G. Zhukov*****

*-***** Magadan branch of VNIRO (MagadanNIRO), 36/10, Portovaya Str., Magadan, 685000, Russia

* leading specialist, golovanovis@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0000-2538-4280

** Ph.D., leading researcher, khovanskayall@magadanniro.ru, ORCID 0009-0001-2929-5653

*** head of laboratory, korshukovaam@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0000-6085-7434

**** leading specialist, khabarovpv@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0005-8636-4466

***** leading specialist, ostrinskiymo@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0009-7304-4876

***** chief specialist, barausovai@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0007-6316-7480

***** chief specialist, artyukhinav@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0009-2262-3747

***** leading specialist, zhukovvg@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0005-0544-7367

Abstract. Results of salmon fishery in 2023 are summarized for the main fishing districts of Magadan region. Data on the forecasted and actual catch of the species of pacific salmon and char (gen. *Salvelinus*) are presented; accuracy of the forecasts is estimated. Expected and observed spawning runs of salmon are compared. The values of salmon escapement to the spawning grounds are analyzed.

* Голованов Игорь Станиславович, ведущий специалист, golovanovis@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0000-2538-4280; Хованская Лариса Леонидовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, khovanskayall@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0001-2929-5653; Коршукова Анна Михайловна, заведующая лабораторией, korshukovaam@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0000-6085-7434; Хабаров Павел Владимирович, ведущий специалист, khabarovpv@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0005-8636-4466; Остринский Максим Олегович, ведущий специалист, ostrinskiymo@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0009-7304-4876; Бараусов Андрей Игоревич, главный специалист, barausovai@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0007-6316-7480; Артюхин Александр Владимирович, главный специалист, artyukhinav@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0009-2262-3747; Жуков Виталий Геннадьевич, ведущий специалист, zhukovvg@magadan.vniro.ru, ORCID 0009-0005-0544-7367.

© Голованов И.С., Хованская Л.Л., Коршукова А.М., Хабаров П.В., Остринский М.О., Бараусов А.И., Артюхин А.В., Жуков В.Г., 2024

Keywords: pink salmon, chum salmon, coho salmon, char, genus *Salvelinus*, commercial fishery, forecast validity, state of stock

For citation: Golovanov I.S., Khovanskaya L.L., Korshukova A.M., Khabarov P.V., Ostrinsky M.O., Barausov A.I., Artyukhin A.V., Zhukov V.G. Results of salmon fishery in Magadan Region in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 67–83. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-67-83. EDN: DQQOBG.

Введение

В Магаданской области лососевая путина является одним из ключевых прибрежных промыслов. Основные объекты лова — горбуша, кета, а также нерка и кижуч.

Промысел тихоокеанских лососей и гольцов (рода *Salvelinus*) различными видами рыболовства в Магаданской области осуществляется в строгом соответствии с ежегодно разрабатываемой региональной Стратегией промысла тихоокеанских лососей и гольцов (виды рода *Salvelinus*) в Магаданской области (далее — Стратегия).

Основной целью Стратегии является достижение максимально возможных уловов за счёт ведения рационального промысла, обеспечивающего пропуск в реки производителей тихоокеанских лососей в объёмах, необходимых для оптимального заполнения нерестилищ и выполнения программ заводского разведения тихоокеанских лососей.

Организацию, осуществление и регулирование промысла тихоокеанских лососей и гольцов проводят в соответствии с Федеральным законом от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (далее — 166-ФЗ) и с приказами Минсельхоза России: от 23.05.2019 г. № 267 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна» (далее — Правила рыболовства); от 08.04.2013 г. № 170 «Об утверждении Порядка деятельности комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных рыб» (далее — Приказ 170).

Региональная Комиссия по регулированию добычи (вылова) анадромных рыб (далее — Комиссия) в соответствии со ст. 29.1 «Добыча (вылов) анадромных видов рыб во внутренних водах Российской Федерации и в территориальном море Российской Федерации» 166-ФЗ и в соответствии с Приказом 170 устанавливает объём, сроки, места вылова и иные утверждаемые территориальным органом федерального органа исполнительной власти в области рыболовства условия вылова анадромных видов рыб для осуществления промышленного рыболовства, организации любительского рыболовства, а также рыболовства в целях обеспечения ведения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации (далее КМНС).

Комиссия принимает решение на основе научных материалов, рекомендаций и предложений Магаданского филиала ВНИРО (МагаданНИРО).

Материалы и методы

Материалы об объёмах вылова тихоокеанских лососей и гольцов (виды рода *Salvelinus*) в водных объектах материкового побережья Охотского моря основываются на данных официальной статистики, предоставленных до 2009 г. Охотским филиалом Главрыбвода, с 2009 г. — Охотским территориальным управлением Росрыболовства.

Количественные показатели, отражающие численность производителей тихоокеанских лососей, пропущенных на нерест в реки Магаданской области, а также гольцов, получены в ходе аэровизуальных работ с борта самолета типа Ан-2, выполняемых на участке побережья от р. Парень до зал. Шельтинга, а также при использовании беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в Тауйской губе Охотского моря. Учёт проводят со II декады июля по I декаду октября. Численность производителей тихоокеанских лососей определена согласно рекомендациям В.В. Кондюрина [1965] и А.В. Евзерова [1973, 1975]. Общая численность подходов производителей тихоокеанских

лососей оценена суммарно — по результатам их пропуска в водные объекты и объемов вылова различными видами рыболовства.

Результаты и их обсуждение

Лососевая путина в Магаданской области в 2023 г. продолжалась в течение двух с половиной месяцев — с 24 июня по 11 сентября. Как и в предыдущие годы, вылов тихоокеанских лососей и гольцов (виды рода *Salvelinus*) проводился по 5 видам рыболовства: промышленный, любительский, для нужд КМНС, а также в целях аквакультуры и научно-исследовательских.

Промышленный лов тихоокеанских лососей и гольцов (виды рода *Salvelinus*) осуществлялся на 60 рыболовных участках (РЛУ) рыбопромышленными организациями, на 15 РЛУ проводился их любительский лов.

Суммарный вылов тихоокеанских лососей и гольцов (виды рода *Salvelinus*) всеми видами рыболовства в Магаданской области в 2023 г. превысил показатель в 15 тыс. т, что в текущем столетии, бесспорно, является одним из рекордных, превысив показатель 2009 г. В целом выделенные объемы лососей в ходе путины текущего года были освоены на 90,1 % (табл. 1).

Основу уловов лососевых рыб в Магаданской области в ряду нечетных лет формирует горбуша. В общем объеме вылова в 2023 г. основной вклад этого вида в региональный составил более 86 %. Доля кеты не превысила 11 %, незначительные объемы вылова отмечены у гольцов, кижуча и нерки — соответственно 2,2, 0,6 и 0,1 % (рис. 1).

По результатам анализа соотношения прогнозных оценок и фактических величин подходов лососей в реки материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области подходы горбуши оказались выше прогнозных на 23 % (табл. 2).

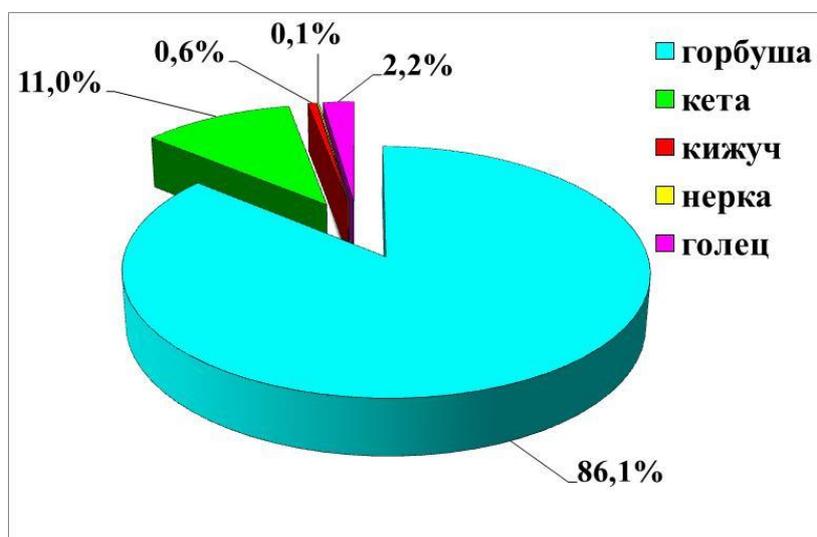


Рис. 1. Структура объемов вылова тихоокеанских лососей и гольцов (виды рода *Salvelinus*) в реках материкового побережья Охотского моря в 2023 г.

Fig. 1. Structure of catch volumes of Pacific salmon and char (species of the genus *Salvelinus*) in the rivers of the mainland coast of the Sea of Okhotsk in 2023

Возврат горбуши, превышающий прогнозную величину подходов к магаданскому побережью, можно объяснить повышенной выживаемостью этого поколения в морской период его нагула благодаря благоприятным условиям, что подтверждается и общими крайне высокими возвратами этого вида тихоокеанских лососей, в частности к побережью западной Камчатки и Дальнего Востока в целом.

По кете и кижучу подходы оказались несколько ниже ожидаемых — отклонение в оценках не превысило 5 (кета) и 16 % (кижуч).

Таблица 1

Объемы вылова тихоокеанских лососей и голецов (виды рода *Salvelinus*) в Магаданской области в 2023 г.

Table 1

Landing of pacific salmon and char (gen. *Salvelinus*) in Magadan region in 2023

Категория пользователей	Горбуша			Кета			Нерка			Кижуч			Гонец			Всего		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
Промышленное, прибрежное рыболовство	12887,30	12575,80	97,6	1549,63	1469,94	94,9	16,5	16,29	99,0	59,90	57,83	97,0	390,30	317,06	81,2	14903,60	14437,0	96,9
Любительское рыболовство	109,50	88,47	80,8	51,10	39,64	77,6	1,5	0,75	50,1	17,0	10,76	63,0	4,10	2,66	64,9	183,20	142,28	77,7
Для нужд КМНС	244,0	241,52	99,0	108,0	104,47	96,7	0	-	-	12,50	12,44	100	17,50	16,84	96,2	382,0	375,27	98,2
НИР и контрольные цели	11,51	6,28	54,5	13,81	4,13	29,9	2	0,92	46,2	9,01	3,50	39,0	1,78	0,36	19,9	38,11	15,18	39,8
Аквакультура (рыбоводство)	42,32	42,31	100	39,02	27,29	70,0	0	0	-	3,26	3,26	100	0	-	-	84,59	72,87	86,1
Итого	13294,60	12954,40	97,4	1761,56	1645,47	93,4	20,0	17,96	89,8	101,67	87,79	86,0	413,70	336,92	81,4	15591,50	15042,60	96,5
Резерв с учетом прилова	983,37	-	-	40,45	-	-	0	-	-	0,33	-	-	83,34	-	-	1107,49	-	-
Общее освоение	14278,0	12954,40	90,7	1802,0	1645,47	91,3	20,0	17,96	89,8	102,0	87,79	86,1	497,0	336,92	67,8	16699,0	15042,60	90,1

Примечание. 1 — прогнозируемый вылов, т; 2 — фактический вылов, т; 3 — освоение, %.

Таблица 2

Прогноз и фактические величины подходов и вылова тихоокеанских лососей в Магаданской области в 2023 г.

Table 2

Forecasted and actual values of pacific salmon approaches and catches in Magadan Region in 2023

Вид	Подходы, тыс. рыб		Отклонение, %		Вылов, т		Отклонение, %
	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт	
Горбуша	20000	25940	+22,9		14278	12954,5	-8,3
Кета	1675	1599	-4,8		1802*	1645,5	-10,2
Кижуч	147	127	-15,7		102	87,8	-13,9

* С учетом корректировки.

Общая величина подходов горбуши в реки материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области определена на уровне 26,0 млн экз., кеты — более 1,5, кижуча — 0,1 млн экз. (табл. 2).

Лососевая путина 2023 г. Магаданской области характеризовалась высоким уровнем освоения выделенных объёмов. При этом первое место среди групп пользователей водными биоресурсами занимали КМНС — 98,2 %, затем промышленное рыболовство — 96,9, аквакультура (рыбоводство) — 86,1, любительское рыболовство — 77,7 %.

На территории Магаданской области существуют два основных района промысла лососей — зал. Шелихова, куда входят Гижигинская и Ямская группы рек, и Тауйская губа, куда относятся Ольская и Тауйская группы рек (рис. 2).



Рис. 2. Карта-схема промысловых районов Магаданской области. Группы рек: 1 — Гижигинская, 2 — Ямская, 3 — Ольская, 4 — Тауйская

Fig. 2. Scheme of fishing districts in Magadan Region. The groups of rivers: 1 — Gizhiga group, 2 — Yama group, 3 — Ola group, 4 — Tauya group

Тауйская губа, как основной район промысла горбуши и кеты, каким он являлся в XX веке, утратил свое значение [Горохов и др., 2019, 2020], поэтому Стратегией были даны рекомендации о необходимости увеличить промысловую нагрузку на ресурсы тихоокеанских лососей и гольцов на зал. Шелихова до 80 %, и в первую очередь — на Гижигинскую губу.

В результате среди основных районов промысла лидирующую роль в объемах вылова горбуши и кеты в 2023 г. занимали реки зал. Шелихова, куда входят Ямская и Гижигинская группы рек. Суммарная доля вылова горбуши в реках зал. Шелихова составила около 76,5 %, кеты — 83,0 % (рис. 3).

Такое распределение в последние годы стало уже традиционным и отражает реальное соотношение состояния запасов, 2023 г. не стал исключением (рис. 4). Так, в водоёмах зал. Шелихова запасы горбуши и кеты выше, однако на некоторых РЛУ вылов ограничивается мощностью переработки. Очевидно, что в годы высокочисленных подходов стоит продолжать привлекать суда-процессоры для приёмки сырца в большем количестве, как было реализовано в 2023 г., или активнее развивать береговую переработку.

В отношении объемов вылова кижуча лидирующие позиции сохраняют реки Тауйской губы, куда относят Ольскую и Тауйскую группы рек. При этом его вылов в основном осуществляется в Та-

уйской группе рек — 69,2 % общих объемов (см. рис. 3), что связано с наибольшими запасами этого вида лосося в данной группе рек (рис. 4).

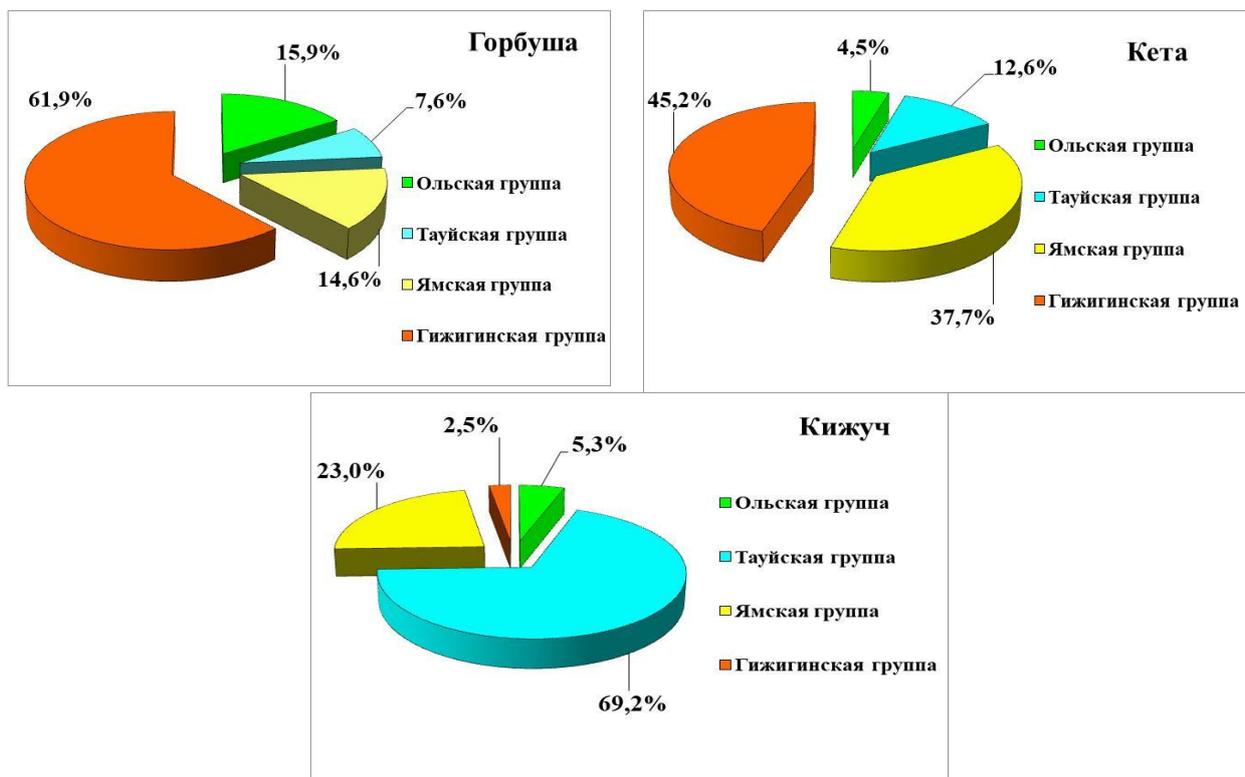


Рис. 3. Соотношение объемов вылова горбуши, кеты и кижуча по группам рек материкового побережья Охотского моря в 2023 г.

Fig. 3. Species ratio (pink salmon, chum salmon, coho salmon) in the catch of pacific salmon on the mainland coast of the Okhotsk Sea in 2023, by groups of rivers

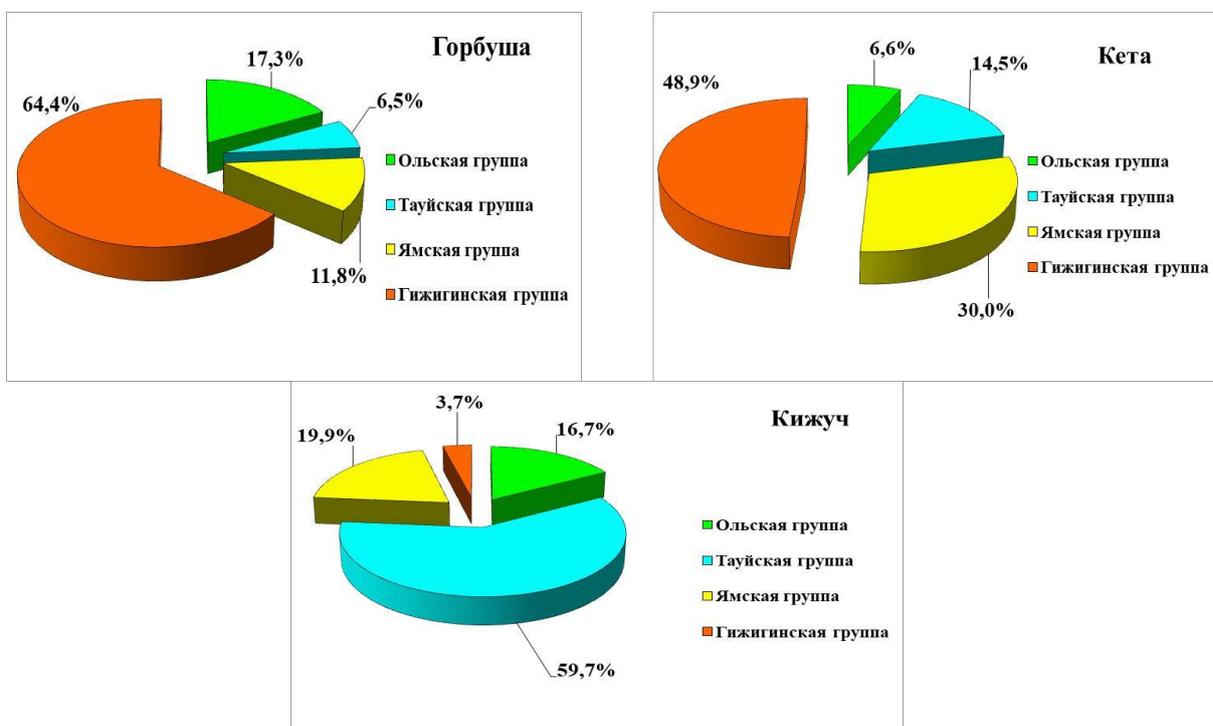


Рис. 4. Распределение подходов горбуши, кеты и кижуча по группам рек материкового побережья Охотского моря в 2023 г.

Fig. 4. Pacific salmon species (pink salmon, chum salmon, coho salmon) approach to the mainland coast of the Okhotsk Sea in 2023, by groups of rivers

В настоящее время у кеты рек материкового побережья Охотского моря в границах Магаданской области лидирующее положение по запасам занимает её поздняя форма, вклад которой в численность возвратов увеличился до 90 % [Волобуев, Марченко, 2011; Горохов и др., 2020]. В Ямской и Гижигинской группах рек численность ранней формы кеты наиболее высока в реках Сиглан, Иреть, Тахтояма и Широкая. В отдельные годы в данных реках её численность может достигать 40–50 % общей численности возвратов кеты. В 2023 г. в некоторых реках зал. Шелихова, например в р. Иреть, где сохранились в относительно благополучном состоянии запасы летней формы кеты, отмечались её хорошие подходы. Данные материалы легли в основу корректировки в сторону увеличения прогнозируемого вылова кеты в реках материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области и, в частности, для рек зал. Шелихова. В результате оперативного регулирования на заседании Бюро Отраслевого совета по промысловому прогнозированию при Федеральном агентстве по рыболовству (Протокол от 02.08.2023 г.) была утверждена корректировка прогнозируемого объёма вылова кеты материкового побережья Охотского моря в сторону увеличения — 500 т.

При рассмотрении динамики подходов и вылова горбуши по группам рек ряда нечетных урожайных лет 1987–2023 гг. в последние годы отмечена тенденция к росту не только её запасов, но и вылова (рис. 5). При этом по Ольской и Тауйской группам рек взаимосвязь между численностью подходов и объемами вылова была относительно высокой, а в Гижигинской группе рек, где самые высокие запасы горбуши, наблюдали относительно слабую взаимосвязь из-за перезагруженности рыбоперерабатывающих мощностей (рис. 6).

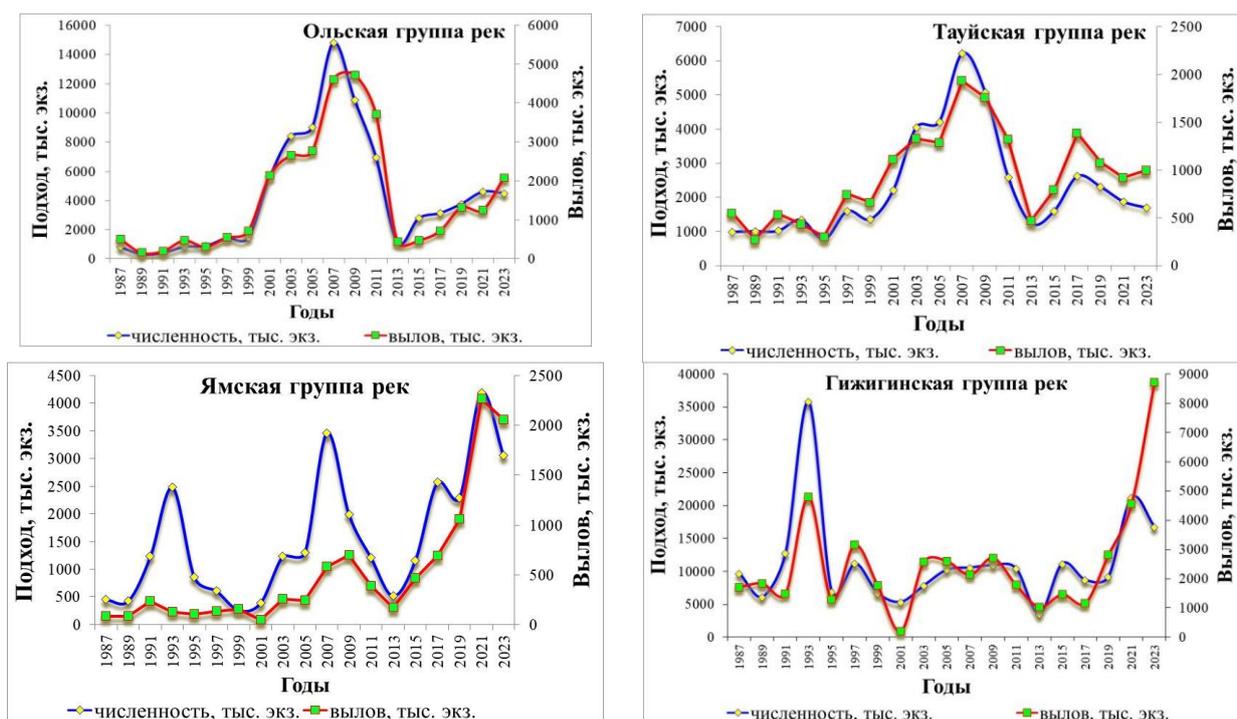


Рис. 5. Динамика подходов и вылова горбуши по группам рек в Магаданской области по ряду нечетных лет

Fig. 5. Dynamics of pink salmon approaches to the rivers of Magadan Region and annual catch of the species in odd years, by groups of rivers

В ходе анализа динамики нарастающих объемов вылова горбуши по пятидневкам в 2023 г. и ряда нечетных лет отмечено существенное превышение (в 3,5 раза) среднееголетних данных (рис. 7).

При рассмотрении динамики вылова горбуши по пятидневкам максимальные уловы горбуши в 2023 г. наблюдали в 3-й пентаде июля, что вполне соответствовало среднееголетним данным (рис. 8). В 2021 г. максимальные объемы вылова наблюдали в 3–6-й пентадах июля.

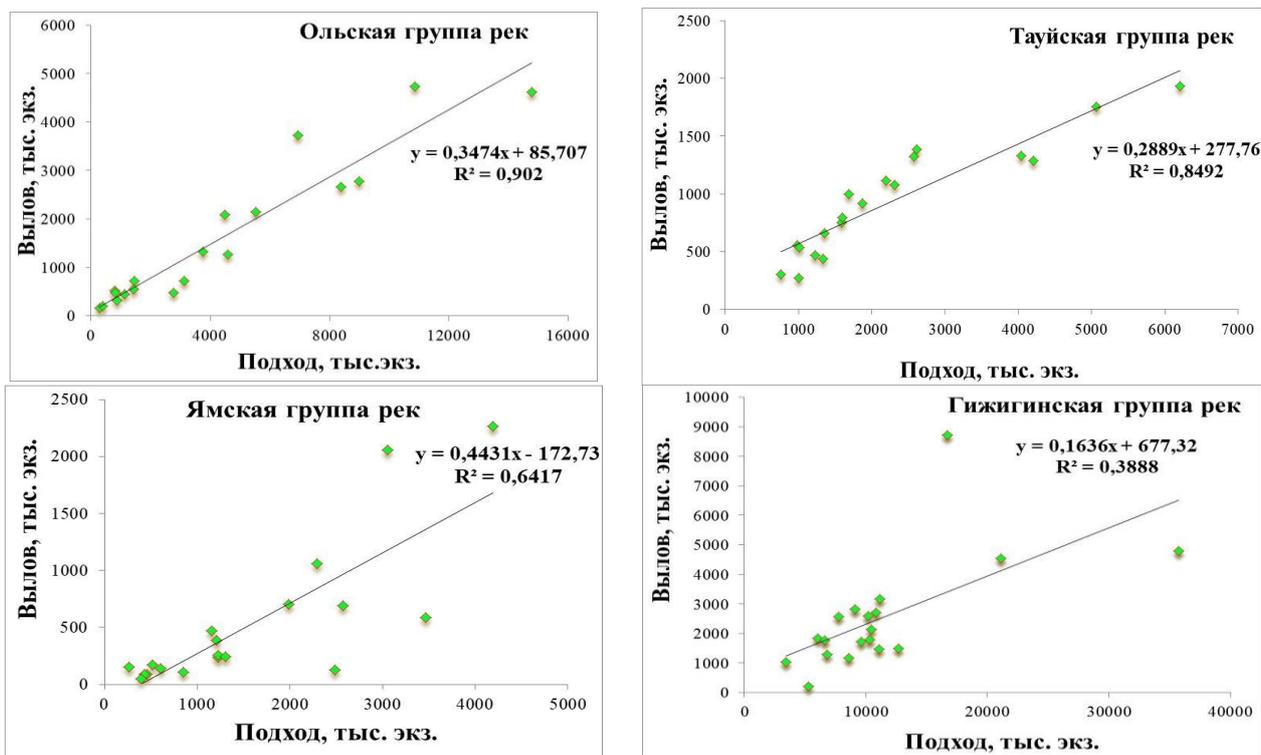


Рис. 6. Зависимости подходов и вылова горбуши по группам рек в Магаданской области по ряду нечетных лет

Fig. 6. Relationships between the approaches and catches of pink salmon in Magadan Region for odd years, by groups of rivers

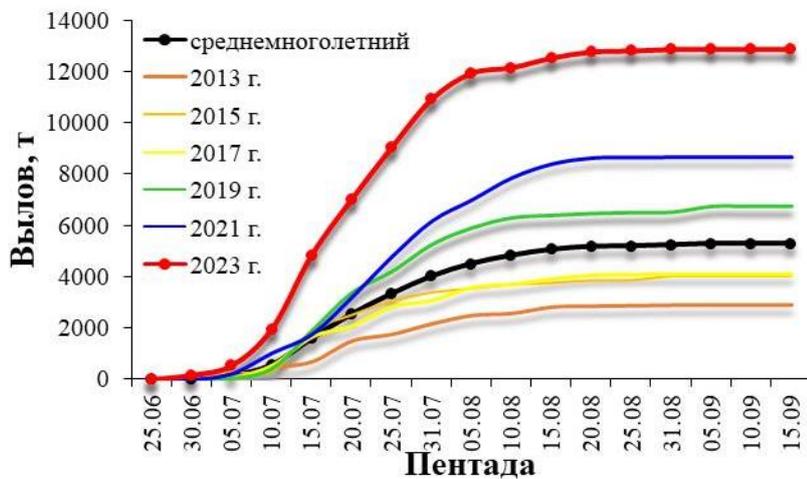


Рис. 7. Динамика нарастающих объемов вылова горбуши по пятидневкам в реках материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области

Fig. 7. Dynamics of cumulative catch of pink salmon catch in the rivers of the Okhotsk Sea coast within Magadan Region, by 5-days

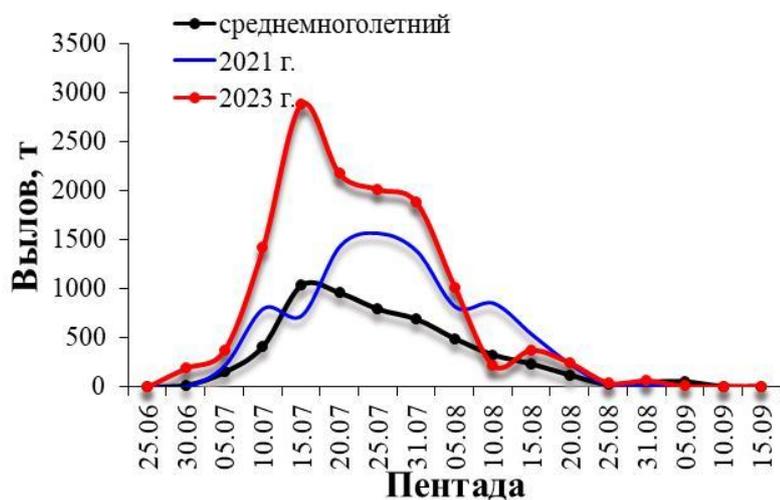


Рис. 8. Динамика вылова горбуши по пятидневкам в реках материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области

Fig. 8. Dynamics of pink salmon catch in the rivers of the Okhotsk Sea coast within Magadan Region, by 5-days

По результатам анализа динамики нерестовых подходов производителей кеты и уловов в реках материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области за 1987–2023 гг. в 2023 г. наблюдали общую тенденцию к незначительному росту запасов для всех групп рек, а также к росту уловов, за исключением Ольской группы рек (рис. 9).

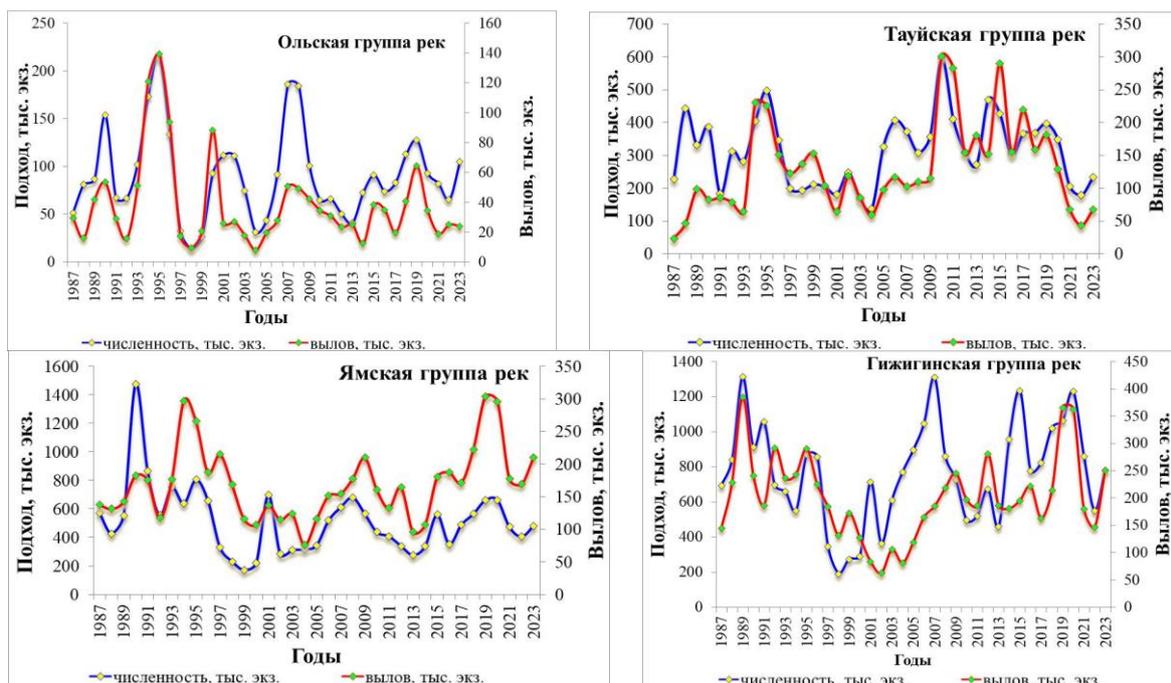


Рис. 9. Динамика подходов и вылова кеты по группам рек в Магаданской области в 1987–2023 гг.
Fig. 9. Dynamics of chum salmon approaches and catch in Magadan Region in 1987–2023, by groups of rivers

Аналогично горбуше значимая положительная корреляция между численностью подходов производителей кеты и их уловами обнаружена по Ольской группе рек, где запасы кеты самые мало-численные. При этом замечено, что чем выше запасы этого вида лососей в группе рек, тем ниже проявлялась корреляция между нерестовыми подходами и уловами (рис. 10).

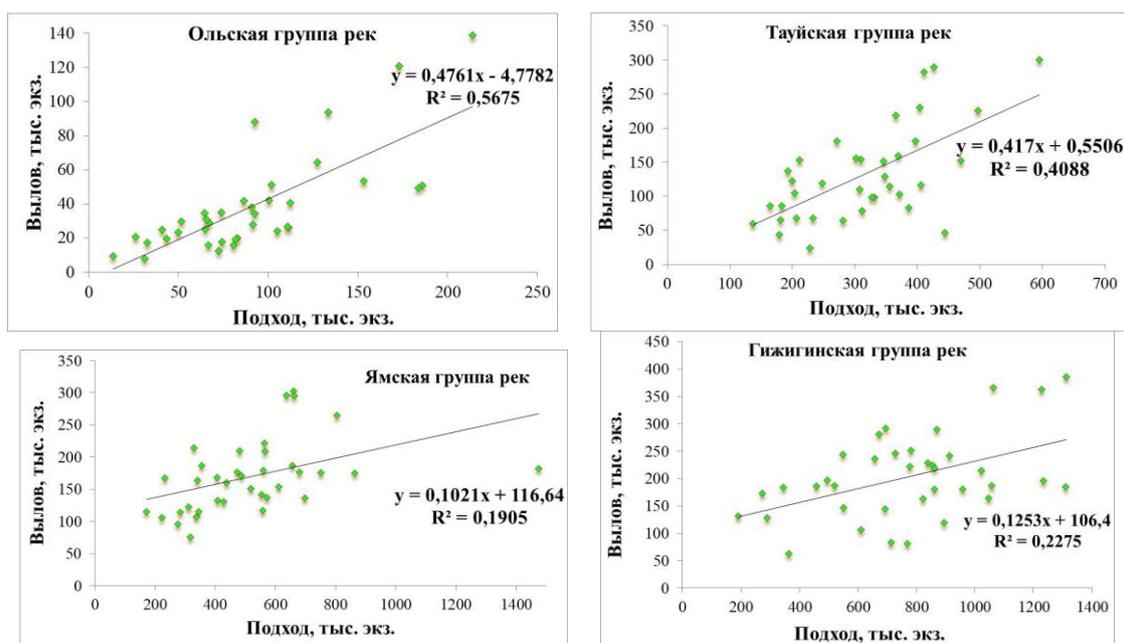


Рис. 10. Зависимости подходов и вылова кеты по группам рек в Магаданской области в 1987–2023 гг.
Fig. 10. Relationships between the approaches and catches of chum salmon in Magadan Region for the 1987–2023, by groups of rivers

Объемы вылова кеты в реках материкового побережья Охотского моря в 2023 г. оказались существенно ниже среднееголетнего уровня. Максимальные объемы этого вида лосося, которые оказались выше среднееголетних значений, наблюдали в 2019 и 2020 гг. (рис. 11).

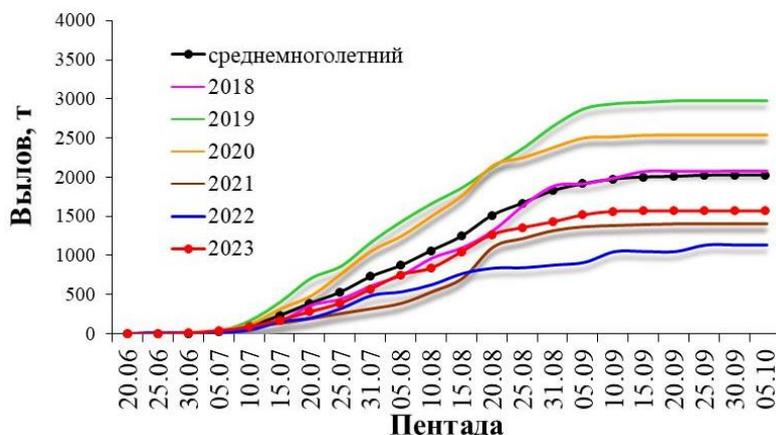


Рис. 11. Динамика нарастающих объемов вылова кеты по пятидневкам в реках материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области

Fig. 11. Dynamics of cumulative catch of chum salmon in the rivers of the Okhotsk Sea coast within Magadan Region, by 5-days

В отношении объемов вылова кеты по пятидневкам — в 2023 г. максимальные уловы отмечены в 4-й пентаде июля, а также в 1-й и 3–4-й пентадах августа (рис. 12). В среднееголетнем аспекте диапазон относительно высоких уловов оказался более обширен — с 3-й пентады июля по 6-ю пентаду августа. Предыдущий 2022 г. характеризовался несколькими пиками повышенных уловов со сдвигом на более ранние сроки — с 3-й пентады июля по 3-ю пентаду августа, а также в период завершения лососевой путины — во 2- и 5-й пентадах сентября.

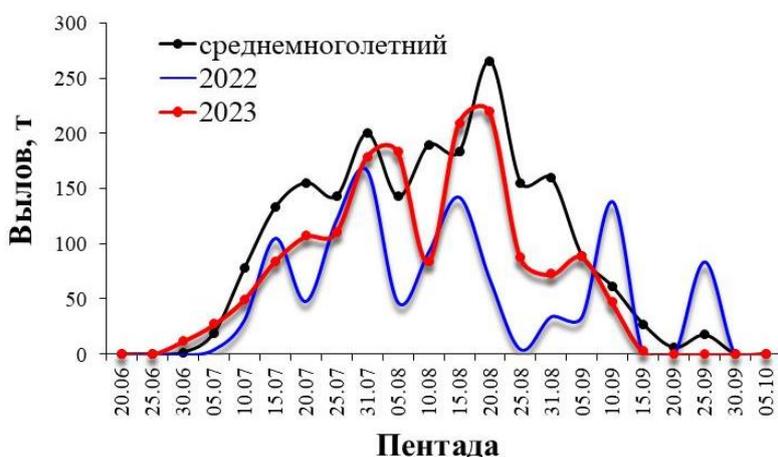


Рис. 12. Динамика вылова кеты по пятидневкам в реках материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области

Fig. 12. Dynamics of chum salmon catch in the rivers of the Okhotsk Sea coast within Magadan region, by 5-days

Как было отмечено выше, основные запасы кижуча сосредоточены в Тауйской группе рек и, по убыванию, в Ольской и Ямской группах рек. При рассмотрении динамики нерестовых подходов кижуча по группам рек за 1987–2023 г., в 2022–2023 гг. наблюдалась тенденция к незначительному росту его запасов в Ямской группе рек, а в 2023 г. по Ольской группе рек (рис. 13), что превысило среднееголетние значения на 13,6 % (среднееголетняя численность в Ямской группе рек 22 тыс. экз.) и на 4,8 % (среднееголетняя численность в Ольской группе рек — 21 тыс. экз.).

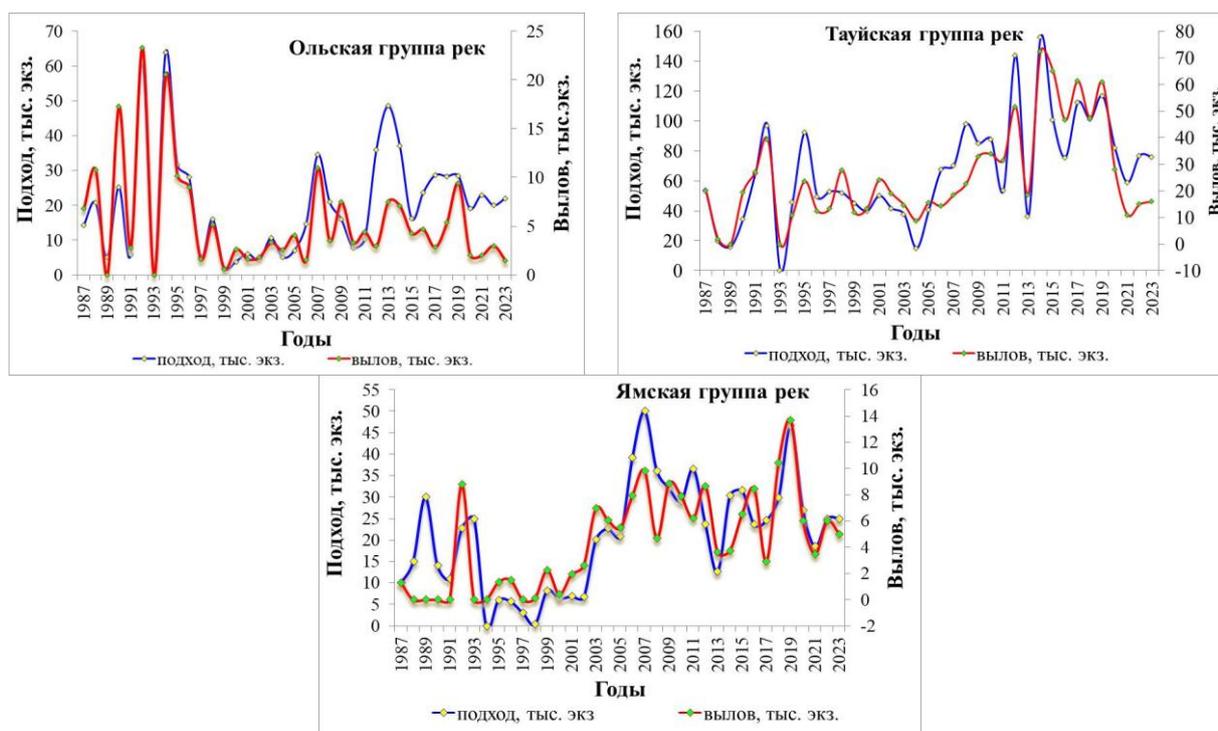


Рис. 13. Динамика подходов и вылова кижуча по группам рек в Магаданской области в 1987–2023 гг.

Fig. 13. Dynamics of coho salmon approaches and catch in Magadan Region for the 1987–2023, by groups of rivers

В Тауйской группе рек в 2022 и 2023 гг. численность нерестовых подходов стабилизировалась на уровне 77 тыс. экз. (2022 г.) и 76 тыс. экз. (2023 г.), что оказалось выше среднееголетнего показателя (68 тыс. экз.) по данной группе рек соответственно на 13,2 и 11,8 %. Одновременно в динамике лет с увеличением численности подходов, так же как у горбуши и кеты, росли уловы кижуча, и наоборот, что подтверждается значимыми линейными зависимостями между данными показателями (рис. 14).

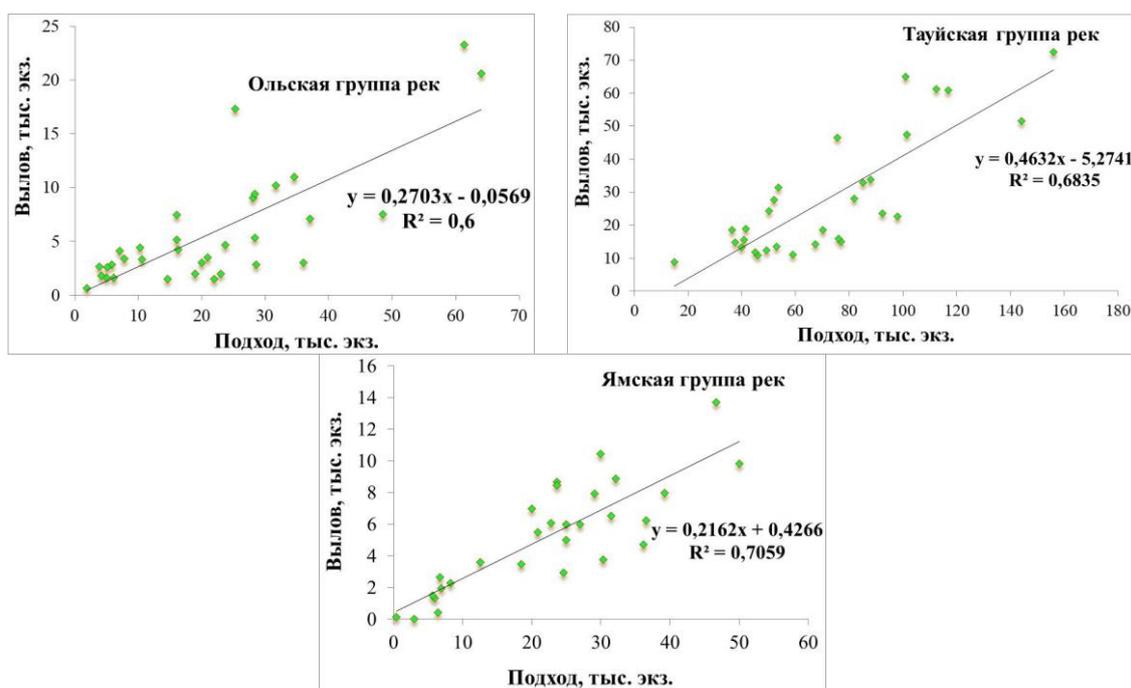


Рис. 14. Зависимости подходов и вылова кижуча по группам рек в Магаданской области в 1987–2023 гг.

Fig. 14. Relationships between the approaches and catches of coho salmon in Magadan Region for the 1987–2023, by groups of rivers

В ходе сопоставления нарастающих объемов вылова кижуча в 2023 г. со среднемноголетними данными в 2023 г. наблюдали снижение в 2,0–2,7 раза. Наибольшие объемы отмечены в 2018 и 2019 гг., они превышали среднемноголетний уровень в 1,4–1,8 раза (рис. 15).

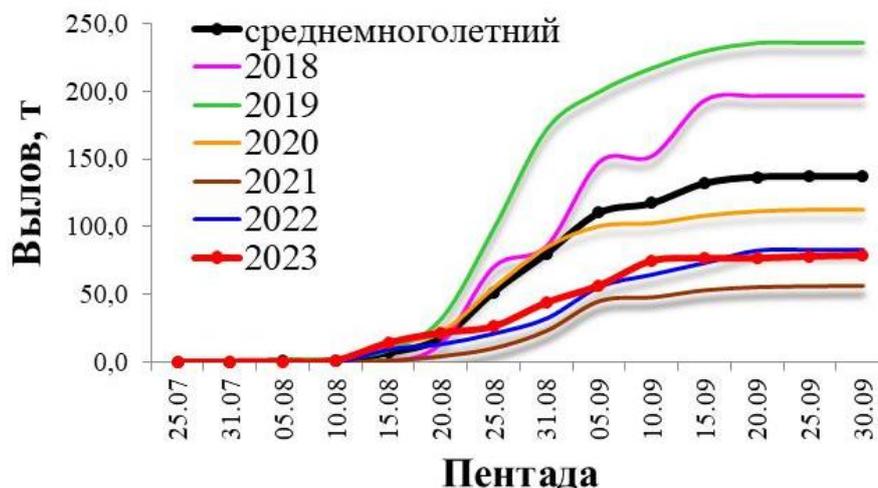


Рис. 15. Динамика нарастающих объемов вылова кижуча по пятидневкам в реках материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области

Fig. 15. Dynamics of cumulative catch of coho salmon in the rivers of the Okhotsk Sea coast within Magadan region, by 5-days

В 2023 г. максимальные объемы вылова кижуча наблюдали в 3-й пентаде августа и с 6-й пентады августа по 2-ю пентаду сентября — в сроки, соответствующие среднемноголетним данным. Однако объемы вылова существенно уступали среднемноголетнему уровню (рис. 16).

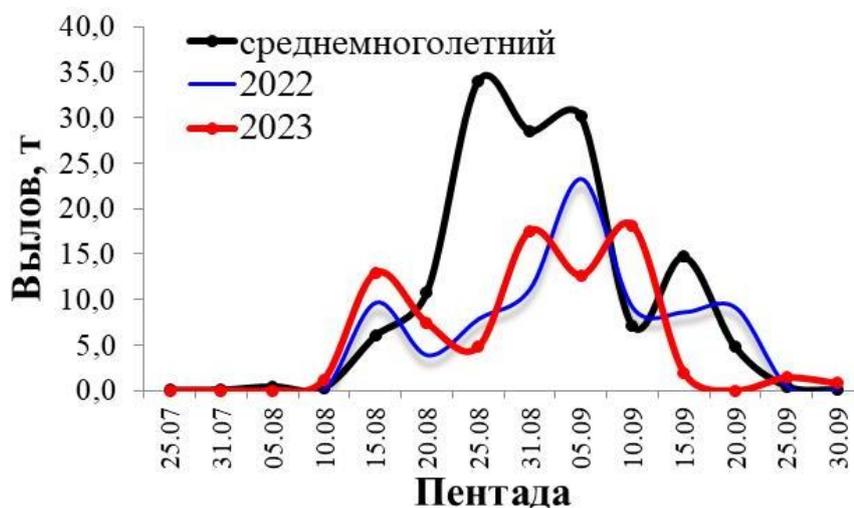


Рис. 16. Динамика вылова кижуча по пятидневкам в реках материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области

Fig. 16. Dynamics of coho salmon catch in the rivers of the Okhotsk Sea coast within Magadan Region, by 5-days

Характерной особенностью организации лососевой путины в 2023 г. в Магаданской области являлось продолжение использования практики, начатой еще в 2022 г., — объединения РЛУ в группы (в границах сформированных групп РЛУ промысел тихоокеанских лососей осуществляют в счет общего выделенного на группу объема — Комиссия выделяет объем на группу сформированных РЛУ). Для рек материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области в 2023 г. были сформированы три группы участков: от Иретьского лимана до р. Туманы (включительно) — 1-я груп-

па; в Гижигинской губе от акватории бухты Дресвяной до акватории Вархаламской губы (бухта Тихая) — 2-я группа; в Ямской губе от зал. Забияка до зал. Бабушкина — 3-я группа. В каждой группе РЛУ в промысле помимо речных были задействованы и морские участки. В зависимости от состояния запасов тихоокеанских лососей по водотокам были распределены и объёмы тихоокеанских лососей и гольцов для осуществления промышленного рыболовства. Наибольший объём лососей и гольцов был распределён на 2-ю группу РЛУ, в которую включили самое большое количество РЛУ с максимальным уровнем запасов. Основу выделенных объёмов во всех трёх группах РЛУ составляла горбуша и кета.

Освоение горбуши в путину 2023 г. среди всех сформированных трех групп РЛУ в 2023 г. составило 97,0–97,7 %, кеты — 88,0–89,3, кижуча — 100, гольца — 76,4–92,0 % (табл. 3).

Таблица 3
Освоение прогнозируемого вылова тихоокеанских лососей и гольцов (виды рода *Salvelinus*) по группам рек материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области в 2023 г., %

Table 3

Realization (%) of the forecasts for catch of pacific salmon and char (gen. *Salvelinus*) in the rivers of the Okhotsk Sea coast within Magadan region, by groups of rivers

Объект	Группа РЛУ 1	Группа РЛУ 2	Группа РЛУ 3
Горбуша	97,0	97,9	97,0
Кета	99,0	89,3	88,0
Кижуч	100	–	–
Нерка	–	100	–
Гольц	93,0	76,4	92,0

Применение вышеупомянутой практики позволило оперативно и своевременно регулировать промысел тихоокеанских лососей. При этом в группе РЛУ был один пользователь, благодаря чему оперативно перераспределялись объёмы вылова внутри группы. Ежесуточная отчётность по вылову, а также налаженная система тройных уведомлений групп РЛУ при достижении 70 %, 90 и 100 % освоения выделенных объёмов, организованная Охотским территориальным управлением Росрыболовства, позволяла оперативно отслеживать динамику вылова и своевременно выделять дополнительные объёмы из нераспределенного остатка. В целом во всех трёх группах РЛУ отмечен высокий уровень освоения выделенных объёмов.

Однако при применении общего выделенного на группу РЛУ объёма и формировании групп рек существует риск перелова запасов лососей в случае неравных по уровню запасов рыб внутри этой группы. Так, например, в 2022 г. промысел лососей в группе РЛУ, сформированной для рек Ямской губы, осуществлялся двумя пользователями на двух водных объектах, неравнозначных по состоянию запасов — в р. Яма и р. Малкачан. При этом использование общих выделенных объёмов для распределения дополнительных объёмов по вылову лососей пользователю, который освоил бы быстрее выделенные квоты внутри группы РЛУ в р. Малкачан, могло привести к риску локального перелова на данном водном объекте, менее значимом по уровню запасов лососей, чем р. Яма.

В процессе выполнения работ по оперативному регулированию промысла в целях достижения максимально возможного вылова подошедших на нерест производителей и обеспечения пропуска количества производителей на нерест МагаданНИРО, регулярно подготавливал рекомендации и направлял их в Комиссию. В качестве меры регулирования промысла вводились дополнительные проходные дни на отдельных водоёмах, где отмечался недостаточный пропуск производителей. После обследования и подтверждения данных о достаточном пропуске производителей режим проходных дней смягчался.

Научное сопровождение путины проводилось 8 научными группами. Специалисты филиала работали как на научных неводах, так и в режиме мониторинга промысла тихоокеанских лососей и

гольцов. В целом за период научно-исследовательских работ проанализировано 7,7 тыс. экз. производителей тихоокеанских лососей и гольца.

Важнейшей составляющей объединения РЛУ в группы для оперативного регулирования промысла тихоокеанских лососей является оценка пропуска производителей облавливаемых стад на нерестилища с целью достижения оптимума их заполнения.

В Охотское море на территории Магаданской области впадает более 80 водотоков, распределенных по побережью протяженностью более 2 тыс. км. Дорожная инфраструктура в Магаданской области развита слабо, что осложняет перемещение людей и грузов по области. Относительно хорошее состояние она имеет только в пределах Тауйской губы от р. Ола до р. Тауй, охватывая нижнее течение рек этого района. На остальной территории она носит характер местных, коротких, индивидуальных отрезков. При отсутствии должного финансового обеспечения воздушного мониторинга осуществление контроля за заполнением нерестилищ на большей части территории региона при современном техническом обеспечении представляется достаточно сложной задачей.

Регулярные мониторинговые работы по аэровизуальному учету лососей с использованием пилотируемых летательных аппаратов в Магаданской области из-за дефицита финансирования не проводятся с 2022 г.

Поэтому особенностью исследований 2023 г. по лососевой тематике, помимо мониторинга учета пропуска производителей лососей в рамках ресурсных исследований и мониторинга промысла, являлось развивающееся перспективное новое направление — аэроучетные съемки с использованием БПЛА для оценки пропуска производителей на нерестилища. Данные съемки проводились в течение июля — октября одной мобильной группой на 7 реках Тауйской губы (Ола, Тауй, Ойра, Армань, Дукча, Магаданка и Яна). Полетное время составило 55 ч 25 мин, заснят видеоматериал объемом 173 Гб.

Благодаря регулярному мониторингу численности производителей лососей в контролируемых водотоках Магаданской области в 2023 г. были выявлены заметные подходы производителей кеты в отдельные реки зал. Шелихова. В результате на основании оперативно подготовленного научного обоснования по увеличению вылова этого вида лососей суммарный объем прогнозируемого вылова лососей на 2023 г. составил 16699 т вместо ранее прогнозируемого — 16199 т.

По результатам учета численности тихоокеанских лососей, пропущенных на нерест в реки материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области в 2023 г. в целом пропуск горбуши превысил оптимум в 1,4 раза (на 35 % выше расчетного оптимума) (табл. 4). При этом её пропуск в реки зал. Шелихова был превышен на 63 % (Гижигинская группа рек) и 82 % (Ямская группа рек).

Таблица 4

Показатели фактического и оптимального заполнения нерестилищ тихоокеанских лососей в Магаданской области в 2023 г., тыс. экз.

Table 4

Values of actual and optimal filling of the spawning grounds for pacific salmon in Magadan Region in 2023, 10³ ind.

Группа рек	Горбуша		Кета		Кижуч	
	Пропуск	Оптимум	Пропуск	Оптимум	Пропуск	Оптимум
Гижигинская	8000	4900	530	660	4	4
Ямская	1000	550	270	340	20	18
Ольская	2403	2350	81	62	20	15
Тауйская	690	1150	165	210	60	53
Итого по Магаданской области	12093	8950	1046	1272	104	90

Однако среди групп рек в Тауйской группе пропуск горбуши на нерест оказался ниже оптимума в 1,7 раза — всего 60 % от расчетного оптимума. Неблагоприятная обстановка сложилась на

нерестилищах кеты — пропуск производителей по региону не достиг оптимума — всего 82,2 % от расчетного оптимума, за исключением самой малочисленной по запасам Ольской группы рек, где оптимум был превышен в 1,3 раза (на 31 % выше расчетного оптимума). Одновременно с этим в 2023 г. наметилась положительная тенденция по заполнению нерестилищ производителями кижуча по всем рекам магаданского побережья. В целом заполнение нерестилищ производителями кижуча превысило оптимум в 1,2 раза (на 15,6 % выше расчетной величины оптимума).

Специалисты филиала приняли участие в 11 заседаниях рабочей группы, 16 заседаниях Комиссии, подготовили 24 рекомендации. Также сопровождение путины выражалось в участии в еженедельных штабах путины Федерального агентства по рыболовству и научных штабах путины ВНИРО. В ходе путины 2023 г. проведена одна корректировка прогнозируемого вылова кеты, которая была оперативно рассмотрена и одобрена на Бюро Отраслевого совета.

Таким образом, на протяжении всей лососевой путины в 2023 г. выполнялось соответствующее научное сопровождение хода лососевых видов рыб.

Заключение

В путину 2023 г. отмечены рекордные по численности для Магаданской области подходы лососей и соответственно объемы вылова — более 15 тыс. т. Основу подходов и вылова среди видов лососей составляла горбуша — соответственно 93,8 и 96,0 %. Основные её запасы сосредоточены в реках зал. Шелихова (Ямская и Гижигинская группы рек), поэтому Стратегией в 2023 г. основная промысловая нагрузка была распределена (до 80 % выделенных объемов) на вышеперечисленные группы.

Об успешном проведении лососевой путины в 2023 г. в Магаданской области свидетельствует относительно высокий уровень освоения объемов тихоокеанских лососей и гольцов различными видами рыболовства — 90,1 %.

Прогноз запасов тихоокеанских лососей в Магаданской области на 2023 г. следует признать в целом хорошим — по горбуше оправдываемость прогноза составила 77,1 %, по кете — 95,2, по кижучу — 84,3 %. Оправдываемость прогноза вылова оказалась на относительно высоком уровне: по горбуше — 91,7 %, по кете — 126,4, по кижучу — 86,1 %.

Значительную эффективность в 2023 г. показала практика формирования в Магаданской области групп РЛУ с общим объемом вылова, о чем свидетельствует высокий уровень освоения выделенных квот лососей. Следует продолжить использование вышеназванной практики, но с обязательным учетом сходности по уровню запасов лососей внутри каждой группы РЛУ.

Пропуск горбуши в реки материкового побережья Охотского моря в 2023 г. в пределах Магаданской области оказался на 35 % выше расчетной величины оптимума. При этом существенно превышен оптимум в реках зал. Шелихова, что связано с высокой численностью подходов. Исключение составила Тауйская группа рек, где заполнение нерестилищ производителями горбуши составило не более 60 % от расчетной величины оптимума.

Вызывает определенное беспокойство состояние запасов кеты для всего материкового побережья Магаданской области, и в большей степени это касается Тауйской группы рек. Несмотря на некоторый рост численности нерестовых подходов этого вида лососей в 2023 г. во всех промысловых районах, оптимальный уровень заполнения нерестилищ не обеспечен — всего 82,2 % от расчетной величины оптимума, за исключением самой малочисленной по запасам Ольской группы рек, где оптимум был превышен на 31 %.

В 2023 г. с долей осторожности отмечена положительная тенденция роста запасов кижуча для всех рек материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области. Однако объемы его вылова все же существенно уступают среднемуголетнему уровню.

Росту численности нерестовых подходов кеты и кижуча в реки материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области в 2023 г. способствовали ежегодно разрабатываемые МагаданНИРО научно-обоснованные рекомендации по установлению сроков начала и запрета рыболовства; определению районов и мест вылова лососей, введению режима проходных дней в лососевую путину на морских и речных рыболовных участках, в зависимости от состояния запасов лососей, а в отдельных реках полному закрытию промышленного рыболовства; снижению промысловой нагрузки, в частности на реки Тауйской губы (до 20 %), реализованные в Стратегии.

На современном этапе имеется необходимость в расширении парка БПЛА широкого радиуса действия, способных охватить такие обширные территории, как Магаданская область, а также в обеспечении научных групп, проводящих мониторинговые работы в зал. Шелихова, БПЛА малого радиуса действия для учёта мигрирующих на нерест тихоокеанских лососей в верховьях малых водотоков. Кроме того, одним из путей усовершенствования объективности учета лососей может стать привлечение БПЛА пользователей, осуществляющих промышленное рыболовство, выполняющих фотосъемку скоплений лососей в реках и их верховьях, исключительно на необлавливаемых участках. Тем не менее комплекс вышеперечисленных мероприятий для побережья Магаданской области с большим количеством водотоков может быть существенно дополнен возобновлением работ по аэровизуальному обследованию нерестилищ лососей с использованием пилотируемых летательных аппаратов.

Благодарности (ACKNOWLEDGMENT)

Авторы выражают благодарность С.Л. Марченко (Госрыбцентр), А.Ю. Рогатных, В.В. Волобуеву, а также специалистам Охотского филиала Главрыбвода и Охотского территориального управления Росрыболовства за предоставленные данные по тихоокеанским лососям и гольцам рода *Salvelinus*, которые использованы для подготовки материалов данной статьи.

The authors are grateful to S.L. Marchenko (Gosrybcenter), A.Y. Rogatnykh, V.V. Volobuyev, and to the specialists of the Okhotsk branch of Glavrybvod and Okhotsk Territorial Administration of the Federal Fisheries Agency, who provided the data on catches of pacific salmon and char used in this article.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках государственного задания.

The study was conducted within the state assignment.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable national, institutional and international ethical guidelines are implemented. The authors declare that they have no conflict of interests.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Идея статьи, обработка и анализ данных, подготовка текстовой части и табличных материалов — И.С. Голованов; редакция и подготовка текстовой части, анализ данных, подготовка графических материалов, обзор литературы — Л.Л. Хованская; анализ данных и подготовка текстовой части и графических материалов — А.М. Коршукова; проведение работ по учету лососей с использованием БПЛА, анализ и обработка данных — П.В. Хабаров; сбор и камеральная обработка материалов — М.О. Остринский, А.И. Бараусов, А.В. Артюхин, В.Г. Жуков.

Conception, data processing and analysis, text and tables writing — I.S. Golovanov; data analysis, literature review, text writing, illustrating and editing — L.L. Khovanskaya; data analysis, text writing and illustration — A.M. Korshukova; salmon accounting using UAV, data processing and analysis — P.V. Khabarov; data collection and desk processing — M.O. Ostrinsky, A.I. Barausov, A.V. Artyukhin, V.G. Zhukov.

Список литературы

Волобуев В.В., Марченко С.Л. Тихоокеанские лососи континентального побережья Охотского моря (биология, популяционная структура, динамика численности, промысел) : моногр. — Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2011. — 303 с.

Горохов М.Н., Голованов И.С., Коршунова А.М., Волобуев В.В. Биологическая характеристика, состояние запасов и промысел горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в Магаданской области в начале 21-го века // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2019. — Вып. 53. — С. 57–66. DOI: 10.15853/2072.2019.53.57-66.

Горохов М.Н., Волобуев В.В., Голованов И.С. Запасы и промысел тихоокеанских лососей в Магаданском регионе в начале 21-го века // Тр. ВНИРО. — 2020. — Т. 179. — С. 90–102. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-179-90-102.

Евзеров А.В. Оценка достоверности результатов разовых аэровизуальных учетов лососей // Изв. ТИНРО. — 1973. — Т. 86. — С. 113–118.

Евзеров А.В. Оценка погрешностей аэровизуального метода учета лососей // Тр. ВНИРО. — 1975. — Т. 106. — С. 82–84.

Кондюрин В.В. Некоторые данные по аэровизуальному учету тихоокеанских лососей и обследованию нерестовых рек материкового побережья Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 1965. — Т. 59. — С. 156–159.

Поступила в редакцию 16.02.2024 г.

После доработки 26.02.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 16.02.2024; approved after reviewing 26.02.2024
accepted for publication 29.03.2024*

Краткое сообщение

УДК 639.22:597.552.511(265.2+268)

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-84-96

EDN: EGFMCМ

ИТОГИ ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ В СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА И СОПРЕДЕЛЬНЫХ ВОДАХ СЕВЕРНОГО ЛЕДОВИТОГО ОКЕАНА В 2023 ГОДУ

С.Л. Марченко*

Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация. Представлена краткая информация об итогах лососевой путины в промысловых районах Дальнего Востока России, в Японии и на северо-западе Северной Америки в 2023 г.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, путина—2023, промысел, прогноз, вылов, освоение

Для цитирования: Марченко С.Л. Итоги лососевой путины в северной части Тихого океана и сопредельных водах Северного Ледовитого океана в 2023 году // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 84–96. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-84-96. EDN: EGFMCМ.

Short message

Results of salmon fishery in the North Pacific and adjacent waters of the Arctic Ocean in 2023

Sergey L. Marchenko

Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia
Ph.D., adviser, slm@vniro.ru, ORCID 0000-0002-0927-9939

Abstract. Results of the salmon fishing season of 2023 in the Far East of Russia, Japan and northwestern North America are presented.

Keywords: pacific salmon, fishing season, commercial fishery, fishery forecasting, annual catch

For citation: Marchenko S.L. Results of salmon fishery in the North Pacific and adjacent waters of the Arctic Ocean in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 84–96. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-84-96. EDN: EGFMCМ.

Введение

Тихоокеанские лососи относятся к ключевым объектам промысла в морском прибрежье и в пресных водных объектах Дальнего Востока и северо-запада Северной Америки. Традиционно основу их вылова формируют регионы Северной Пацифики, которая включает Дальний Восток России (Чукотский автономный округ, Камчатский, Хабаровский и Приморский края, Сахалинскую и Магаданскую области), штат Аляска (США), тихоокеанское побережье Канады и Японии.

Цель настоящей статьи — представить итоги лососевой путины в северной части Тихого океана и сопредельных водах Северного Ледовитого океана в 2023 г.

Материалы и методы

Информация об итогах промысла тихоокеанских лососей в 2023 г. получена из следующих источников:

— на Дальнем Востоке России — с сайта vniro.ru и от Восточно-Сибирского территориального управления Росрыболовства;

* Марченко Сергей Леонидович, кандидат биологических наук, советник, slm@vniro.ru, ORCID 0000-0002-0927-9939.

— на тихоокеанском побережье Северной Америки — с сайтов <https://www.adfg.alaska.gov>, <https://www.dfw.state.or.us>, <https://www.psc.org>, <https://www-ops2.pac.dfo-mpo.gc.ca>;
— в Японии — с сайта <https://seafood.media>.

Районы промысла тихоокеанских лососей (рис. 1–4) сформированы в ArcGIS. Данные промысловой статистики обобщены в электронных таблицах MS Excel при помощи процедур, написанных в Visual Basic for Applications. Формирование районов промысла, отбор, обобщение, обработка и визуализация данных выполнены автором.

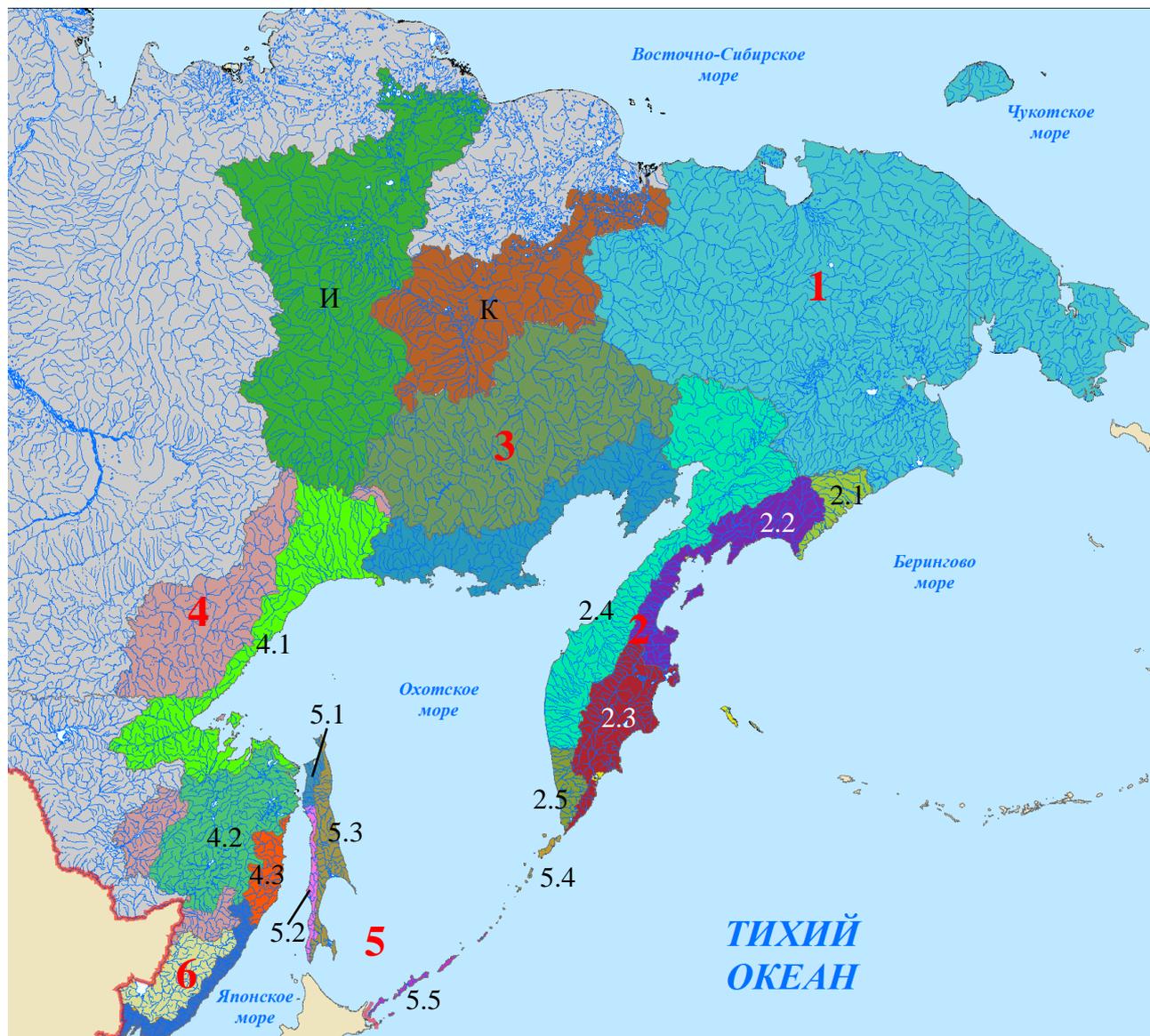


Рис. 1. Районы промысла тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России: *И* — р. Индигирка, *К* — р. Колыма (в границах Республики Саха (Якутия)); *1* — Чукотский автономный округ; *2* — Камчатский край (2.1 — Западно-Берингоморская зона (в границах Камчатского края), 2.2 — Карагинская подзона, 2.3 — Петропавловско-Командорская подзона, 2.4 — Западно-Камчатская подзона (в границах Камчатского края), 2.5 — Камчатско-Курильская подзона (в границах Камчатского края)); *3* — Магаданская область (Западно-Камчатская подзона (в границах Магаданской области) и Северо-Охотоморская подзона (в границах Магаданской области)); *4* — Хабаровский край (4.1 — Северо-Охотоморская подзона (в границах Хабаровского края), 4.2 — р. Амур и Амурский лиман, подзона Приморье (в границах Хабаровского края), 4.3 — северное Приморье, подзона Приморье (в границах Хабаровского края)); *5* — Сахалинская область (5.1 — северо-западный Сахалин, подзона Приморье (в границах Сахалинской области) и Северо-Охотоморская подзона (в границах Сахалинской области), 5.2 — юго-западный Сахалин (Западно-Сахалинская подзона), 5.3 — Восточно-Сахалинская подзона, 5.4 — северные Курильские острова, Северо-Курильская зона и Камчатско-Курильская подзона (в границах Сахалинской области), 5.5 — южные Курильские острова, Южно-Курильская зона); *6* — Приморский край, южное Приморье, подзона Приморье (в границах Приморского края)

Fig. 1. Areas of pacific salmon fishery in the Far East of Russia: *И* — Indigirka River, *К* — Kolyma River (within the borders of Sakha-Yakutia); *1* — Chukchi Autonomous Region; *2* — Kamchatka Region (including 2.1 — partially West Bering Sea fishing zone, 2.2 — Karaginsky fishing subzone, 2.3 — Petropavlovsk-Commander fishing subzone, 2.4 — partially West Kamchatka fishing subzone, 2.5 — partially Kamchatka-Kuril fishing subzone); *3* — Magadan Region (partially West Kamchatka fishing subzone and North Okhotsk Sea fishing subzone); *4* — Khabarovsk Region (including 4.1 — partially North Okhotsk Sea fishing subzone, 4.2 — Amur River and its estuary, partially Primorye fishing subzone, 4.3 — Primorye coast of the Tatar Strait, partially Primorye fishing subzone); *5* — Sakhalin Region (including 5.1 — northwestern Sakhalin, partially Primorye and North Okhotsk Sea fishing subzones, 5.2 — southwestern Sakhalin, West Sakhalin fishing subzone, 5.3 — East Sakhalin fishing subzone, 5.4 — northern Kuril Islands, North Kuril zone and partially Kamchatka-Kuril fishing subzone, 5.5 — southern Kuril Islands, South Kuril fishing zone); *6* — Primorsky Region (partially Primorye fishing subzone)

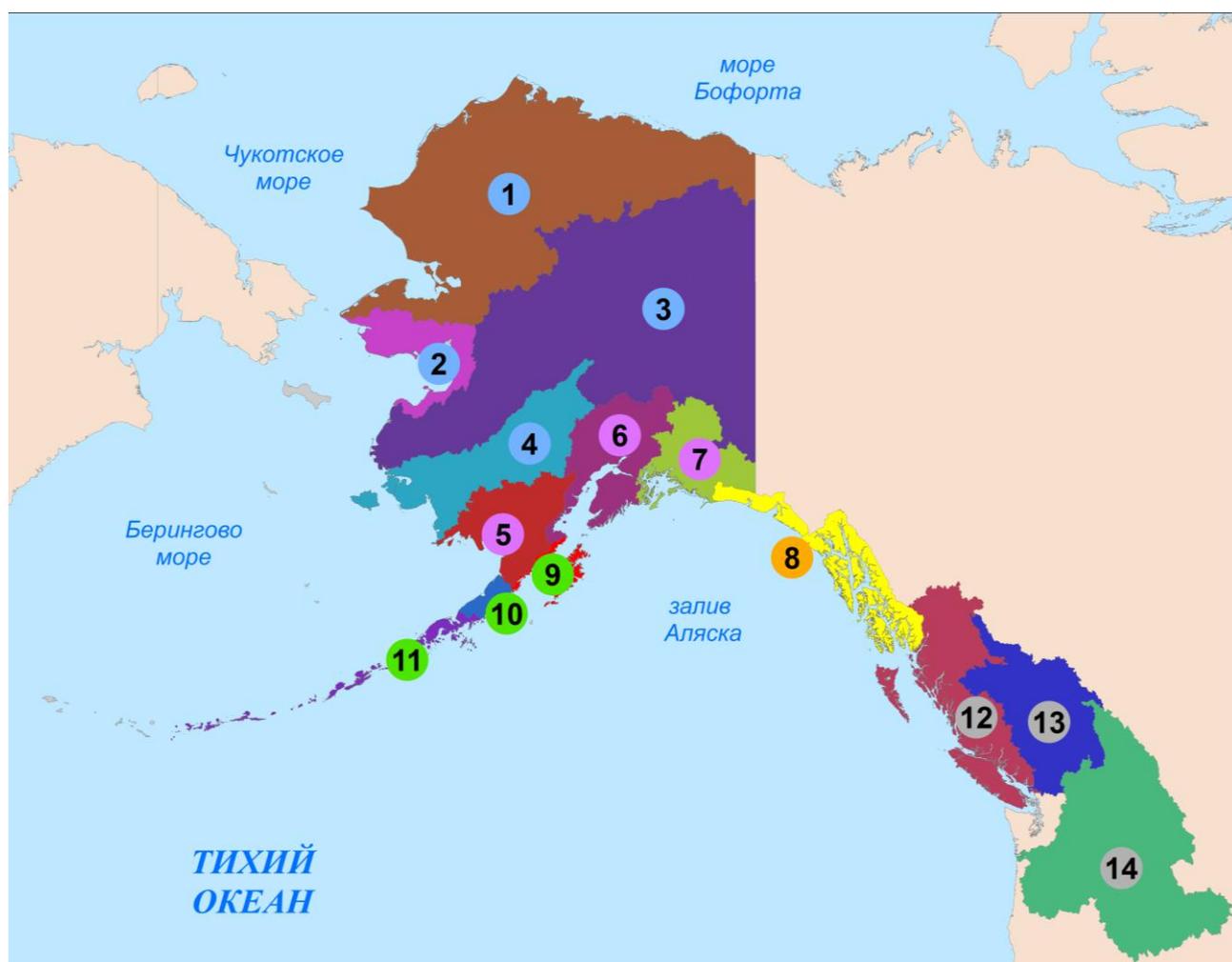


Рис. 2. Районы промысла тихоокеанских лососей на арктическом и тихоокеанском побережьях Северной Америки, здесь и далее: *1* — зал. Коцебу; *2* — зал. Нортон; *3* — р. Юкон; *4* — р. Кускоквим; *5* — Бристольский залив; *6* — зал. Кука; *7* — зал. Принца Уильяма; *8* — юго-восток (в том числе зал. Якутат); *9* — о. Кадьяк; *10* — оз. Чигник; *11* — п-ов Аляска и Алеутские острова; *12* — Британская Колумбия (без р. Фрейзер); *13* — р. Фрейзер; *14* — р. Колумбия

Fig. 2. Areas of pacific salmon fishery on the Arctic and Pacific coasts of North America: *1* — Kotzebue Sound; *2* — Norton Sound; *3* — Yukon River; *4* — Kuskokwim River; *5* — Bristol Bay; *6* — Cook Inlet; *7* — Prince William Sound; *8* — southeastern Alaska (incl. Yakutat Bay); *9* — Kodiak Island; *10* — Chignik Lake; *11* — Alaska Peninsula and Aleutian Islands; *12* — British Columbia (except Fraser River); *13* — Fraser River; *14* — Columbia River

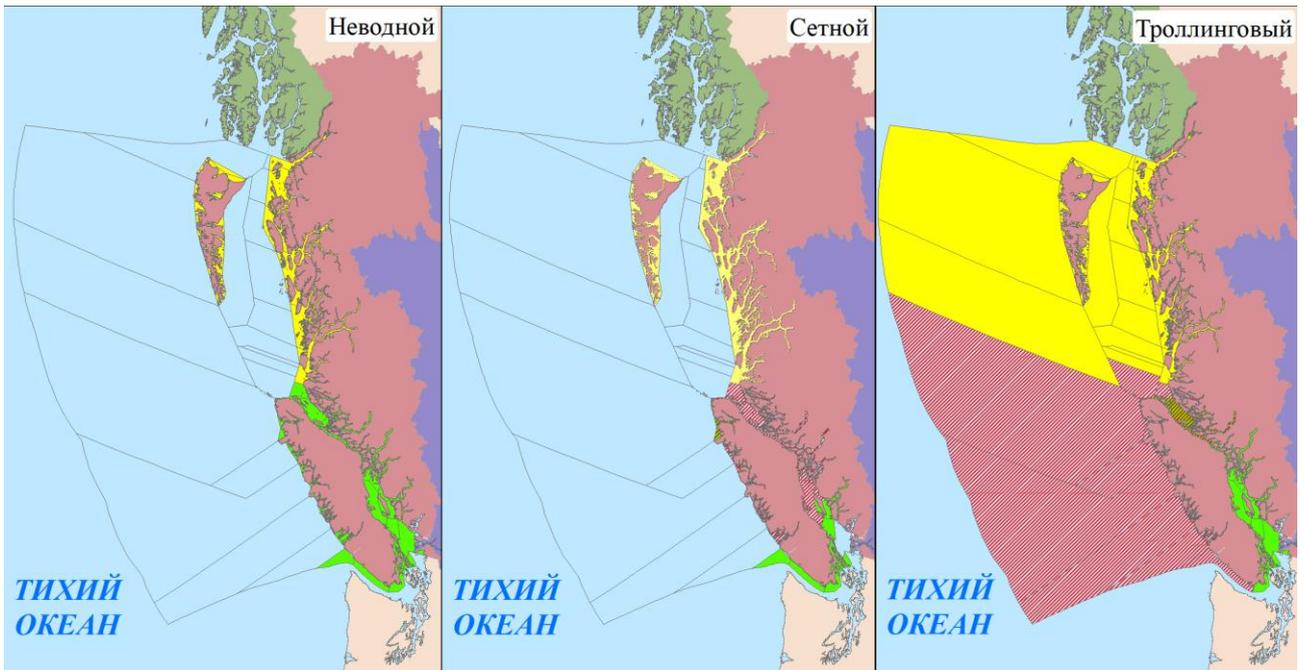


Рис. 3. Районы промышленного рыболовства тихоокеанских лососей в Британской Колумбии (Канада): неводной: — район 1, — район 2; сетной: — район 3, — район 4, — район 5; троллинговый: — район 6, — район 7, — район 8

Fig. 3. Areas of pacific salmon fishery in British Columbia (Canada), by fishing gears. Seine: — Area 1, — Area 2; Gill net: — Area 3, — Area 4, — Area 5; Troll: — Area 6, — Area 7, — Area 8

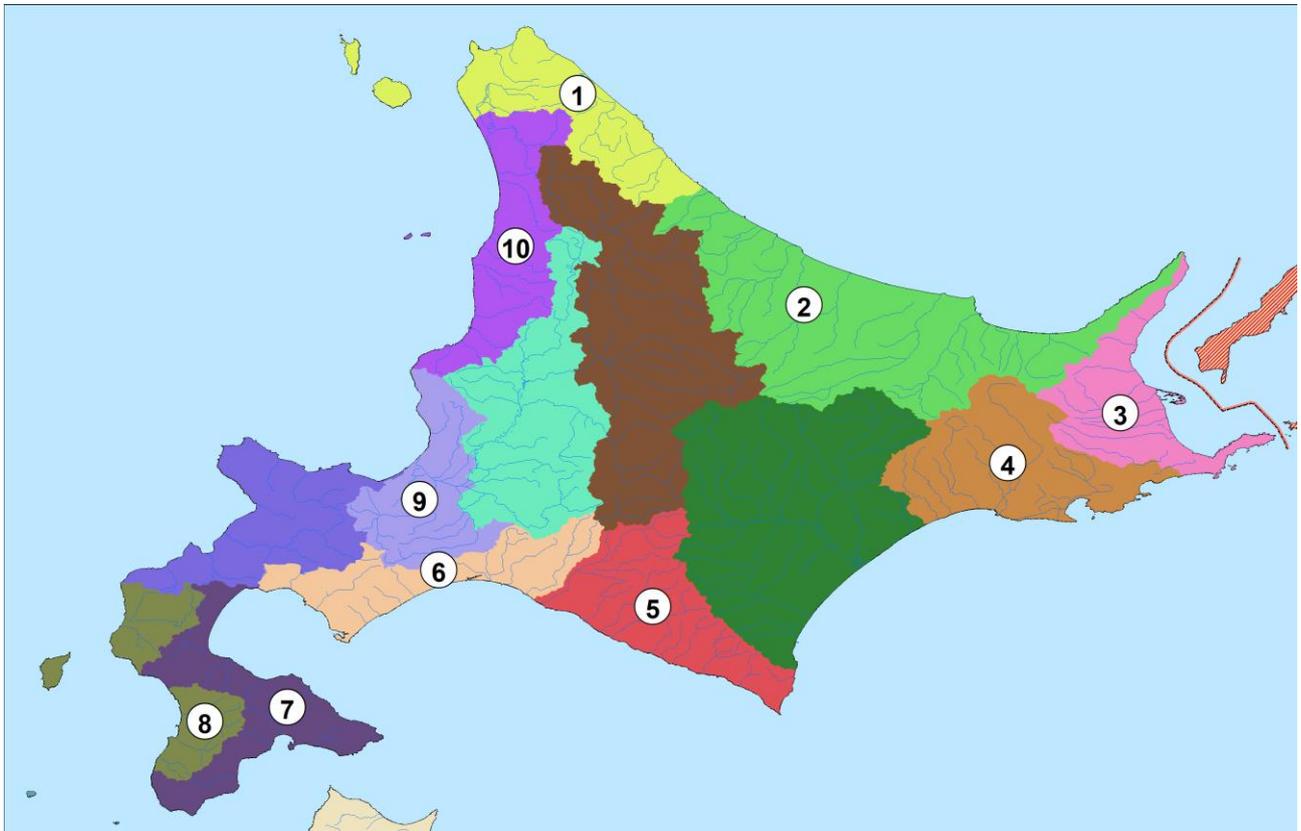


Рис. 4. Районы промысла тихоокеанских лососей на о. Хоккайдо (Япония): 1 — Вакканай; 2 — Китами; 3 — Нэмуру; 4 — Кусиро; 5 — Хидака; 6 — Муроран; 7 — Хакодате; 8 — Хияма; 9 — Отару; 10 — Румои

Fig. 4. Sites of pacific salmon fishery on Hokkaido (Japan): 1 — Wakkanai; 2 — Kitami; 3 — Nemuro; 4 — Kushiro; 5 — Hidaka; 6 — Muroran; 7 — Hakodate; 8 — Hiyama; 9 — Otaru; 10 — Rumoi

Результаты и их обсуждение

Данные о прогнозируемом и фактическом вылове тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России в 2023 г. представлены на рис. 5 и в табл. 1.

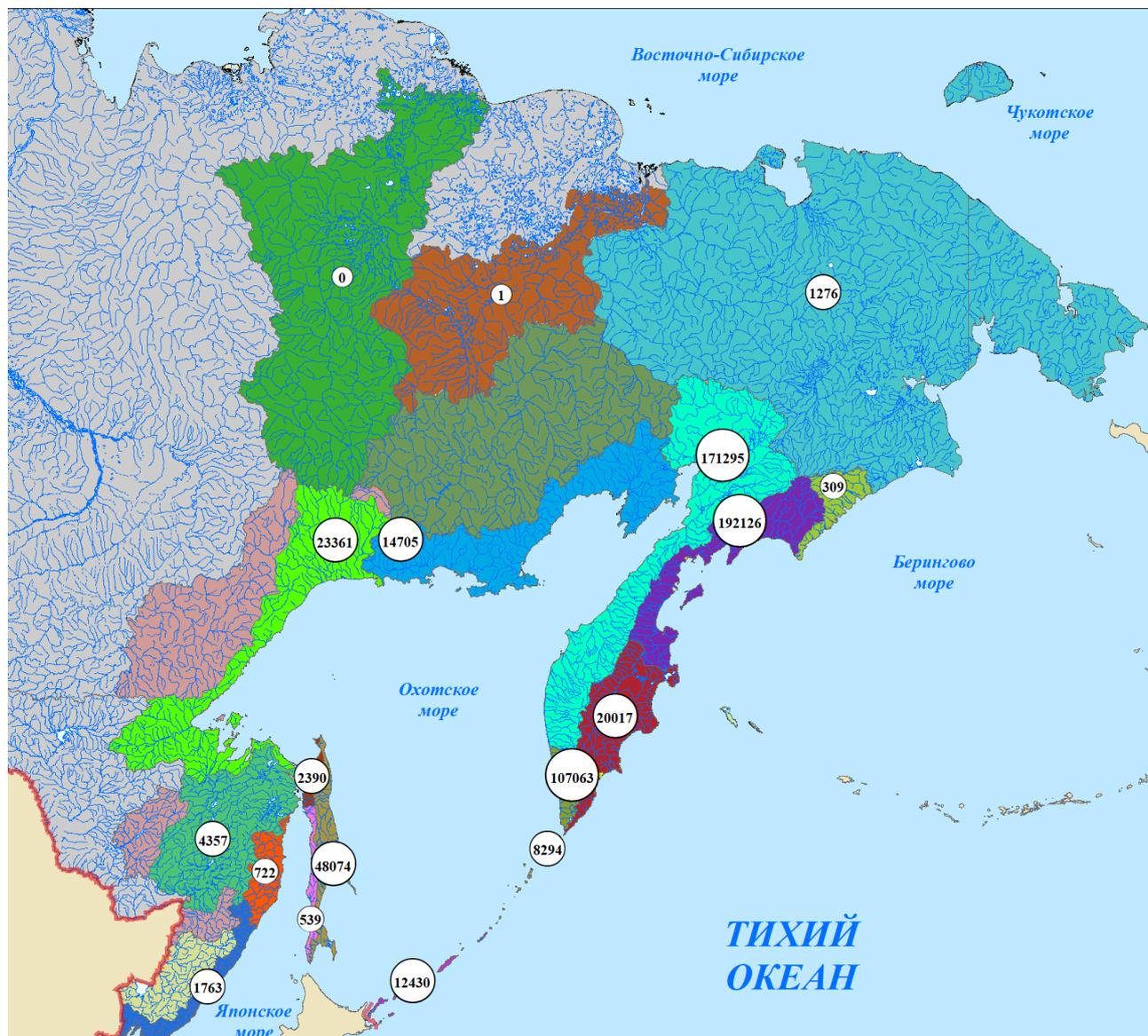


Рис. 5. Вылов тихоокеанских лососей по промысловым районам Дальнего Востока России в 2023 г., т
Fig. 5. Catch (t) of pacific salmon in the Far East of Russia in 2023, by fishing districts

Сведения о вылове тихоокеанских лососей по промысловым районам северо-запада Северной Америки в 2023 г. приведены на рис. 6 и в табл. 2. Прогноз и фактический вылов тихоокеанских лососей на Аляске представлены в табл. 3, динамика прогнозных оценок и фактического вылова в 2001–2023 гг. — на рис. 7, информация о динамике ежегодных уловов в промысловых регионах Аляски в 2018–2023 гг. — на рис. 8, динамика повидового и общего вылова на протяжении промысла на Аляске в 2018–2023 гг. — на рис. 9.

Результат промышленного рыболовства тихоокеанских лососей в Британской Колумбии (без р. Фрейзер) в 2023 г. в сравнении с 2022 г. (для горбуши — 2021) приведен в табл. 4, динамика промышленного вылова тихоокеанских лососей в Британской Колумбии (без р. Фрейзер) в 2018–2023 г. — на рис. 10.

Таблица 1

Прогнозируемый и фактический вылов тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России в 2023 г., т

Table 1

Forecasted and actual landing of pacific salmon in the Far East of Russia in 2023, t

Зона (подзона)/промурайон	Прогноз						Вылов						Δ вылов к прогнозу, %						ИТОГО		
	Горбуша		Кета		Итого		Горбуша		Кета		Итого		Горбуша		Кета		Итого				
	Кета	Нерка	Кижуч	Чавыча	Сима	Итого	Горбуша	Кета	Нерка	Кижуч	Чавыча	Сима	Итого	Горбуша	Кета	Нерка	Кижуч	Чавыча		Сима	
Республика Саха (Якутия)*																					
Р. Индигирка	1	2	-	-	-	3	0	0	-	-	-	-	0	-100,0	-100,0	-	-	-	-	-	-100,0
Р. Колыма	2	2	-	-	-	4	0	1,1	-	-	-	-	1,1	-100,0	-45,0	-	-	-	-	-	-72,5
Всего	3	4	-	-	-	7	0	1,1	-	-	-	-	1,1	-100,0	-72,5	-	-	-	-	-	-84,3
Чукотский АО																					
Восточно-Сибирское море, зона Чукотское море, зона Чукотская, зона Западно-Беринговоморская	4697	1845	583	-	-	7125	242	717	319	-	-	-	1278	-94,8	-61,1	-45,3	-	-	-	-	-82,1
Камчатский край																					
Западно-Беринговоморская	400	30	500	20	-	950	89	206	5	-	-	-	309	-77,8	-70,0	-58,8	-75,0	-	-	-	-67,5
Карагинская	14000	10300	2400	300	-	15300	182500	6399	2873	294	-	60	192126	+30,4	-37,9	+19,7	-2,0	-	-	-	+25,5
Петропавловско-Командорская	3100	3000	10300	1580	-	18380	6291	2838	8805	1717	-	366	20017	+102,9	-5,4	-14,5	+8,7	-	-	-	+8,9
Западно-Камчатская	85000	10000	2550	3300	4	100874	153145	9554	3285	5286	7	18	171295	+80,2	-4,5	+28,8	+60,2	+75,0	-10,0	-	+69,8
Камчатско-Курильская	85000	5000	17000	2200	6	109246	78044	4762	20040	4176	4	37	107063	-8,2	-4,8	+17,9	+89,8	-33,3	-7,5	-	-2,0
Всего	313500	28330	32750	7400	10	382520	420069	23562	35209	11478	11	481	490810	+34,0	-16,8	+7,5	+55,1	+10,0	-9,2	-	+28,3
Магаданская область																					
Материковое побережье Охотского моря (Северо-Охотоморская и Западно-Камчатская подзоны)	14278	1302	20	102	-	15702	12954	1645	18	88	-	-	14705	-9,3	+26,3	-10,0	-13,7	-	-	-	-6,3
Хабаровский край																					
Материковое побережье Охотского моря (Северо-Охотоморская подзона)	8300	10000	500	1200	-	20000	8527	13491	338	1004	-	-	23360	+2,7	+34,9	-32,4	-16,3	-	-	-	+16,8
р. Амур и Амурский лиман	9	7017	-	-	-	7026	11	4346	-	-	-	-	4357	+22,2	-38,1	-	-	-	-	-	-38,0
Северное Приморье	200	200	-	-	-	400	638	84	-	-	-	-	722	+219,0	-58,0	-	-	-	-	-	+80,5
Всего	8509	17217	500	1200	-	27426	9176	17921	338	1004	-	-	28439	+7,8	+4,1	-32,4	-16,3	-	-	-	+3,7
Приморский край																					
Южное Приморье	244	616	-	-	60	920	1562	206	-	-	12	-	1780	+540,2	-66,6	-	-	-	-	-	+93,5
Сахалинская область																					
Северо-западный Сахалин	1000	1810	-	-	-	2810	1149	1241	-	-	-	-	2390	+14,9	-31,4	-	-	-	-	-	-14,9
Юго-западный Сахалин	72	710	-	-	8	790	4	535	-	-	1	-	540	-94,4	-24,6	-	-	-	-	-	-87,5
Восточно-Сахалинская	18147	24000	-	50	15	42212	26673	21387	-	5	9	-	48074	+47,0	-10,9	-	-	-	-	-	+13,9
Камчатско-Курильская	700	250	200	50	-	1200	372	134	118	42	-	-	666	-46,9	-46,4	-41,0	-16,0	-	-	-	-44,5
Северо-Курильская	3300	1450	1200	350	-	6300	4324	1315	1225	765	-	-	7629	+31,0	-9,3	+2,1	+118,6	-	-	-	+21,1
Южно-Курильская	11424	13430	50	-	1	24905	1948	10477	5	-	-	-	12430	-82,9	-22,0	-90,0	-	-	-	-	-50,1
Всего	34643	41650	1450	450	24	78217	34470	35089	1348	812	10	-	71729	-0,5	-15,8	-7,0	+80,4	-58,3	-	-	-8,3
Итого	375871	90960	35303	9152	94	511910	478473	79140	37232	13382	33	481	608741	+27,3	-13,0	+5,5	+46,2	-64,9	-9,2	-	+18,9

* Цифры не входят в сумму прогнозируемого и фактического вылова тихоокеанских лососей Дальнего Востока России.

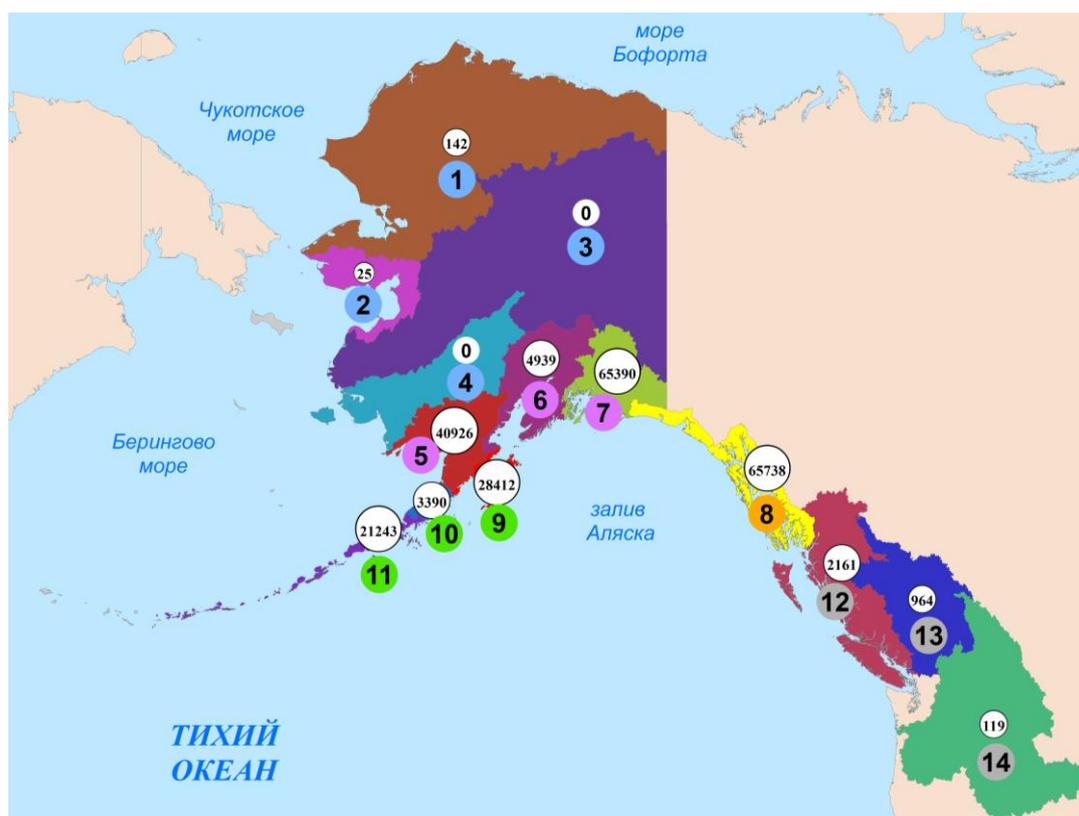


Рис. 6. Вылов тихоокеанских лососей по промысловым районам северо-запада Северной Америки в 2023 г., тыс. рыб

Fig. 6. Commercial catch (10^3 ind.) of pacific salmon in northwestern North America in 2023, by fishing districts

Таблица 2

Вылов тихоокеанских лососей на северо-западе Северной Америки в 2023 г., тыс. рыб

Table 2

Commercial catch of pacific salmon in the northwestern North America in 2023, 10^3 ind.

№	Регион	Горбуша	Кета	Нерка	Кижуч	Чавыча
<i>Аляска, США</i>						
<i>Арктика — Юкон — Кускоквим</i>						
1	Зал. Коцебу	–	141,781	0,006	–	–
2	Зал. Нортон	3,613	15,693	0,364	5,426	–
3	Р. Юкон	–	–	–	–	–
4	Р. Кускоквим	–	–	–	–	–
<i>Центральная Аляска</i>						
5	Бристольский залив	3,142	342,905	40554,563	15,561	9,512
6	Зал. Кука	2759,779	166,591	1927,192	84,769	1,060
7	Зал. Принца Уильяма*	58089,257	5174,361	1947,349	168,161	11,296
<i>Юго-Восточная Аляска</i>						
8	Юго-Восток**	47643,831	15508,087	882,188	1519,61	184,083
<i>Западная Аляска</i>						
9	О. Кадьяк	24745,018	828,187	2558,655	265,919	14,253
10	Оз. Чигник	2158,377	108,098	1068,666	52,119	2,300
11	П-ов Аляска и Алеутские о-ва	16953,403	1199,198	2878,024	199,513	12,419
	Всего	152356,420	23484,901	51817,007	2311,078	234,923
<i>Британская Колумбия, Канада*</i>						
12	Без р. Фрейзер	1448,728	51,668	442,613	117,476	100,341
13	Р. Фрейзер	928,598	–	35,363	–	–
	Всего	2377,326	51,668	477,977	117,521	100,357
<i>Р. Колумбия, США</i>						
14	Р. Колумбия	–	–	0,003	56,526	62,516

* Включая вылов рыболовной продукции.

** Включая вылов в зал. Якутат.

Таблица 3

Характеристика промышленного рыболовства тихоокеанских лососей на Аляске, тыс. рыб

Table 3

Data on pacific salmon commercial fishery in Alaska, 10³ ind.

Регион	Горбуша	Кета	Нерка	Кижуч	Чавыча	Всего
<i>Прогноз вылова в 2023 г.</i>						
Арктика–Юкон–Кускоквим	75	388	1	50	1	515
Бристольский залив	10	767	36660	85	21	37543
Зал. Кука	3341	126	337	171	–	3975
Зал. Принца Уильяма*	61231	3039	2384	391	26	67071
Юго-восток**	19478	9831	870	1495	–	31674
О. Кадьяк	26243	475	1789	381	8	28896
Оз. Чигник	2740	55	937	75	2	3809
П-ов Аляска и Алеутские острова	9096	1326	5208	315	20	15965
Всего	122214	16007	48186	2963	78	189448
<i>Фактический вылов в 2023 г.</i>						
Арктика–Юкон–Кускоквим	3,613	157,474	0,370	5,426	0	166,883
Бристольский залив	3,142	342,905	40554,563	15,561	9,512	40925,683
Зал. Кука	2759,779	166,591	1927,192	84,769	1,060	4939,391
Зал. Принца Уильяма*	58089,257	5174,361	1947,349	168,161	11,296	65390,424
Юго-восток**	47643,831	15508,087	882,188	1519,610	184,083	65737,799
О. Кадьяк	24745,018	828,187	2558,655	265,919	14,253	28412,032
Оз. Чигник	2158,377	108,098	1068,666	52,119	2,300	3389,560
П-ов Аляска и Алеутские о-ва	16953,403	1199,198	2878,024	199,513	12,419	21242,557
Всего	152356,420	23484,901	51817,007	2311,078	234,923	230204,329
<i>Δ вылов–прогноз в 2023 г., %</i>						
Арктика–Юкон–Кускоквим	–95,2	–59,4	–63,0	–89,1	–100,0	–67,6
Бристольский залив	–68,6	–55,3	+10,6	–81,7	–54,7	+9,0
Зал. Кука	–17,4	+32,2	+471,9	–50,4	+100,0	+24,3
Зал. Принца Уильяма*	–5,1	+70,3	–18,3	–57,0	–56,6	–2,5
Юго-восток**	+144,6	+57,7	+1,4	+1,6	+100,0	+107,5
О. Кадьяк	–5,7	+74,4	+43,0	–30,2	+78,2	–1,7
Оз. Чигник	–21,2	+96,5	+14,1	–30,5	+15,0	–11,0
П-ов Аляска и Алеутские о-ва	+86,4	–9,6	–44,7	–36,7	–37,9	+33,1
Всего	+24,7	+46,7	+7,5	–22,0	+201,2	+21,5
<i>Фактический вылов в 2022 г. (для горбуши — 2021)</i>						
Арктика–Юкон–Кускоквим	289,941	506,873	1,233	13,464	0	811,511
Бристольский залив	3,596	301,816	60091,098	9,040	8,374	60413,924
Зал. Кука	2052,708	148,098	1353,335	92,423	1,544	3648,108
Зал. Принца Уильяма*	66339,167	3078,093	1484,255	88,640	12,962	71003,117
Юго-восток**	48212,277	9382,534	1161,359	1240,499	257,103	60253,772
О. Кадьяк	26176,895	550,409	2360,85	88,121	11,409	29187,684
Оз. Чигник	1312,546	70,886	334,644	40,099	3,623	1761,798
П-ов Аляска и Алеутские о-ва	16612,665	836,44	7994,369	55,025	15,039	25513,538
Всего	160999,795	14875,149	74781,143	1627,311	310,054	252593,452
<i>Δ вылова в 2023 г. к вылову в 2022 г. (для горбуши — 2021), %</i>						
Арктика–Юкон–Кускоквим	–98,8	–68,9	–70,0	–59,7	–	–79,4
Бристольский залив	–12,6	+13,6	–32,5	+72,1	+13,6	–32,3
Зал. Кука	+34,4	+12,5	+42,4	–8,3	–31,3	+35,4
Зал. Принца Уильяма*	–12,4	+68,1	+31,2	+89,7	–12,9	–7,9
Юго-восток**	–1,2	+65,3	–24,0	+22,5	–28,4	+9,1
О. Кадьяк	–5,5	+50,5	+8,4	+201,8	+24,9	–2,7
Оз. Чигник	+64,4	+52,5	+219,3	+30,0	–36,5	+92,4
П-ов Аляска и Алеутские о-ва	+2,1	+43,4	–64,0	+262,6	–17,4	–16,7
Всего	–5,4	+57,9	–30,7	+42,0	–24,2	–8,9

* Включая вылов рыболовной продукцией.

** Включая вылов в зал. Якутат.

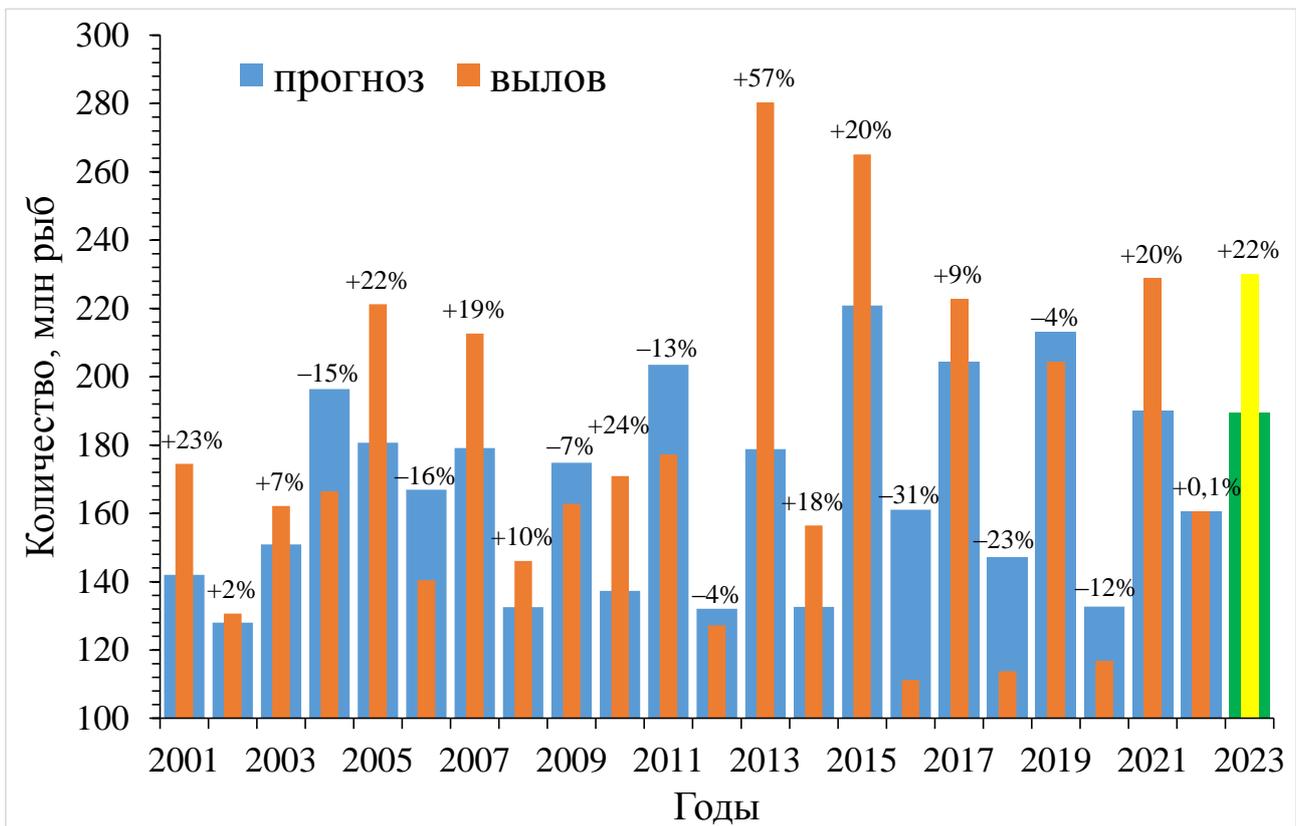


Рис. 7. Динамика прогнозных оценок и фактического промышленного вылова тихоокеанских лососей на Аляске в 2001–2023 гг., а также отклонение прогноза от вылова

Fig. 7. Dynamics of forecasted and actual commercial catch of pacific salmon in Alaska in 2001–2023, with deviations of the forecasted catch from the actual catch

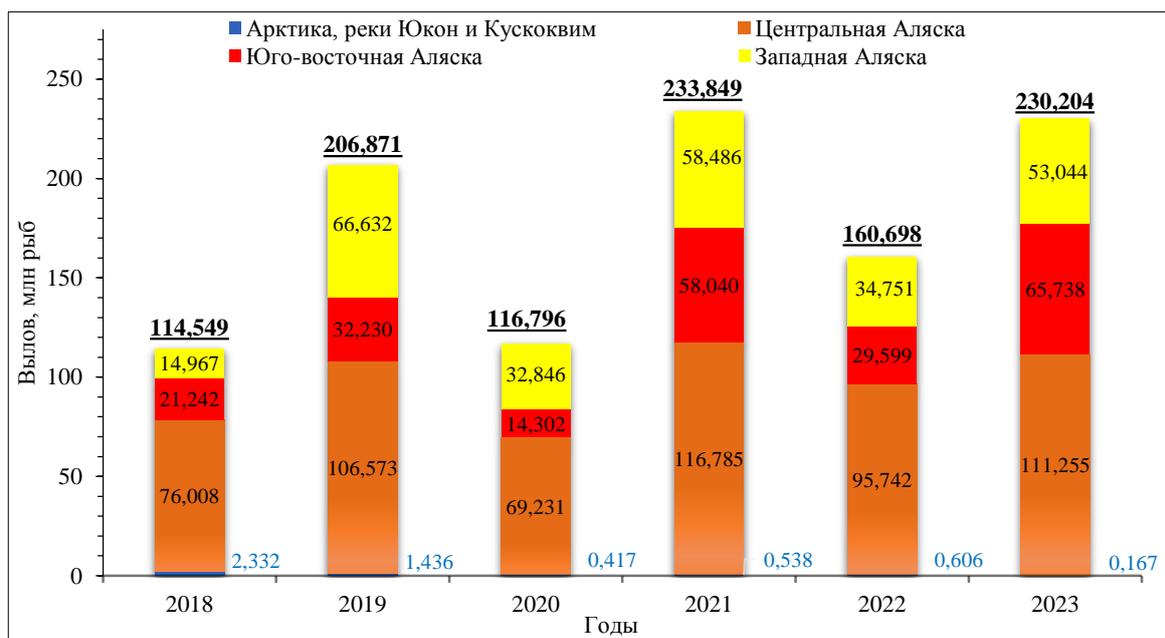


Рис. 8. Вылов тихоокеанских лососей в промысловых регионах Аляски в 2018–2023 гг., млн рыб

Fig. 8. Dynamics of annual landing (10⁶ ind.) of pacific salmon in Alaska in 2018–2023, by fishing districts

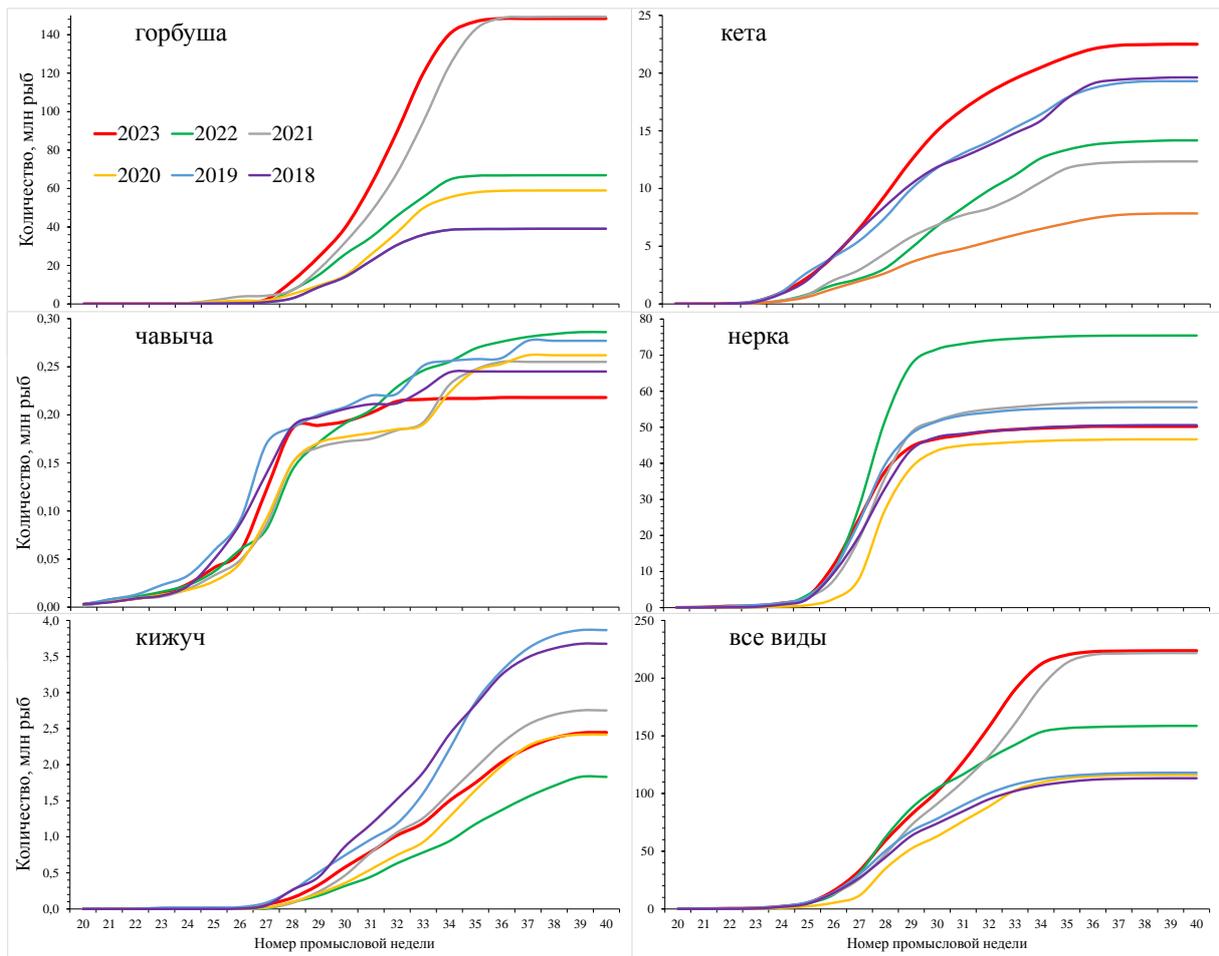


Рис. 9. Динамика вылова тихоокеанских лососей на Аляске в течение промысла в 2018–2023 гг.
 Fig. 9. Seasonal dynamics of pacific salmon catch in Alaska for 2018–2023, 10³ ind.

Таблица 4

Результат промышленного рыболовства тихоокеанских лососей
 в Британской Колумбии (без. р. Фрейзер) по районам (см. рис. 3), тыс. рыб

Table 4

Data on pacific salmon commercial fishery in British Columbia (Canada), except Fraser River, 10³ ind.

Вид	Тип лова											ИТОГО
	Неводной			Сетной				Троллинговый				
	1	2	Общее	3	4	5	Общее	6	7	8	Общее	
<i>Фактический вылов в 2023 г.</i>												
Горбуша	633289	519227	1152516	124600	1	0	124601	168401	30	3180	171611	1448728
Кета	50044	1	50045	1615	0	0	1615	8	0	0	8	51668
Нерка	70155	102903	173058	197942	71280	0	269222	333	0	0	333	442613
Кижуч	0	79	79	0	16	0	16	117473	3	0	117476	117571
Чавыча	0	11695	11695	517	15632	0	16149	51777	20720	0	72497	100341
ИТОГО	753488	633905	1387393	324674	86929	0	411603	337992	20753	3180	361925	2160921
<i>Фактический вылов в 2022 г. (для горбуши — 2021)</i>												
Горбуша	159017	11104	170121	0	0	0	0	82485	357	0	82842	252963
Кета	19616	16	19632	291	132	5956	6379	2	0	4498	4500	30511
Нерка	215938	321229	537167	482487	97290	0	579777	321	43	15547	15911	1132855
Кижуч	0	151	151	0	2	0	2	102908	29	0	102937	103090
Чавыча	0	11748	11748	396	16219	1	16616	57479	24014	0	81493	109857
ИТОГО	694987	333202	1028189	584012	113925	5957	703894	248494	24086	20046	292626	2024709
<i>Δ 2023 к 2022 г. (для горбуши — 2021), %</i>												
Горбуша	+298,3	+4576,0	+577,5	+100,0	+100,0	–	–	+104,2	–91,6	+100,0	+107,2	+472,7
Кета	+155,1	–93,8	+154,9	+455,0	–100,0	–100,0	–74,7	+300,0	–	–100,0	–99,8	+69,3
Нерка	–67,5	–68,0	–67,8	–59,0	–26,7	–	–53,6	+3,7	–100,0	–100,0	–97,9	–60,9
Кижуч	–	–47,7	–47,7	–	+700,0	–	+700,0	+14,2	–89,7	–	+14,1	+14,0
Чавыча	–	–0,5	–0,5	+30,6	–3,6	–100,0	–2,8	–9,9	–13,7	–	–11,0	–8,7
ИТОГО	+8,4	+90,2	+34,9	–44,4	–23,7	–100,0	–41,5	+36,0	–13,8	–84,1	+23,7	+6,7

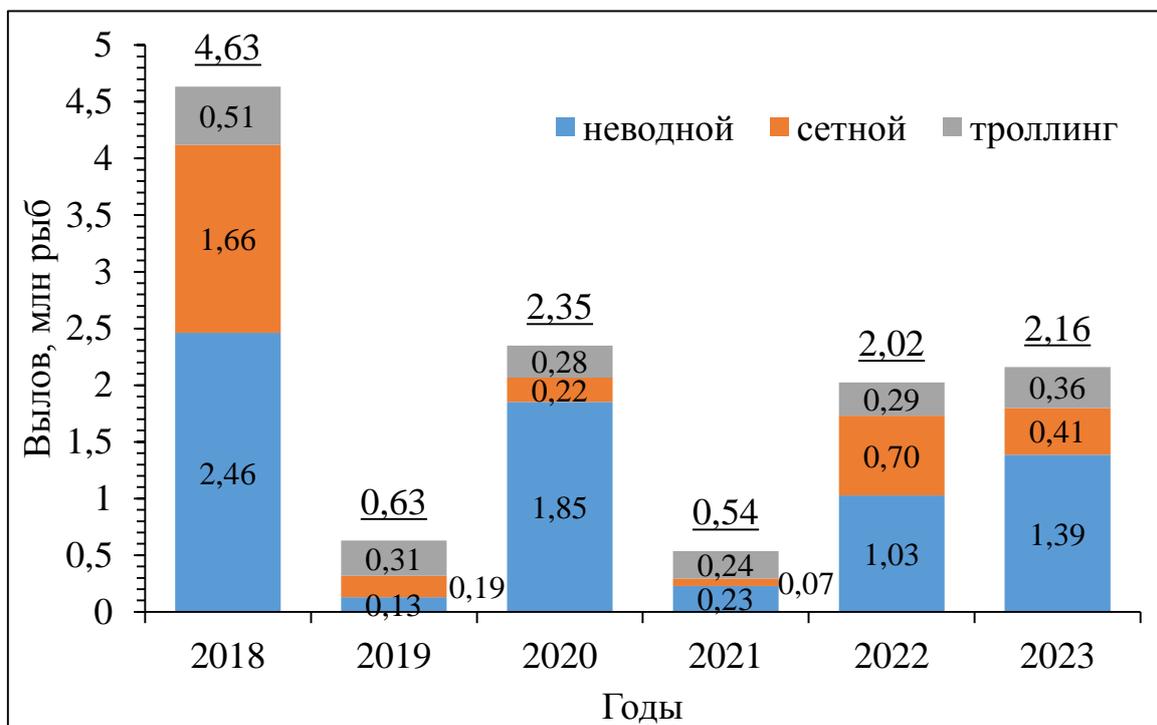


Рис. 10. Динамика промышленного вылова тихоокеанских лососей в Британской Колумбии (без. р. Фрейзер), млн рыб

Fig. 10. Dynamics of pacific salmon catch in British Columbia (Canada), except Fraser River, 10⁶ ind.

Вылов осенней кеты по промысловым районам о. Хоккайдо в 2023 г. в сравнении с 2022 г. представлен в табл. 5, прогноз и фактический вылов по промысловым регионам в 2023 г. — на рис. 11, динамика вылова в течение промысла в 2018–2023 гг. — на рис. 12. Результаты промысла осенней кеты на о-вах Хоккайдо и Хонсю в 2013–2023 гг. приведены в табл. 6.

Таблица 5

Вылов осенней кеты по промысловым районам о. Хоккайдо в 2022 и 2023 гг.
(по состоянию на 30 ноября), т

Table 5

Catch (t) of autumn chum salmon in Hokkaido in 2022 and 2023 till November 30,
by fishing districts

№	Район	2023 г.	2022 г.	Δ 2023 к 2022 г., %
1	Вакканай	6901	12595	-45,2
2	Китами	32570	37422	-13,0
3	Нэмуру	6891	9266	-25,6
4	Кусиро	2685	2857	-6,0
5	Хидака	462	1944	-76,2
6	Муроран	246	1183	-79,2
7	Хакодате	233	930	-74,9
8	Хияма	81	1113	-92,7
9	Отару	1968	8396	-76,6
10	Румои	1177	3114	-62,2
	ИТОГО	53214	78820	-32,5

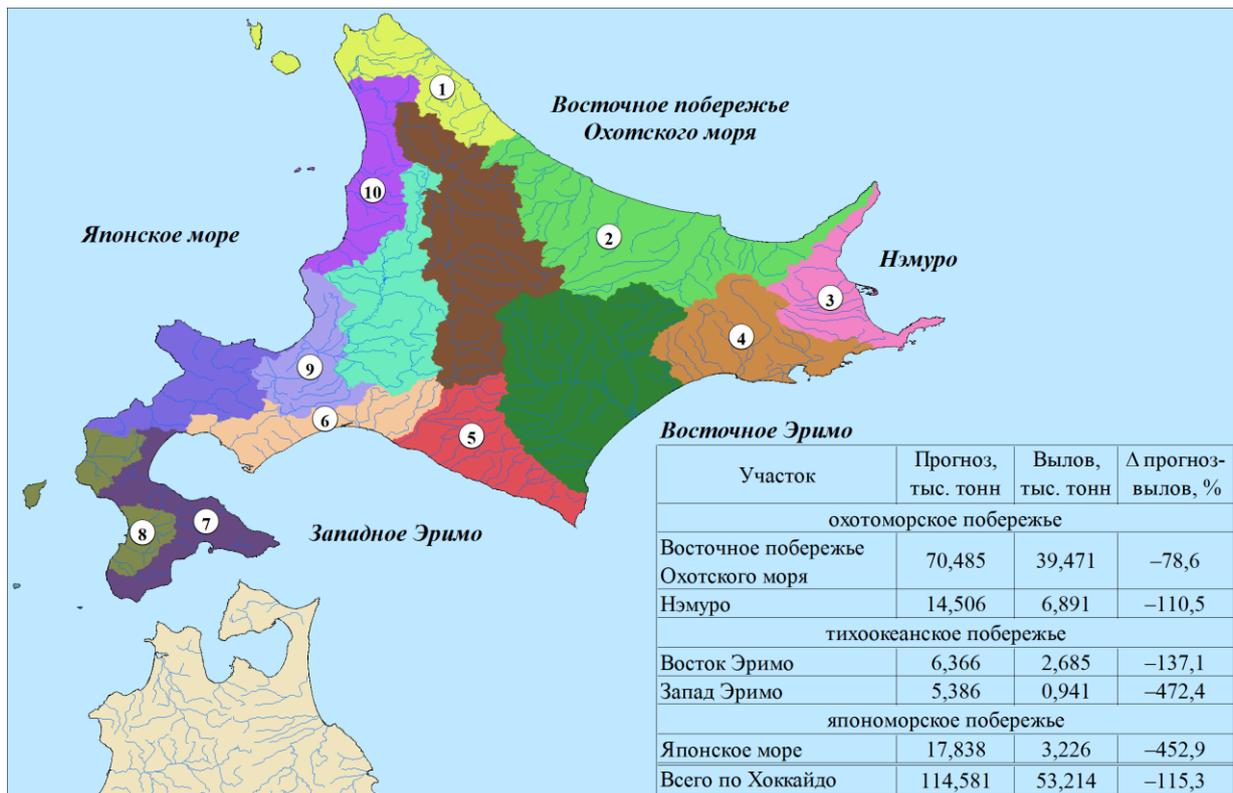


Рис. 11. Прогноз и вылов, а также оправдываемость прогноза вылова осенней кеты по промысловым регионам о. Хоккайдо в 2023 г. (по состоянию на 30 ноября)

Fig. 11. Forecasted and actual landing of autumn chum salmon in Hokkaido in 2023 till November 30, by fishing districts, with estimates of the forecast accuracy

Рис. 12. Динамика вылова кеты на о. Хоккайдо в течение промысла в 2018–2023 гг.

Fig. 12. Seasonal dynamics of actual landing of chum salmon in Hokkaido for 2018–2023, 10³ t

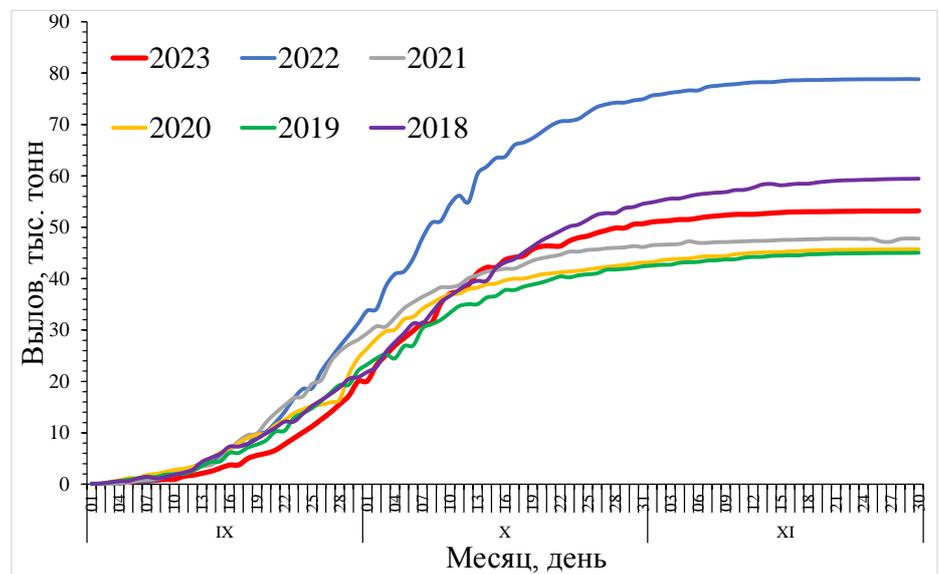


Таблица 6

Динамика вылова осенней кеты в морском прибрежье о-вов Хоккайдо и Хонсю в 2013–2023 гг., тыс. т

Table 6

Dynamics of annual catch of autumn chum salmon at the coasts of Hokkaido and Honshu in 2013–2023, 10³ t

Остров	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.*	2023 г.**
Хоккайдо	129,371	112,412	11,399	79,372	53,883	63,574	50,465	49,596	53,183	83,309	58,094
Хонсю	25,215	26,728	18,557	14,355	12,809	16,225	4,939	3,922	1,173	1,485	0,450
Всего	154,586	139,140	29,956	93,727	66,692	79,799	55,404	53,518	54,356	84,794	58,544

* Итоги вылова по состоянию на 31 января 2023 г.

** Итоги вылова по состоянию на 31 января 2024 г.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Автор выражает благодарность рецензентам за ценные замечания.

The author expresses his gratitude to the reviewers for their valuable comments.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study was not supported by sponsors.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

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

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

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

The author declares that there is no conflict of interest.

Поступила в редакцию 1.02.2024 г.

После доработки 16.02.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 1.02.2024; approved after reviewing 16.02.2024;
accepted for publication 29.03.2024*

ПРОМЫСЕЛ ГОРБУШИ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЫБОПРОМЫСЛОВОМ БАССЕЙНЕ В 2023 Г.: ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, ПРОГНОЗ, ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ИТОГОВ ПУТИНЫ

Е.А. Шевляков¹, А.А. Сомов¹, В.А. Шевляков¹, А.Н. Канзепарова²,
Н.А. Дедерер¹, И.В. Мельников^{1*}

¹ Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО), 690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4;

² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация. Приведены результаты морских траловых съемок по учету горбуши в 2022 и 2023 гг., а также результаты промысла в основных регионах Дальнего Востока в 2023 г. Суммарный вылов горбуши в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2023 г. составил 478,5 тыс. т. Из этого объема на бассейн Берингова моря пришлось 182,4 тыс. т (общий возврат — 247,1 млн рыб), на бассейн Охотского моря — 280,8 тыс. т (общий возврат — 292,4 млн экз.). Описаны результаты исследований, которые были положены в основу представлений о состоянии промысловых запасов горбуши основных региональных комплексов, обеспечивающих работу предприятий рыбохозяйственного кластера в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2023 г. Прогнозные величины вылова и подходов горбуши в бассейны Берингова и Охотского морей были заблаговременно оценены соответственно в 140–150 и 240–255 тыс. т (подходы — 210 и 260–270 млн экз.). Для прогноза по Охотскому морю были собраны и проанализированы материалы для дифференциации смешанных скоплений, которые включали в себя как традиционные методы (морфологический экспресс метод и генетический на основе анализа мт-ДНК), так и метод на основе изменчивости SNP-локусов, который был выполнен специалистами Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО).

Ключевые слова: горбуша, промысел, вылов, численность, прогноз, морские траловые съемки, сеголетки, путина—2023

Для цитирования: Шевляков Е.А., Сомов А.А., Шевляков В.А., Канзепарова А.Н., Дедерер Н.А., Мельников И.В. Промысел горбуши в Дальневосточном рыбопромысловом бассейне в 2023 г.: предварительные исследования, прогноз, интерпретация итогов путины // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 97–104. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-97-104. EDN: ESMRWK.

* Шевляков Евгений Александрович, кандидат биологических наук, начальник отдела, evgeniy.shevlyakov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-8556-6737; Сомов Алексей Александрович, и.о. заведующего лабораторией, aleksey.somov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-8459-0498; Шевляков Валерий Александрович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, valeriy.shevlyakov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-3753-4650; Канзепарова Альбина Назиповна, кандидат биологических наук, заместитель директора департамента, kanzeparova@vniro.ru, ORCID 0009-0001-7989-2667; Дедерер Никита Александрович, специалист, nikita.dederer@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-3618-7706; Мельников Игорь Владимирович, кандидат биологических наук, заместитель руководителя филиала, igor.melnikov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-2327-2979.

Pink salmon fishery in the Far-Eastern fishing basin in 2023: preliminary studies, forecast, interpretation of the fishing season results

Evgeny A. Shevlyakov*, **Aleksey A. Somov****, **Valery A. Shevlyakov*****, **Albina N. Kanzeparova******,
Nikita A. Dederer*****, **Igor V. Melnikov*******

*-**** ***** Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

**** Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 19, Okružhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

* Ph.D., head of department, evgeniy.shevlyakov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-8556-6737

** acting head of laboratory, aleksey.somov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-8459-0498

*** Ph.D., leading researcher, valeriy.shevlyakov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-3753-4650

**** Ph.D., deputy director of department, kanzeparova@vniro.ru, ORCID 0009-0001-7989-2667

***** specialist, nikita.dederer@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-3618-7706

***** Ph.D., deputy director, igor.melnikov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-2327-2979

Abstract. Data of the trawl surveys for counting of pink salmon in 2022 and 2023 and results of pink salmon fishery in the main areas of the Russian Far East in 2023 are presented and the studies for understanding the state of the main pink salmon stocks and regional complexes are overviewed. The total catch in the Far-Eastern fishing basin was $478.5 \cdot 10^3$ t in 2023, including $182.4 \cdot 10^3$ t in the Bering Sea (total run — $247.1 \cdot 10^6$ ind.) and $280.8 \cdot 10^3$ t in the Okhotsk Sea (total run — $292.4 \cdot 10^6$ ind.). These values slightly exceed the forecasts of pink salmon run and catch in the Bering and Okhotsk Seas (estimated catch rates $140\text{--}150 \cdot 10^3$ t and $240\text{--}255 \cdot 10^3$ t, runs $210 \cdot 10^6$ ind. and $260\text{--}270 \cdot 10^6$ ind., respectively). For the forecast for the Okhotsk Sea, materials on differentiation of mixed pink salmon assemblages were analyzed by specialists of the Kamchatka branch of VNIRO, using both traditional methods (as morphological express-method and genetic method based on mt-DNA analysis) and a new method based on SNP-locus variability.

Keywords: pink salmon, fishery, annual catch, fish abundance, fishery forecasting, trawl survey, juvenile, fishing season

For citation: Shevlyakov E.A., Somov A.A., Shevlyakov V.A., Kanzeparova A.N., Dederer N.A., Melnikov I.V. Pink salmon fishery in the Far-Eastern fishing basin in 2023: preliminary studies, forecast, interpretation of the fishing season results, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 97–104. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-97-104. EDN: ESMRWK.

Введение

Горбуша является одним из основных объектов рыбной промышленности Дальнего Востока, её промысел обеспечивает приток средств в экономику страны и создает рабочие места для местных жителей. Успешность лососевой путины не в последнюю очередь зависит от достоверности прогнозов вылова, которые позволяют рыбной промышленности должным образом подготовить производственные мощности и персонал. В основе материалов прогноза лежит принцип рационального использования ресурсов, который постулирует достижение максимально возможных объемов вылова без ущерба для воспроизводства. В отношении тихоокеанских лососей реализация данного принципа заключается в пропуске оптимального числа производителей на нерестилища и вылова всех остальных. Такой подход, с одной стороны, обеспечивает благоприятные условия нереста, не допуская критической плотности производителей на нерестилищах, с другой — позволяет рационально вести промысел оставшейся части рыб. Поскольку горбуша — самый массовый вид среди тихоокеанских лососей и ее улов определяет успешность лососевого промысла, одной из основных целей рыбохозяйственной науки в дальневосточном рыбохозяйственном бассейне является заблаговременность расчёта численности возврата горбуши на следующий год.

Качество прогноза всегда зависит от полноты и достоверности первичных материалов. Охватывая в ежегодных исследованиях основные этапы жизненного цикла горбуши (оценка пропуска производителей и заполнения нерестилищ, интенсивность покатных миграций сеголеток из рек, фоновые работы в морском прибрежье, обилие и происхождение сеголеток в период откочевки в открытые воды осенью, а также производителей, мигрирующих к берегам в летний период следующего года), специалисты в случае необходимости вносят коррективы в рекомендуемые к вылову объемы.

Цель настоящей работы заключается в освещении этапов подготовки материалов прогноза подходов горбуши, начиная от этапа выхода сеголеток в море до возврата производителей в реки, а также в проведении анализа фактической промысловой обстановки и критической ретроспективной оценки интерпретации результатов предшествующих промыслу исследований.

Материалы и методы

В работе использованы результаты морских траловых съемок, выполненных Тихоокеанским филиалом ВНИРО в 2022 и 2023 гг. в Беринговом и Охотском морях, а также в прикурильских водах Тихого океана.

Температура поверхности воды получена из открытых источников: сайты Национального управления океаническими и атмосферными исследованиями [National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), ncdc.noaa.gov], Японского метеорологического агентства [Japan Meteorological Agency NEAR-GOOS RRTDB, ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/database.html].

Информация об объемах вылова горбуши предоставлена Амурским, Охотским, Северо-Восточным, Сахалино-Курильским и Приморским территориальными управлениями Росрыболовства. Результаты генетической дифференциации — Камчатским филиалом ВНИРО.

Оперативную дифференциацию смешанных скоплений проводили с использованием EM-кластеризации [Шевляков и др., 2020] в среде R с использованием пакета *mclust* [Scrusca et al., 2016]. Для молоди горбуши в Охотском море в качестве анализируемых параметров использован показатель индивидуальной массы самок, для производителей, мигрирующих через курильские проливы, — гонадосоматический индекс (ГСИ) самок.

Иллюстрации распределения уловов по результатам учетных траловых съемок выполнены в географической информационной системе QGIS. Статистическая обработка данных, построение таблиц и диаграмм — в программе MS Excel.

Результаты и их обсуждение

Берингово море. Общий прогноз подходов горбуши в Карагинскую подзону в 2023 г. по результатам траловых учетных съемок, выполненных в западной части Берингова моря осенью 2022 г. (рис. 1), оценен в 210 ± 41 млн экз. [Шевляков и др., 2023]. Прогноз подходов карагинской горбуши по материалам КамчатНИРО составлял близкую цифру — 190 млн рыб, а прогноз уловов предполагал повышенный пропуск на нерестилища исходя из практики соотношения подход/улов — 40 %, или 76 млн производителей. К промыслу рекомендовалось около 114 млн рыб, которые при навеске 1,25 кг должны были составить около 140 тыс. т в весовом эквиваленте.

Практически вылов составил 182,4 тыс. т, и при навеске 1,01 кг (–0,240 г против ожиданий) в количественном выражении вылов оценили на уровне 180,6 млн особей горбуши. На нерестилища, действительно, прошло производителей в 1,5 раза больше их рассчитанного оптимума [Фельдман и др., 2018], пропуск по результатам авианаблюдений оценили в 66,5 млн особей горбуши (материалы «КамчатНИРО»). Суммарно возврат составил 247,1 млн рыб и соответствовал верхнему уровню оценки подходов по материалам траловой съемки, проведенной на НИС «ГИНРО» и «Проф. Кагановский» осенью 2022 г. [Шевляков и др., 2023].

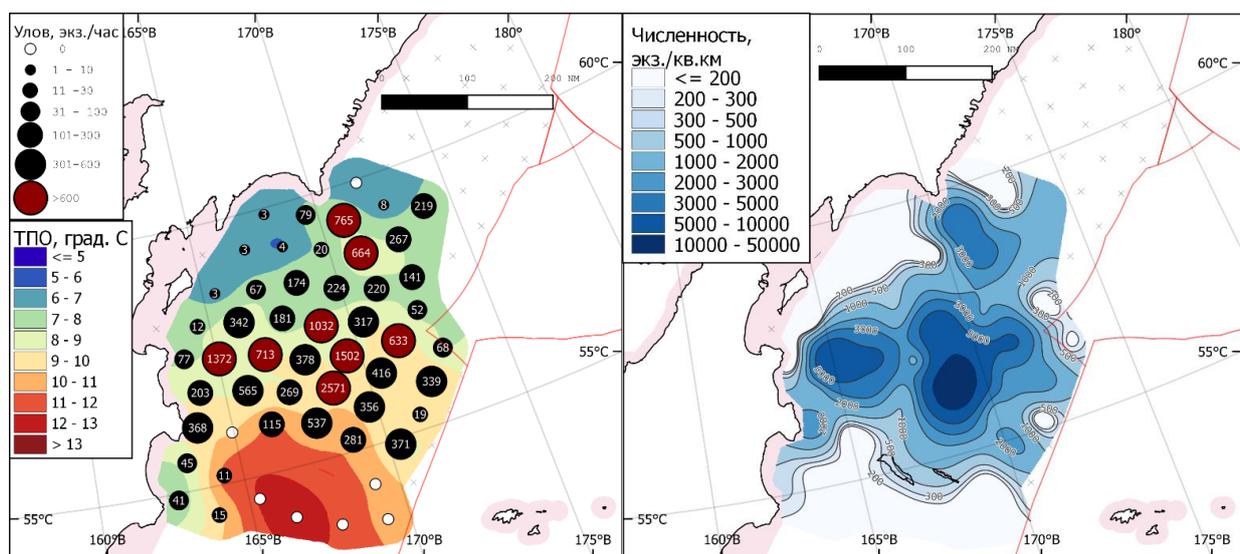


Рис. 1. Распределение уловов сеголеток горбуши на фоне температуры поверхности по рейсовым данным (слева), пространственное распределение относительной численности сеголеток горбуши (справа) в западной части Берингова моря в период 25.09–09.10.2022 г.

Fig. 1. Catches of pink salmon juveniles on the background of sea surface temperature (left panel) and relative abundance of pink salmon juveniles (right panel) on the data of survey in the western Bering Sea on September 25 — October 9, 2022

Охотское море. Общая численность сеголеток горбуши осенью 2022 г. (поколение 2021 г.) была оценена в 2,6 млрд экз. Это был второй по величине показатель после 2017 г. (2,7 млрд экз.) и максимальный для поколений горбуши нечетных лет. Данная оценка численности для поколения 2021 г. с использованием прогностических кривых означала вероятный возврат в 2023 г. около 365 ± 90 млн экз. охотоморской горбуши. Между тем с 2018 г. ТИНРО существенно модифицировал методику проведения траловых съемок путем использования двух судов в акватории исследований одновременно, сократив «потери» численности молоди, что, в свою очередь, спровоцировало завышение расчетной величины возврата к историческому ряду. Соответственно, уровень возвратов горбуши в 2023 г. оценили по нижней границе доверительного интервала — 270 млн производителей [Шевляков и др., 2023].

Поскольку общий запас охотоморской горбуши слагают несколько региональных популяционных комплексов, в разное время имевших разные численность и статус в Охотском море, задача дифференциации смешанных скоплений молоди по районам происхождения на этапе ее откочевки в открытые воды Тихого океана представляется не менее значимой, чем сама оценка численности.

Известно, что сеголетки горбуши северных популяций различаются более низкими в сравнении с южными стадами размерами тела на момент проведения траловой съемки в Охотском море. Попытка дифференциации по морфометрическим показателям выявила незначительное преобладание северных стад — 55/45 %, при этом пространственное распределение сеголеток горбуши северной и южной форм (рис. 2, справа) хорошо «вписывалось» в вихревую структуру основных охотоморских течений, что косвенно подтверждало предварительные выводы. Результаты генетических исследований КамчатНИРО были отличны от оценок соотношения северных и южных форм охотоморской горбуши, полученных по результатам анализа морфометрических показателей. Соответственно генетическим исследованиям северная и южная форма соотносились в пропорции 73 и 27 % (материалы прогнозов КамчатНИРО на 2023 г.).

В период с 02.06–07.07.2023 г. НИС «ТИНРО» проведена ежегодная съемка по учету созревающей горбуши, мигрирующей в охотоморский бассейн через северо-западную часть Тихого океана (СЗТО). Общая численность горбуши по итогам съемки в 2023 г. составила 680 млн экз., а общий подход оценили 260 ± 44 млн экз.

По результатам кластеризации смешанных скоплений горбуши в СЗТО на региональные группировки методом EM-кластеризации на основе данных о ГСИ самок соотношение северных и южных стад составило 78/22 % (округлили до 80/20) в пользу северных (рис. 3). Подход горбуши северных стад оценили в ~ 208 млн экз., верхний предел уловов горбуши, с учетом того что часть рыбы к моменту съемки уже зашла в Охотское море (суммарное соотношение полов было смещено в пользу самок — 61/39 %), определили в ~ 225 тыс. т.

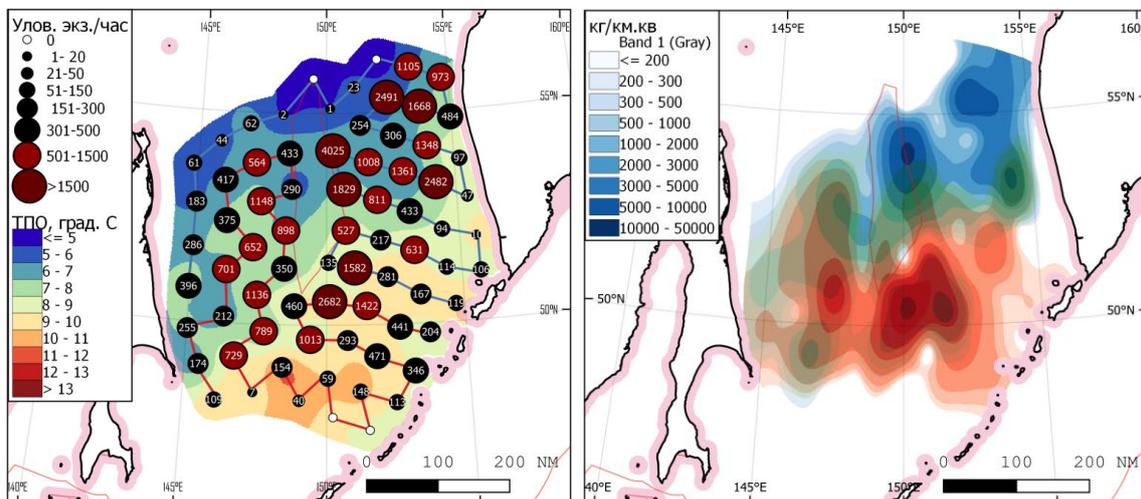


Рис. 2. Пространственное распределение уловов сеголеток горбуши на фоне температуры поверхности по рейсовым данным (слева), относительной численности сеголеток горбуши северного (синий цвет) и южного (красный цвет) происхождения (справа) в Охотском море в период 11–25.10.2022 г.

Fig. 2. Catches of pink salmon juveniles on the background of sea surface temperature (left panel) and relative abundance of pink salmon juveniles of northern (blue) and southern (red) origin, separately (right panel) on the data of survey in the Okhotsk Sea on October 11–25, 2022

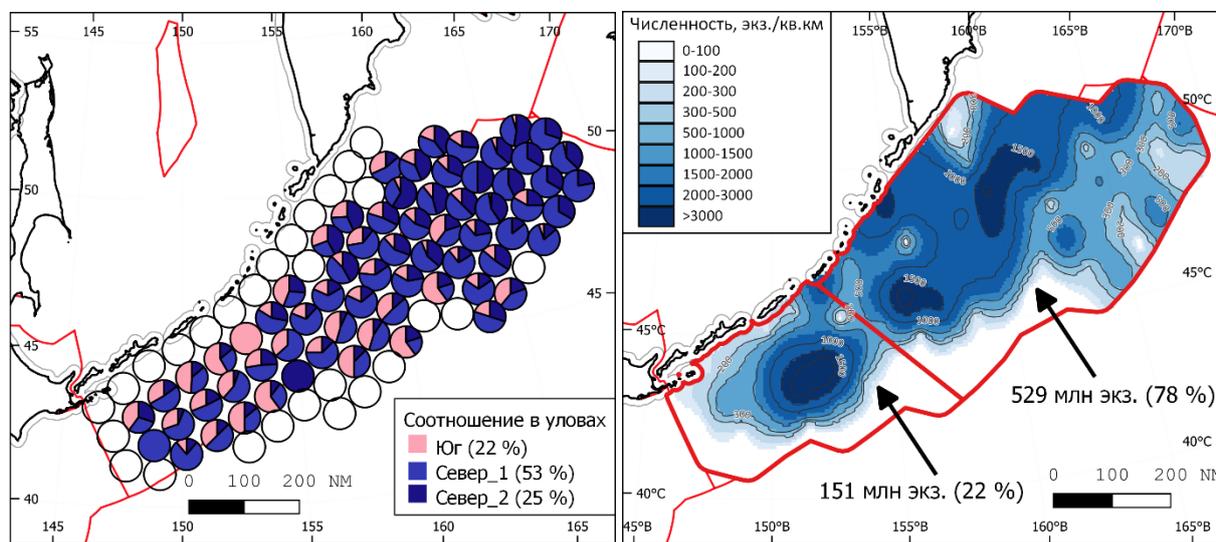


Рис. 3. Доля региональных группировок в уловах преднерестовой охотоморской горбуши по методу EM-кластеризации ГСИ самок (слева) и пространственное распределение относительной численности горбуши с разделением скоплений на две изолированные области (справа); траловая съемка в прикурильских водах северо-западной части Тихого океана 02.06–07.07.2023 г.

Fig. 3. Portions of regional groups in catches of pre-spawning pink salmon migrated to the Okhotsk Sea determined by EM clustering of gonad-somatic index for females (left panel) and spatial distribution of the pink salmon relative abundance, with separation of the aggregations into two areas (right panel) on the data of trawl survey in the Pacific waters at Kuril Islands on June 6 — July 7, 2023

Подход южной группировки горбуши оценили в 52 млн экз., что с учетом необходимого пропуска соответствовало прогнозным объемам (30 тыс. т) [Сомов и др., 2023].

На завершающем этапе путины все материалы по пропуску, вылову и подходу уже были обобщены дальневосточными филиалами ВНИРО, общий возврат в Охотское море был оценен на уровне около 292,4 млн особей горбуши, из которых 222,5 млн, или 76,1 %, имели западнокамчатское происхождение, а соотношение северной и южной форм было соответственно 88,3 и 11,7 % (табл. 1).

Таблица 1

Вылов, пропуск и подход горбуши в регионах Охотского моря в 2023 г., млн экз.

Table 1

Pink salmon run, catch and escapement in 2023, by areas of the Okhotsk Sea, 10⁶ ind.

Регион	Вылов	Пропуск	Подход
Западная Камчатка	192,5	30,0	222,5
Материковое побережье (в пределах Магаданской области)	13,8	12,1	25,9
Материковое побережье (в пределах Хабаровского края)	7,7	2,1	9,8
Восточный Сахалин и южные Курильские острова	24,0	10,2	34,2
Итого	238,0	54,4	292,4

Таким образом, преобладание северных стад горбуши было более значительным, чем по результатам EM-кластеризации на основе морфометрических маркеров, и даже более значимым, чем определенное генетическими методами.

Практика показала, что разделение численности смешанных скоплений на региональные группировки на основе морфометрических различий в этих группах без учета темпов роста молоди по мере развития миграции достаточно условно и субъективно. По мере откочевки от берегов молодь растет и к моменту вовлечения в смешанные скопления, особенно в центральной части моря, она уже накапливает достаточно значимые различия линейно-весовых характеристик по отношению к молоди, находящейся в начальной стадии миграции. Кластеризация общего массива не предполагает такие «тонкие» настройки, поэтому часть рыбы камчатского происхождения по результатам анализа была ошибочно отнесена к скоплениям южного комплекса. Применение метода EM-кластеризации для данных съемки 2022 г. дифференцированно по зонам повышенной концентрации сеголеток и по временным этапам работ [Сомов и др., наст. бюл.] при проведении ретроспективного анализа показало увеличение доли западно-камчатской горбуши с 50 до 65 %, существенно расширилась и занимаемая ею акватория Охотского моря (рис. 4).

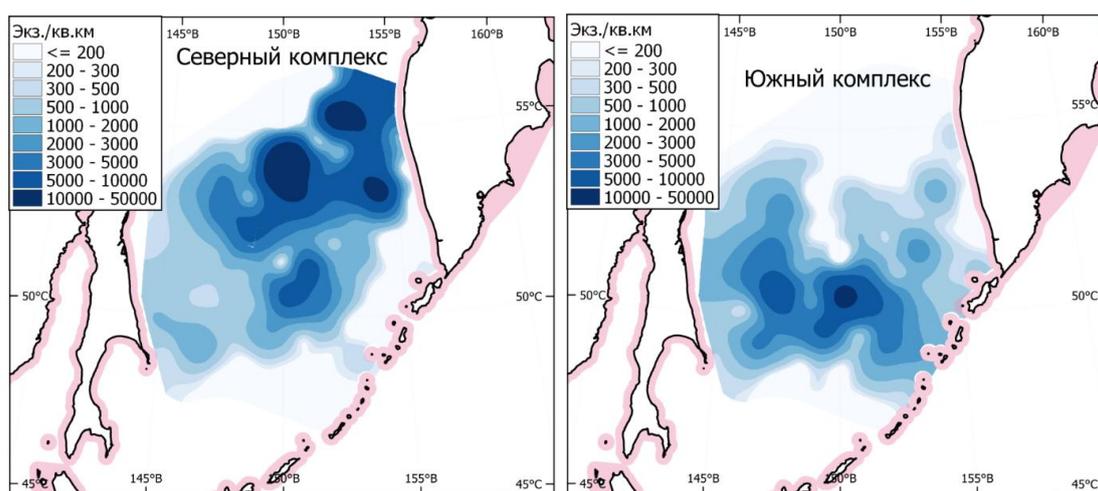


Рис. 4. Уточненное по результатам ретроспективного анализа пространственное распределение молоди горбуши северного и южного комплексов в Охотском море осенью 2022 г.

Fig. 4. Reassessed spatial distribution of juvenile pink salmon belonged to the northern and southern regional groups in the Okhotsk Sea in the fall of 2022

Ниже приводим таблицу соотношения прогностических и фактических оценок вылова и подходов горбуши в регионы Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна, полученных на разных этапах исследований Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО) в 2022 и 2023 гг. (табл. 2).

Таблица 2

Соотношение прогноз–факт подходов и уловов карагинской и охотоморской горбуши в 2023 г.

Table 2

Forecasted and factual values of the pink salmon total run and catch in the Karaginsky area of Bering Sea and in the Okhotsk Sea in 2023

Регион	Подход, млн экз.		Вылов, тыс. т	
	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт
<i>Осенняя съемка молоди</i>				
Берингово море (в границах Карагинской подзоны)	210	247	140–150	182
Охотское море	270	292	240	281
<i>Летняя съемка в СЗТО</i>				
Охотское море	260	292	255	281
Северные стада (ЗК+МПОМ)	208*	258	225	253
Южные стада (восточный Сахалин+южные Курильские острова)	52	34	30	28

Примечание. МПОМ — материковое побережье Охотского моря.

* Без корректировки на смещение соотношения полов в сторону самок.

Заключение

В целом всеми региональными институтами было обосновано и впоследствии утверждено Отраслевым советом 140,4 тыс. т горбуши к вылову в Беринговом море и 226,2 тыс. т к вылову в Охотском море. Для бассейна Охотского моря 81 % прогнозируемого вылова планировалось освоить на побережьях западной Камчатки и Магадана, 13 % — в Сахалино-Курильском регионе, а оставшуюся долю — в охотском районе Хабаровского края и транзитной зоне северных Курильских островов.

По факту промысла суммарный вылов горбуши в Беринговом море составил 182,6 тыс. т, в Охотском море — около 280,8 тыс. т, из которых северной горбуши (материкового побережья Охотского моря и западной Камчатки) освоено 252,9 тыс. т (90 %), вылов южных сахалинокурильских стад составил 27,9 тыс. т, или чуть менее 10 (9,9) %.

Таким образом, подводя итог этапам разработки материалов прогноза подходов и уловов горбуши в Берингово и Охотское моря, а после и фактологического анализа величины и структуры возврата, можно заключить следующее:

1. Возврат горбуши в Карагинскую подзону Берингова моря составил 247 млн рыб и соответствовал верхнему уровню оценки подходов (210 ± 41 млн экз.) по материалам траловой съемки, проведенной на НИС «ТИНРО» и «Проф. Кагановский» осенью 2022 г. Согласно результатам последних исследований [Шевляков и др., 2024] есть основания считать, что нерест 66,5 млн особей горбуши в 2023 г. не является избыточным и способен обеспечить возврат потомков в 2025 г. на уровне, близком к экстраурожайному для карагинского стада.

2. Оценка подхода горбуши в Охотское море по данным траловых съемок по нижнему доверительному интервалу (270 млн экз.) была методически обоснована и соответствовала фактически оцененному возврату 292 млн экз. Несмотря на близкие оценки численности молоди в Охотском море в 2017 и 2022 гг., сценарий возврата 2018 г. (460 млн экз.) был ожидаемо не реализован;

3. Структура возврата горбуши в Охотское море в большей степени соответствовала генетической дифференциации результатов учетной съемки, которая, впрочем, существенно (на 14, 73 против 88,3 %) занижала вклад северных стад, что с учетом фактической численности возврата и позволило в итоге нивелировать риски предварительных оценок прогнозного вылова на фоне оптимистичных ожиданий по сценарию 2018 г. и «вписаться» в фактический уровень и региональную структуру возврата.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность экипажам НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» за качественный сбор первичных материалов, а также сотрудникам КамчатНИРО, осуществляющим генетическую дифференциацию скоплений горбуши.

The authors are grateful to the crews of RV TINRO and RV Professor Kaganovsky for high-quality collection of primary materials and to specialists of Kamchatka branch of VNIRO for their skilled analysis of genetic differentiation in mixed aggregations of pink salmon.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена согласно тематического плана Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО).
The study had budget funding following to the thematic plan of Pacific branch of VNIRO (TINRO).

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

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

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

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Все авторы принимали участие в обсуждении результатов, написании и редактировании текста рукописи.

All authors jointly collected and analyzed the materials, discussed the results, wrote, illustrated, and edited the manuscript.

Список литературы

Сомов А.А., Шевляков Е.А., Старовойтов А.Н. и др. Перспективы промысла горбуши в дальневосточных регионах Берингова и Охотского морей в 2023 г. по результатам анализа траловых съемок молоди на НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» осенью 2022 г. // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 87–100. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-87-100. EDN: SVAJWC.

Шевляков Е.А., Дедерер Н.А., Островский В.И., Хен Г.В. Термические условия морских прибрежных вод как фактор, благоприятствующий появлению экстравысококочисленных поколений карагинской горбуши // Изв. ТИНРО. — 2024. — Т. 204, вып. 1. — С. 30–47. DOI: 10.26428/1606-9919-2024-204-30-47. EDN: RVYEMU.

Шевляков Е.А., Сомов А.А., Шевляков В.А. и др. Промысел горбуши в Дальневосточном рыбопромысловом бассейне в 2022 г.: предварительные исследования, прогноз, интерпретация итогов путины // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 101–109. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-101-109. EDN: SYLNEO.

Шевляков Е.А., Фельдман М.Г., Шевляков В.А., Канзепарова А.Н. К методике разделения мигрирующих популяционных комплексов охотоморской горбуши в прикурильских водах Тихого океана с использованием гонадо-соматического индекса // Изв. ТИНРО. — 2020. — Т. 200, вып. 1. — С. 24–37. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-24-37.

Сомов А.А., Шевляков Е.А., Старовойтов А.Н. и др. Перспективы промысла горбуши в российских водах Берингова и Охотского морей в 2024 г. по результатам анализа траловых съемок молоди на НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» осенью 2023 г. // Наст. бюл.

Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей в бассейнах рек Северо-Восточной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2018. — Вып. 51. — С. 5–26. DOI: 10.15853/2072-8212.2018.51.5-26.

Scrucca L., Fop M., Murphy T.B. and Raftery A.E. mclust 5: clustering, classification and density estimation using Gaussian finite mixture models // R J. — 2016. — № 8/1. — P. 289–317. PMID: 27818791.

Поступила в редакцию 9.01.2024 г.

После доработки 8.02.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 9.01.2024; approved after reviewing 8.02.2024; accepted for publication 29.03.2024

Научная статья

УДК 639.21:597.552.511

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-105-122

EDN: FBSYCD

ИТОГИ ПРОМЫСЛА ГОРБУШИ НА ОСТРОВАХ САХАЛИН (ВОСТОЧНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ) И ИТУРУП В 2018–2023 ГГ.

А.М. Каев, В.Г. Самарский*

Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

Аннотация. Сопоставлены динамики ожидаемых и фактических уловов горбуши на северо-восточном и юго-восточном побережье о. Сахалин и на о. Итуруп в 2018–2023 гг. В рассмотренных районах отклонение фактической численности в возвратах горбуши от ожидаемой численности за изученный период было в среднем примерно двукратным. Большие ошибки прогноза были обусловлены как объективными (природные факторы, носящие случайный характер и своевременно не учитываемые), так и субъективными (неточность первичных данных, использованных в расчетах) причинами.

Ключевые слова: восточный Сахалин, Итуруп, горбуша, промысел, прогноз, вылов, численность

Для цитирования: 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.

Original article

Results of pink salmon fishery on the islands of Sakhalin (eastern coast) and Iturup in 2018–2023

Alexander M. Kaev*, Vladimir G. Samarsky**

* ** Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO), 196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

* D.Biol., principal researcher, kaev@outlook.com, ORCID 0000-0002-5989-3988

** Ph.D., deputy director, samarskiy71@inbox.ru, ORCID 0009-0002-9546-3106

Abstract. Seasonal dynamics for expected and actual catches of pink salmon on the northeastern and southeastern coasts of Sakhalin and on Iturup Island are compared for 2018–2023. The actual values differed from the expected ones on average by a factor of two. Large errors in the forecast were caused by both objective reasons (unaccounted random natural cases) and subjective reasons (inaccuracy of the primary data used in calculations).

Keywords: East Sakhalin, Iturup, pink salmon, fishery, fishery forecasting, annual catch, fish abundance

For citation: Kaev A.M., Samarsky V.G. Results of pink salmon fishery on the islands of Sakhalin (eastern coast) and Iturup in 2018–2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 105–122. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-105-122. EDN: FBSYCD.

Введение

Горбуша является важнейшим объектом промысла в Сахалино-Курильском регионе, составляя на пике своей численности в 2001–2014 гг. 83 % уловов тихоокеанских лососей. В этот период на восточном побережье Сахалина биомасса ее вылова в нечетные годы (от 86,2 до 224,3, в среднем 135,0 тыс. т) всегда была больше, чем в четные (от 6,1 до 85,8, в среднем 51,4 тыс. т). Напротив, на о. Итуруп вылов в нечетные годы (от 5,4 до 37,6, в среднем 21,6 тыс. т) был меньше, чем в четные (от 4,5 до 43,5, в среднем 28,4 тыс. т), но на этом острове, судя по среднему и экстремальным годовым

* Каев Александр Михайлович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, kaev@outlook.com, ORCID 0000-0002-5989-3988; Самарский Владимир Григорьевич, кандидат биологических наук, заместитель руководителя, samarskiy71@inbox.ru, ORCID 0009-0002-9546-3106.

значениям вылова, разница между этими линиями была не столь велика. На восточном побережье Сахалина сначала в его южных районах в 2015 г., а затем в северных районах в 2017 г. произошло резкое снижение уровня запаса горбуши, которое сохранилось и в последующие годы. На о. Итуруп значительное падение запаса горбуши произошло в смежных 2014 и 2015 гг., после чего уловы возросли, особенно в четные годы. В обоих районах по каждой из линий нечетных и четных лет в среднем за последние три года увеличилась кратность между выловом в данный и предыдущий циклический годы в сравнении с периодом до указанного резкого снижения запасов. Так, для восточного побережья Сахалина она составила соответственно в нечетные годы 2,04 и 1,30 раза, в четные — 2,43 и 2,06 раза, для о. Итуруп в нечетные годы 2,83 и 2,28 раза, в четные — 2,00 и 1,18 раза.

Полезно рассмотреть особенности промысла (соотношение прогноза и вылова и его динамику) в 2018–2023 гг. при сравнительно низком уровне запаса горбуши и в то же время при относительно большой амплитуде его межгодовых изменений, что и является целью данного исследования.

Анализ реализации прогнозов в определенной мере носит критический характер, связанный с качеством первичных данных и их интерпретацией в процессе прогнозирования.

Материалы и методы

Данные по биомассе вылова соответствуют официальной статистике, представляемой Сахалино-Курильским территориальным управлением Росрыболовства. Оценки численности заходов производителей в реки и покатной молоди проведены по первичным материалам учетов, осуществленных сотрудниками сахалинских филиалов ВНИРО и Главрыбвода. Итоговые данные по этим показателям, а также по общей величине возвратов горбуши разных поколений отдельных стад основаны на результатах их ежегодных оценок стандартными методами [Каев, Irvine, 2016]. В качестве прогнозной величины вылова использованы его значения в изначально разработанном прогнозе, а не скорректированном позже, исходя появившихся других данных. К примеру, многократно прогноз на 2009 г. предусматривал возврат к южной части восточного побережья Сахалина 62,2 млн особей горбуши, однако на Лососевом совете (16–17 декабря 2008 г.) он был уменьшен до 38,6 млн рыб, исходя из малой численности сеголеток, учтенных в Охотском море. Фактический возврат составил 108,2 млн рыб [Каев, 2011]. Напротив, корректировка прогнозируемого вылова горбуши на Восточном Сахалине в 2022 г. на основе тралового учета сеголеток в Охотском море и последующей генетической дифференциации по районам их происхождения с 28,4 до 52,0 тыс. т совпала с ростом запаса рыб этой группировки [Каев и др., 2023]. Динамика вероятных уловов рассчитана на основе процентного соотношения вылова по пентадам в среднем за три предыдущих циклических года. При анализе материалов использованы суточные данные по осадкам гидрометеорологических станций, расположенных в населенных пунктах Ноглики (ГМС 32053, 51°49' с.ш. 143°09' в.д.), Пограничное (ГМС 32076, 50°24' с.ш. 143°16' в.д.), Первомайск (ГМС 32092, 49°58' с.ш. 143°16' в.д.), а также по максимальной скорости ветра (средние значения по нескольким измерениям в сутки) в селах Стародубское (ГМС 32136, 47°25' с.ш. 142°48' в.д.) и Китовое (ГМС 32174, 45°15' с.ш. 147°53' в.д.), представленные на сайте «Расписание погоды» (<http://rp5.ru>).

Результаты и их обсуждение

Горбуша в Сахалино-Курильском регионе неоднородна. По результатам экологических и морфологических исследований установлено наличие отдельных ее локальностей [Воловик, 1967; Иванков, 1967]. Результаты последующих исследований позволили сформулировать положение о локальном стаде для лососей с коротким пресноводным периодом жизни, в соответствии с которым горбуша, размножающаяся в реках того или иного района, образует самостоятельную популяционную систему (локальное стадо), состоящую из группировок (популяций) рыб отдельных рек. Эти группировки сходны между собой по основным биологическим характеристикам и типу динамики

стада и отличаются от таких группировок из других районов [Иванков, 1993, 2011]. Применительно к восточному побережью Сахалина выделены 4 такие группировки горбуши, нерестящиеся в реках, впадающих в заливы Анива и Терпения и в Охотское море с юго-восточного и северо-восточного побережья острова (рис. 1), которые приняты за единицы запаса [Каев, 2007]. Однако северный участок юго-восточного Сахалина (выше 48° с.ш.), вследствие отсутствия регулярно собираемых данных, в предыдущие годы был условно принят за «западное побережье» зал. Терпения, т.е. отнесен к району со слабой обеспеченностью данными, характеризующими воспроизводство этого вида. По типу основных рек нереста горбуши, протекающих в горной местности, он сходен с южными участками этого побережья, в то время как реки на побережье зал. Терпения протекают в основном по обширной низменности, являющейся долиной Пороная — крупнейшей реки на о. Сахалин [Атлас..., 1967; Каев, 2007]. В этом исследовании данные по северному и южному участкам объединены в общий массив по юго-восточному Сахалину. Представляемые данные по о. Итуруп относятся к его охотоморскому побережью, так как промысел горбуши и основные реки ее воспроизводства сосредоточены в центральной и северной части данного побережья [Каев, 2022].

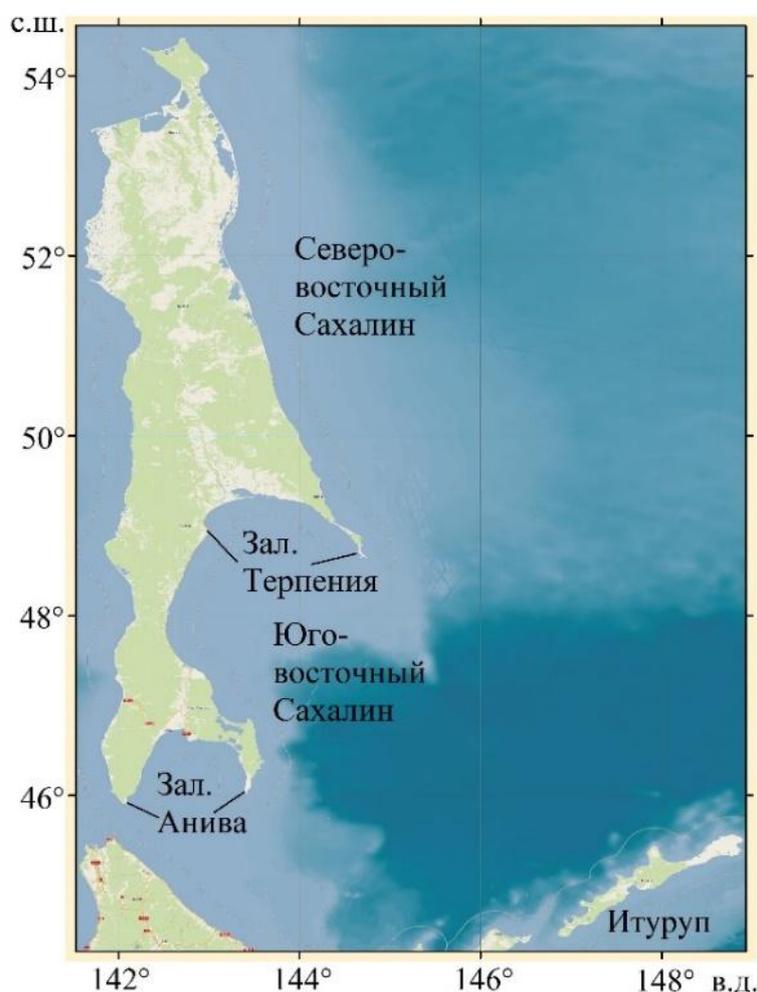


Рис. 1. Районы изучения промысла горбуши: северо-восточное и юго-восточное побережье о. Сахалин и о. Итуруп

Fig. 1. Scheme of the studied area: northeastern and southeastern coasts of Sakhalin Island and Iturup Island

Характеристика промысла горбуши в 2018 г. Рекомендованный вылов в 2018 г. по прогнозу СахНИРО первоначально был определен в объеме 83800 т. Однако в свете произошедших в последние годы изменений в уровне запаса этого вида и на основании результатов генетической идентификации сеголеток в Охотском море при представлении данного прогноза во ВНИРО был рекомендован

еще более осторожный подход. Прогноз был установлен в объеме 65540 т за счет его снижения по подзоне 61.05.3 «Восточно-Сахалинская» с 47120 до 38000 т и в зоне 61.04 «Южно-Курильская» с 33700 до 24560 т. На первый взгляд, первоначальный прогноз СахНИРО по этим промысловым районам оправдался, однако это верно лишь для южных Курильских островов, в то время как на восточном побережье Сахалина отмечены значительные отклонения по отдельным единицам запаса.

На северо-восточном Сахалине на фоне резкого снижения уловов горбуши в нечетные годы появилась тенденция их существенного увеличения по четным годам, в результате чего в 2018 г. они достигли своего исторического максимума по ряду поколений этой генеративной линии, существенно превысив прогноз СахНИРО. В преддверии путины СахНИРО проинформировал рыбаков о возможности более обильных подходов горбуши в сравнении с прогнозом, что позволило в целом провести ее без авралов. В июле промысел развивался в соответствии с прогнозом. Как и предполагалось, слабые уловы были связаны с низкой численностью рыб ранней темпоральной формы. В третьей декаде июля доминирование по численности в подходах стало переходить к поздней форме, что обусловило прирост уловов. В то же время период интенсивных подходов рыб этой темпоральной формы был более продолжительным и несколько смещенным на более поздние даты в сравнении с предыдущими годами (рис. 2, А). Вылов (39040 тыс. рыб, 39468 т) более чем вдвое превысил прогноз (13504 тыс. рыб, 18230 т). Заход производителей в реки (4037 тыс. рыб) стал наибольшей величиной в ряду предыдущих 10 четных лет (от 582 до 3133, в среднем 1500 тыс. рыб). В результате возврат горбуши данного поколения к северо-восточному побережью Сахалина (43077 тыс. рыб) вдвое превысил прогнозные ожидания (20304 тыс. рыб).

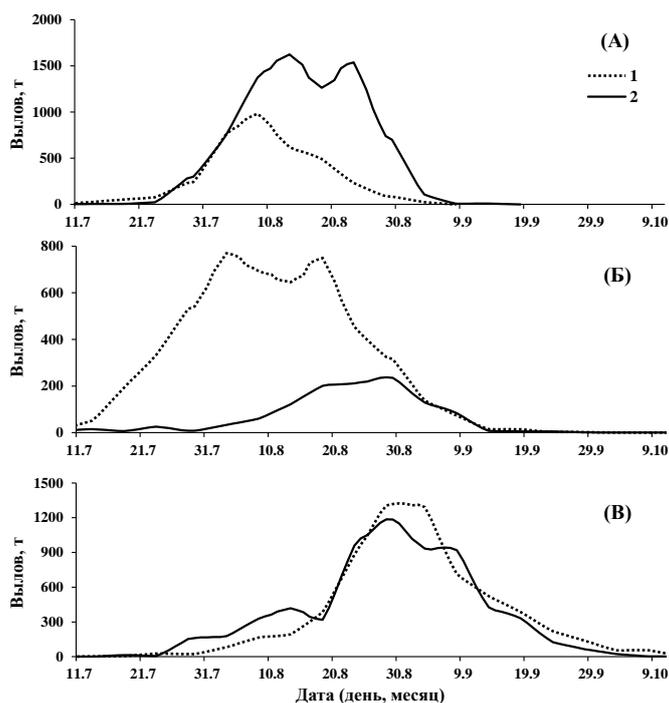


Рис. 2. Динамика ожидаемых (1) и фактических (2) уловов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в 2018 г.

Fig. 2. Dynamics of expected (1) and actual (2) catches of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (B) coasts of Sakhalin Island and on Iturup Island (B) in 2018

Осуществленная еще до начала промысла коррекция прогноза для юго-восточного Сахалина с 25880 до 20913 т не позволила в должной мере оценить предстоящее снижение запаса. Вылов горбуши составил 6068 т (5601 тыс. рыб). Появление крупных самцов, превышающих самок по длине тела, и увеличение их доли в уловах указывало [Каев, 2012], что в подходах горбуши, начиная со второй пентады августа, стали доминировать рыбы поздней темпоральной формы. Однако появление этих

рыб в зоне промысла не привело к резкому увеличению уловов горбуши, как это наблюдалось на северо-восточном побережье острова. Наибольшие уловы зафиксированы в последней декаде августа (рис. 2, Б). В связи с низкой численностью рыб в подходах сравнительно слабым было и заполнение нерестилищ (2806 тыс. против 2657 и 3385 тыс. производителей соответственно в 2016 и 2014 гг.), несмотря на введение пропускных дней. Возврат горбуши к юго-восточному побережью о. Сахалин составил 8407 тыс. против ожидаемых 28760 тыс. рыб.

На о. Итуруп в последние годы массовые выпуски заводской молоди горбуши (до 130 млн экз.) и особенно кеты (до 255 млн экз.) привели, видимо, к ухудшению условий нагула мальков в прибрежных морских водах (замедление роста) и, как следствие, к снижению выживаемости рыб в течение морского периода жизни [Каев и др., 2021]. В связи с этим был осуществлен осторожный подход к оценке вероятной выживаемости в морских водах горбуши данного поколения, в расчеты был заложен коэффициент возврата 3,0 % (средний для 7 предыдущих поколений — 5,7 %), в соответствии с которым прогнозируемый возврат рыб обеспечивал вылов в объеме 33600 т. Вылов по биомассе (33250 т) практически соответствовал предварительному прогнозу, в том числе и по динамике уловов (рис. 2, В), в то время как число выловленных рыб вследствие их малых размеров превысило ожидаемое (24004 и 28299 тыс. рыб). Как следствие, общий возврат горбуши оказался несколько выше прогноза (29992 против 26004 тыс. рыб). В реки зашло 1693 тыс. производителей (в 2016 и 2014 гг. соответственно по 1921 и 1229 тыс. экз.).

Характеристика промысла горбуши в 2019 г. После катастрофического снижения численности горбуши в 2015 и 2017 гг. и, соответственно, резкого падения уровня воспроизводства в связи с острым дефицитом производителей на нерестилищах в подзоне 61.05.3 «Восточно-Сахалинская» к вылову было рекомендовано 6720 т горбуши, из которых 6432 т — на северо-восточном и юго-восточном (в его северо-центральной части) побережьях с ведением всех видов рыболовства. В остальных районах восточного Сахалина предполагался лов (288 т) только для рыболовства в целях аквакультуры и обеспечения научно-исследовательских работ. Суммарный вылов по побережью составил 5997 т, или 89,2 % от прогноза, однако по отдельным районам отклонения были больше.

На северо-восточном побережье Сахалина вылов (2130 тыс. рыб, 3040 т) в 1,5 раза превысил прогноз (2002 т — лов транзитных рыб на северной оконечности побережья). В отличие от предыдущих лет основная часть уловов (74 %) получена в северной части побережья (в том числе представителями коренных малочисленных народностей Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации) что в определенной мере (легализация части уловов в реках) сказалось на смещении сезонной динамики уловов на более поздние даты в сравнении с предыдущими циклическими годами (рис. 3, А). В реки зашло 818 тыс. производителей (в 2,5 раза больше, чем у родительского поколения), из которых 64 % учтены в горных реках южной части побережья. Возврат поколения был вдвое меньше ожидаемого (2948 против 5936 тыс. рыб).

На юго-восточном побережье Сахалина при прогнозе 4430 т (2974 тыс. рыб) выловлено 2734 т (1742 тыс. рыб) горбуши. Ведение промышленного лова предполагалось преимущественно в районах расположения ЛРЗ, так как промысловый запас был рассчитан на основе возврата рыб заводского происхождения. Динамика уловов в целом соответствовала ожидаемой, лишь с меньшей их величиной (рис. 3, Б). Дополнительный пик в середине сентября стал следствием массового использования в это время производителей на ЛРЗ в целях искусственного воспроизводства. В целом при ожидавшейся численности данного поколения в количестве 11551 тыс. рыб реальный возврат горбуши составил 3711 тыс. рыб. Несмотря на слабые подходы, в результате регулирования промысла в реки зашло 1969 тыс. производителей, что в 1,22 раз больше, чем при возврате родительского поколения (1616 тыс. производителей).

На о. Итуруп ожидался возврат горбуши в количестве 23160 тыс. рыб, в соответствии с чем при пропуске в реки до 2 млн производителей к вылову было рекомендовано 30680 т (21160 тыс.

рыб), фактически выловлено 19398 т (13231 тыс. рыб). Динамика уловов до середины августа соответствовала ожидаемой, затем началось прогрессирующее отставание. Небольшое увеличение вылова горбуши в четвертой пентаде сентября связано с появлением в статистике отчетности о рыбах, использованных в целях заводского разведения (рис. 3, В). Судя по появлению в уловах более крупных рыб, особенно самцов, в третьей пентаде августа началась смена в подходах горбуши ее разных темпоральных форм, т.е. отставание уловов от прогнозных ожиданий было связано со снижением численности рыб поздней формы. Слабое освоение прогноза в текущем году явилось следствием возврата поколения горбуши, численность которого (14489 тыс. рыб) была существенно меньше ожидаемой. В результате в реки зашло 1258 тыс. производителей, или в 1,3 раза меньше, чем при возврате родительского поколения.

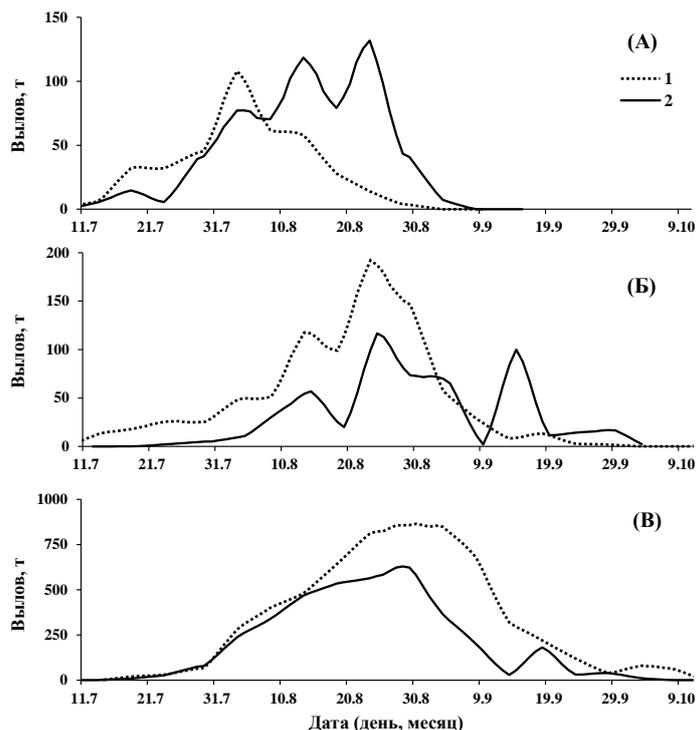


Рис. 3. Динамика ожидаемых (1) и фактических (2) уловов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в 2019 г.

Fig. 3. Dynamics of expected (1) and actual (2) catches of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (Б) coasts of Sakhalin Island and on Iturup Island (В) in 2019

Характеристика промысла горбуши в 2020 г. В связи с огромной протяженностью северо-восточного побережья о. Сахалин и различным типом рек состояние горбуши оценивается по двум частям побережья — северной и южной [Каев, 2019]. Однако расчет вероятного возврата горбуши в 2020 г. с использованием данных по воспроизводству был выполнен только по северной части побережья. При этом предполагалось неблагоприятное воздействие глобального потепления на воспроизводство горбуши, в связи с чем для прогноза принято минимальное значение возврата из диапазона его значений при анализе модели «родители–потомки», а при расчетах с использованием численности покотников исключено поколение 2018 года рождения с высоким уровнем выживаемости в морских водах. Но даже при таком подходе реальный возврат к северной части побережья составил лишь 63 % от ожидаемого. По южной части оценка вероятной численности горбуши осуществлена на основании корреляции между ее уловами на обеих частях побережья. В соответствии с прогнозом, к северо-восточному побережью острова ожидался подход 16390 тыс. рыб. Учитывая более слабые уловы по отношению к прогнозу начиная со второй декады августа (рис. 4, А), сроки промысла не были продлены, несмотря на многочисленные обращения рыбопромышленников. При прогнозе

14710 т (11960 тыс. рыб) вылов горбуши составил 11358 т (9760 тыс. рыб). В реки зашло 2383 тыс. производителей (в 1,7 раза меньше, чем при возврате родительского поколения) при общей численности подхода к побережью 12143 тыс. рыб.

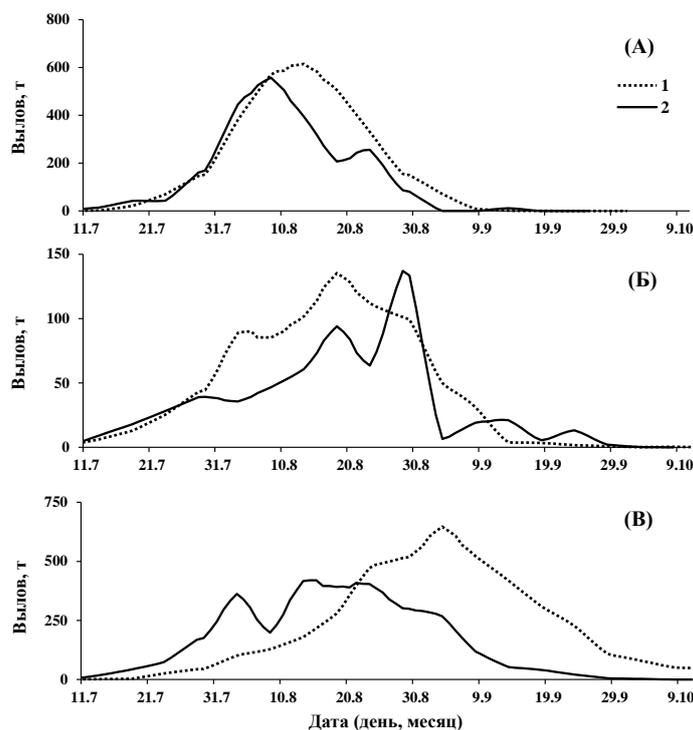


Рис. 4. Динамика ожидаемых (1) и фактических (2) уловов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в 2020 г.

Fig. 4. Dynamics of expected (1) and actual (2) catches of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (Б) coasts of Sakhalin Island and on Iturup Island (В) in 2020

На юго-восточном побережье о. Сахалин промысел горбуши развивался сначала в соответствии с прогнозными ожиданиями. Однако уже в первой декаде августа произошел спад уловов (рис. 4, Б), связанный скорее всего с погодными условиями (шторм), препятствующими ведению промысла. В это время (с 3 по 7 августа) в южной части Сахалина отмечалось усиление ветра с порывами от 7,1 до 11,6 м/с. Наибольшие уловы в конце августа обусловлены кратковременным и сравнительно мощным подходом горбуши к высокопродуктивным рекам на южных участках этого побережья, что в определенной степени повторило ситуацию при возврате рыб родительского поколения. Итоговый вылов составил 3145 т (2581 тыс. рыб) при прогнозе 4170 т (3430 т или 2700 тыс. рыб плюс ориентировочно вылов на ЛРЗ 740 т рыб из общего захода), а в реки зашло 2852 тыс. производителей при численности возврата поколения 5433 тыс. рыб. Возврат оказался вдвое ниже ожидаемого (11170 тыс. рыб), несмотря на использование при расчетах заниженных значений коэффициента возврата. Основной причиной такого расхождения, на наш взгляд, является наличие ошибок в оригинальных расчетах, завывисивших численность молоди, скатившейся с нерестилищ, до 331,9 млн экз., в то время как ее численность при расчетах по ранее применяемой методике [Каев, 2010а] составила 185,2 млн экз. [Каев и др., 2020а].

На о. Итуруп после рекордно высокого за последние годы возврата горбуши в 2018 г. (29992 тыс. рыб) оценка ее предстоящей численности в 2020 г. выглядела довольно пессимистичной (19900 тыс. рыб). В расчетах использовано среднее для последних 5 поколений значение коэффициента возврата, т.е. ухудшения условий формирования численности этого поколения в морских водах не ожидалось. Начало промысла, казалось, свидетельствовало о подходе весьма урожайного поколения, однако уже с третьей декады августа наметилось прогрессирующее отставание уловов от ожидаемых

(рис. 4, В). Снижение уловов во второй пентаде августа было связано с ухудшением погодных условий (7 и 8 августа средняя скорость ветра увеличилась до 7,5–8,5 м/с при порывах до 14,9–16,5 м/с), препятствующих ведению промысла. Рыбы поздней темпоральной формы, составляющие основу подходов горбуши к о. Итуруп, в 2020 г. предположительно стали доминировать уже в конце июля, что и обусловило резкий прирост уловов. В то же время их преждевременный спад, начиная с конца августа, свидетельствует о смещении сроков хода поздней темпоральной формы на более ранние даты. При прогнозе 21400 т (18100 тыс. рыб) выловлено 14913 т (12778 тыс. рыб) горбуши. В реки зашло 1271 тыс. производителей. Возврат поколения составил 14049 тыс. рыб.

Характеристика промысла горбуши в 2021 г. На северо-восточном побережье Сахалина фактически был введен запрет на промышленный лов горбуши, так как рассчитанный ее возврат (3918 тыс. рыб) не позволял в полной мере обеспечить даже заполнение нерестилищ. Однако уже первые подходы рыб к устьям рек показали несостоятельность прогноза, что потребовало корректировок по его увеличению. Первые две корректировки носили предосторожный характер, не обеспечивая соответствие режима промысла темпам нарастания подходов рыб, вследствие чего уловы были ниже возможных из-за продолжающихся ограничений на лов (рис. 5, А). Всего выловлено 7554 т (5412 тыс. рыб) горбуши, при этом в реки зашло 3109 тыс. производителей, что на порядок превысило их крайне слабый заход в 2017 г. и почти в 4 раза заход при возврате родительского поколения. Возврат составил 8521 тыс. рыб. Основной причиной более чем двукратной ошибки прогноза возврата явилось использование в расчётах, как будет показано ниже, многократно заниженных данных по скату молоди в р. Малая Хузи, протекающей в южной части побережья, воспроизводство в реках которого формирует более 70 % промыслового запаса горбуши на всем северо-восточном побережье острова [Каев, 2019].

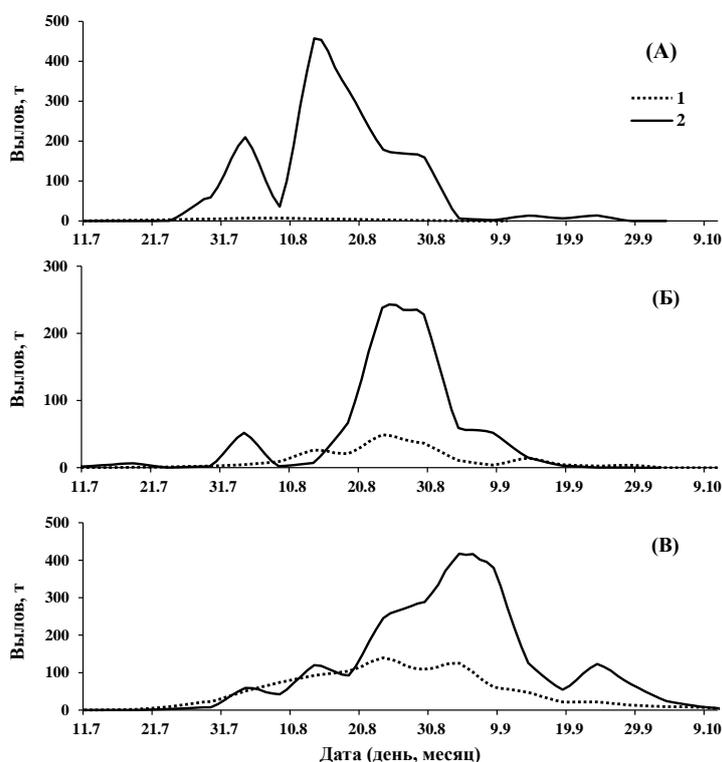


Рис. 5. Динамика ожидаемых (1) и фактических (2) уловов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в 2021 г.

Fig. 5. Dynamics of expected (1) and actual (2) catches of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (B) coast of Sakhalin Island and on Iturup Island (B) in 2021

Вследствие ожидавшихся на юго-восточном побережье Сахалина слабых подходов горбуши (6843 тыс. рыб) ее промышленный лов был рекомендован только на участках, прилегающих к устьям

базовых рек ЛРЗ, с одновременным введением пропускных дней. В феврале 2021 г. в ходе Научно-консультативного совета при ВНИРО (далее НКС) авторами статьи была высказана точка зрения о существенной недооценке в прогнозе численности горбуши в этом году, связанной как с ошибками в расчетах численности поколений на разных этапах онтогенеза, так и с неверным толкованием развития процессов в динамике стада. Эта точка зрения совпала с результатами генетической идентификации происхождения сеголеток в центральной части Охотского моря, указывающими на более крупную долю в сообществе рыб сахалинского происхождения в сравнении с прогнозируемой долей (устное сообщение на НКС руководителя Камчатского филиала ВНИРО Н.Ю. Шпигальской). Развитие промысла полностью подтвердило данные оценки. Однако резкое увеличение уловов в начале августа (рис. 5, Б) не было воспринято как предвестие подходов, превышающих прогнозные ожидания. Вследствие недооценки возможной численности горбуши были допущены заходы производителей в реки, превышающие оптимумы [Каев и др., 2023]. Итоговый вылов (3912 т, 3151 тыс. рыб) многократно превысил прогноз (581 т или 380 тыс. рыб), при этом заход производителей в реки (4504 тыс. рыб) был вдвое выше такового при возврате родительского поколения. На нерестилищах некоторых рек плотность скоплений производителей достигала 4,8–5,0 экз./м². Численность рыб в возврате поколения составила 7655 тыс. особей.

На о. Итуруп, судя по динамике вылова, подходы несколько запаздывали в сравнении с ожидаемыми, наибольшие уловы пришлось на последнюю декаду августа и первую декаду сентября (рис. 5, В). Вылов горбуши в 2021 г. (10607 т, 8878 тыс. рыб) более чем вдвое превысил прогноз (4700 т, 3100 тыс. рыб), при заходе в реки 1537 тыс. производителей расхождение по величине возврата сохранилось примерно таким же (10415 и 4900 тыс. рыб). Вероятны две основные причины недооценки запасов. Первая из них связана с неверным расчетом численности молоди, скатившейся с нерестилищ р. Рыбацкой, по которой были использованы данные учета только по 19 мая, в то время как молодь скатывалась до конца июня. Как следствие, рассчитанная численность молоди дикого происхождения была более чем вдвое ниже реальной [Каев и др., 2023]. Вторая причина связана с занижением значения коэффициента возврата прогнозируемого поколения, осуществленного на основании данных по температуре воды и биомассам зоопланктона в прибрежных водах о. Итуруп [Каев, 2003], якобы указывающих на отрицательную связь между этими показателями. Однако эти опубликованные данные ни в коей мере не показывают связь между годовыми изменениями температуры воды в прибрежье и биомассы зоопланктона, они лишь свидетельствуют о среднесезонной ситуации по термическому режиму и составу зоопланктона в разных заливах охотоморского побережья острова. Так, у южной части охотоморского побережья наблюдаются самые низкие значения температуры воды в сочетании с наиболее высокими биомассами зоопланктона как следствие выноса сюда водных масс из Тихого океана. Напротив, в сравнительно изолированной от приноса извне водных масс юго-западной части зал. Простор отмечается наибольший прогрев воды и сравнительно небольшие биомассы зоопланктона, представленного в основном мелкими неритическими формами.

Характеристика промысла горбуши в 2022 г. В этом году с проведением промысла горбуши вновь сложилась весьма сложная ситуация, так как при рекомендуемом вылове 28,35 тыс. т на восточном Сахалине основная часть уловов (22,2 тыс. т) предполагалась в северной части побережья, в то время как по южной части предусматривались серьезные ограничения на режим промысла. По нашему мнению, высказанному в январе в ходе проведения НКС, в северной части восточного Сахалина уловы горбуши должны быть невелики, а основные ее подходы, существенно превышающие прогнозные ожидания, — прийти на южную часть его побережья. На вероятное увеличение численности горбуши на Сахалине и южных Курильских островах по сравнению с прогнозом позднее указали также генетические данные по идентификации сеголеток при их нагуле в Охотском море, представленные сотрудниками КамчатНИРО. На этом основании решением заседания Бюро Отраслевого совета по промысловому прогнозированию при ФАР была проведена корректировка вылова на

восточном Сахалине до 52,0 тыс. т, а на южных Курильских островах — с 13,7 до 24,2 тыс. т. Применительно к восточному Сахалину авторы прогноза, оставаясь на прежних позициях (основные уловы на северо-восточном побережье), не распределили эту добавку (23630 т) по единицам запаса, рассматривая ее в качестве оперативного резерва при организации промысла в подзоне в случае более обильного подхода горбуши*.

На северо-восточном побережье Сахалина ожидался возврат поколения численностью 24000 тыс. рыб, что позволило рекомендовать к вылову 19800 тыс. рыб, или 22170 т. После первых уловов при открытии промысла их дальнейшего увеличения не последовало, более того, они даже пошли на спад в первой декаде августа. При этом вплоть до середины августа доля самцов в пробах практически не изменялась, находясь в пределах от 62 до 64 %. Не исключено, что такая ситуация была связана с задержкой подходов основной массы горбуши из-за холодной воды. По оперативной информации ВНИРО, представляемой в ходе промысла, по состоянию на 9 августа вдоль всего северо-восточного побережья Сахалина сложилась аномалия ТПО от -2 до -3° . Увеличение уловов произошло в середине августа с достижением их пика в четвертой пентаде этого месяца, что привело к интенсивному заходу производителей в реки в третьей декаде августа. В то же время во второй половине августа началось резкое снижение в уловах доли самцов, поэтому неудивительно, что в последней декаде августа последовало и существенное снижение уловов (рис. 6, А). Промысел был прекращен в конце августа при уже фактически заканчивавшихся подходах: 30 и 31 августа суточные уловы горбуши упали соответственно до 165 и 70 т. Итоговый вылов составил 12776 т (9844 тыс. рыб). В реки зашло 1748 тыс. производителей при возврате данного поколения 11592 тыс. рыб.

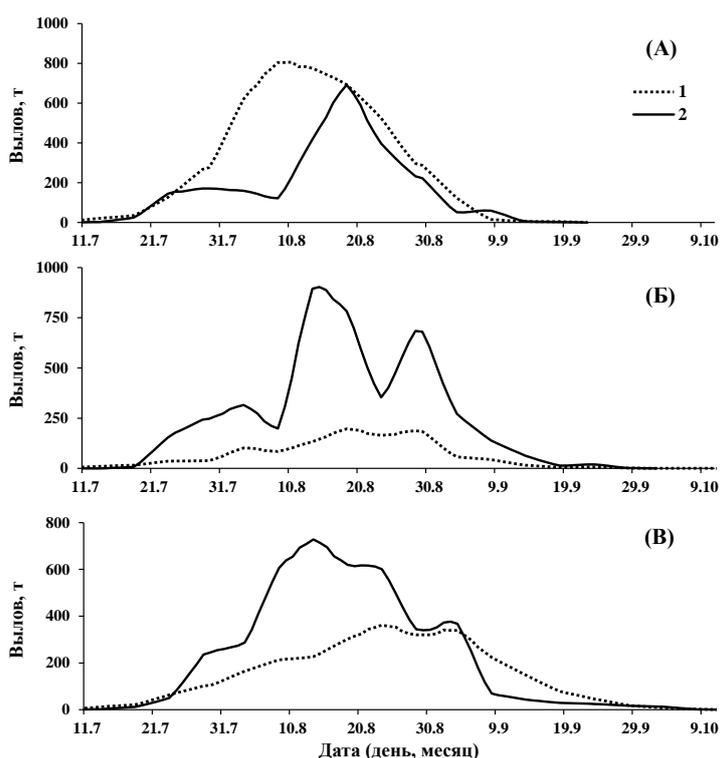


Рис. 6. Динамика ожидаемых (1) и фактических (2) уловов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в 2022 г.

Fig. 6. Dynamics of expected (1) and actual (2) catches of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (B) coasts of Sakhalin Island and on Iturup Island (B) in 2022

В прогнозах численности горбуши на юго-восточном побережье Сахалина в 2018 и 2020 гг. рекомендованный пропуск в реки производителей составлял 8577 и 9290 тыс. экз., что явно завыше-

* Лососи—2022 (путинный прогноз). Владивосток: ТИПРО, 2022. 107 с.

но, так как в расчеты закладывали заход производителей в р. Найбу, в которой сосредоточено около половины нерестового фонда горбуши в реках этого побережья. В то же время в последние годы присутствие горбуши на нерестилищах этой реки оценивается на уровне «единично». В 2022 г. при ожидании сравнительно слабого возврата горбуши (9285 тыс. рыб) пропуск в реки предусматривался в количестве 4540 тыс. производителей, что позволило рекомендовать к вылову 4745 тыс. рыб с биомассой 5740 т. При этом промышленный лов на том или ином участке побережья должен был начинаться только после достижения 50 %-ного заполнения нерестилищ в местных реках. Кроме того, изначально вводился режим проходных дней. Уже первые промышленные уловы показывали уровень подходов горбуши, значительно превышавший прогнозные ожидания (рис. 6, Б), в итоге выловлено 17200 тыс. рыб, или 21572 т. При этом динамика уловов не отражала реальную динамику подходов вследствие вводимых периодически запретов на промысел, что, в свою очередь, способствовало чрезмерно большому заходу производителей в некоторые реки (от 4 до 7 экз./м² нерестилищ). Всего в реки зашло 5162 тыс. производителей при численности возврата данного поколения, равной 22362 тыс. рыб.

Вылов горбуши на о. Итуруп в 2022 г. (20867 т, 17256 тыс. рыб) существенно превысил прогноз (13700 т, 10500 тыс. рыб), приблизившись к величине, установленной Отраслевым советом (24200 т). В то же время высокая величина уловов в середине августа спровоцировала корректировку прогноза в сторону еще одного увеличения, до 28000 т, представленную 7 сентября, хотя к этому времени уже наметилось заметное снижение, судя по уловам и уменьшению в них доли самцов до 35–38 %, подходов рыб к побережью. Эти данные указывали на вероятность преждевременного завершения подходов в сравнении с ожидаемыми, что и произошло (рис. 6, В). Возврат поколения (18836 тыс. рыб) в 1,5 раза превысил прогноз (12300 тыс. рыб), в реки зашло 1580 тыс. производителей, что близко к среднему значению для 5 предыдущих поколений четных лет (1487 тыс. рыб).

Характеристика промысла горбуши в 2023 г. Предполагаемая численность горбуши на северо-восточном побережье Сахалина, рассчитанная по соотношению «скат–возврат» (16458 тыс. рыб) и с использованием модели «родители–потомки» Рикера с модификацией, учитывающей влияние факторов среды от нереста до обитания молоди в морском прибрежье (16591 тыс. рыб), была примерно одинаковой, в качестве официальной версии принято последнее значение. К вылову рекомендовано 12391 тыс. рыб с ожидаемой биомассой 16728 т. Динамика уловов, исключая отдельные пики, в целом соответствовала ожидаемой (рис. 7, А). Всего выловлено 19114 т, или 16740 тыс. рыб. Численность вернувшихся рыб данного поколения составила более 21271 тыс. рыб, в реки зашло 4531 тыс. производителей.

На юго-восточном побережье Сахалина прогнозируемый возврат горбуши (4265 тыс. рыб) не обеспечивал даже потребности для оптимального заполнения нерестилищ (включая бассейн крупнейшей в районе р. Найба). Видимо, для ведения хотя бы ограниченного промысла в районах впадения базовых рек ЛРЗ в прогнозе занижена рекомендуемая величина пропуска производителей в реки до 3816 тыс. рыб (1,35 экз./м² против принятого минимума 2,00 экз./м², исходя из площади нерестовых бугров [Рухлов, 1970, 1971]). В итоге она оказалась еще меньше, так как представленный прогноз биомассы вылова горбуши (962 т, или 659 тыс. рыб при ожидаемой массе одной особи 1,46 кг) явно не соответствовал рассчитанному числу рекомендованных к вылову рыб (4265 – 3816 = 449 тыс. экз.). В принципе произведенное увеличение рекомендуемого вылова даже за счет уменьшения величины пропуска на нерестилища вполне соответствовало нашей позиции (усиление промысловой нагрузки). С одной стороны, величина прогнозируемого возврата горбуши к побережью была существенно заниженной [Каев и др., 2023]. С другой стороны, снижение расчетного количества рекомендуемого пропуска производителей в реки также вполне оправданно, учитывая отсутствие уже в течение целого ряда лет их заходов в р. Найба. Развитие промысла полностью подтвердило правомочность такой позиции, так как подходы горбуши обеспечивали уловы, многократно превосходящие прогнозные

ожидания (рис. 7, Б). Фактически выловлено 7088 т горбуши (5692 тыс. рыб). Численность вернувшихся рыб данного поколения составила 9544 тыс. рыб, в реки зашло 3852 тыс. производителей, но эта величина, видимо, занижена, так как в некоторых весьма значимых для воспроизводства реках учет горбуши производился в начале наиболее массовых ее заходов.

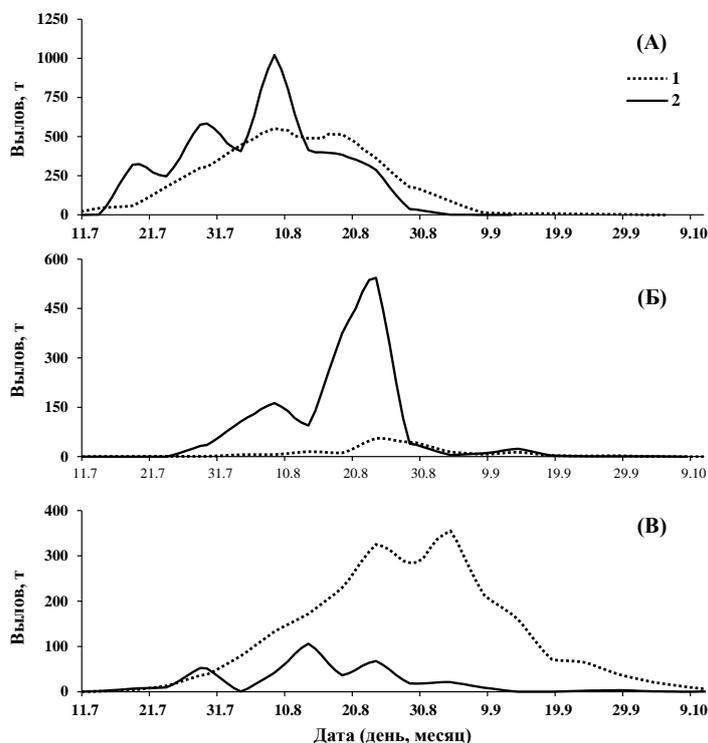


Рис. 7. Динамика ожидаемых (1) и фактических (2) уловов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в 2023 г.

Fig. 7. Dynamics of expected (1) and actual (2) catches of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (Б) coasts of Sakhalin Island and on Iturup Island (В) in 2023

Показатели воспроизводства горбуши на о. Итуруп (численность производителей на нерестилищах и последующего ската молоди) позволили разработать сравнительно благоприятный для рыбной отрасли прогноз возврата, рассчитанный, по аналогии с северо-восточным Сахалином, двумя методами — по соотношению «скат–возврат» (6401 тыс. рыб) и моделирования (9448 тыс. рыб). В качестве итоговой величины возврата принято значение, полученное при моделировании, в соответствии с которым к вылову рекомендовано 7748 тыс. рыб с биомассой 11400 т. По нашей оценке, выбор большего значения был приемлем, так как численность покатной молоди в прогнозных материалах вновь была существенно занижена [Каев и др., 2023] вследствие использования в расчётах неполных данных её учета (по 24 мая, в то время как скат протекал до конца июня). В ходе промысла величина уловов соответствовала прогнозу только в июле, а в августе происходило нарастающее их отставание от прогнозных оценок (рис. 7, В). Итоговая биомасса вылова достигла лишь 1948 т (1729 тыс. рыб), а в реки для нереста зашло 362 тыс. производителей. Численность возврата данного поколения составила 2091 тыс. рыб.

Обсуждая вышеприведенные данные, прежде всего следует исходить из того, что изредка наблюдаемое полное соответствие численности подходов горбуши в тот или иной район с прогнозной оценкой по своей сути является случайным совпадением, так как в прогнозе невозможно учесть все многообразие причинно-следственных связей в процессе становления численности рыбы [Коновалов, 1985]. К тому же вариабельность самих этих связей обуславливает неодинаковую цикличность в динамике численности разных популяций и видов, живущих в одних и тех же экосистемах [Шунтов, 2000; Шунтов, Темных, 2011]. Значимую роль могут иметь масштабные перераспределения нересто-

вых потоков рыб между районами воспроизводства разных стад, происходящие в соответствии с гипотезой «флуктуирующего стада горбуши» [Глубоковский, Животовский, 1986; Каев, Животовский, 2017; Зеленина и др., 2022]. Известны факты рассеивания горбуши заводского происхождения по разным промысловым районам, устанавливаемые на основе маркирования отолитов [Мякишев и др., 2019; Стекольщикова, 2021]. Кроме того, существуют и субъективные ошибки, связанные с точностью используемых данных. Какими бы ни были методы расчета численности будущего возврата горбуши, в основу их должны закладываться значения показателей, полученные на основе использования стандартных методов, т.е. ежегодного применения принятых методик по сбору и последующей интерпретации первичных данных. Ведь хорошо известно, что ключевой проблемой любого прогноза является точность первичных данных. Понятно, что это не является панацеей от ошибок, для их появления достаточно много разных причин. Однако точных прогнозов, основанных на приблизительных измерениях, не бывает [Островский, 2007]. Кроме того, такие измерения вводят в заблуждение при анализе отклонений реализации прогноза и исключают возможность понимания путей их устранения в будущих расчетах. Ниже приведем наиболее яркие примеры расхождений величин подходов горбуши в сравнении с прогнозируемыми, связанных с субъективными (корректность данных) и объективными (действие природных факторов) причинами.

Чрезмерно большая ошибка в 2021 г. при реализации прогноза по вылову горбуши на северо-восточном побережье Сахалина связана в основном с использованием в расчетах некорректных данных по скату молоди. В 2020 г. в р. Малая Хузи (южная часть побережья) было учтено 376 тыс. покатников горбуши, в то время как в р. Даги (северная часть побережья) — 4485 тыс. покатников. Впервые за все годы наблюдений индекс ската (отношение количества скатившейся из реки молоди к числу ранее учтенных производителей) в реке из южной части побережья оказался в 5 раз ниже, чем в северной. При этом осенью при нересте горбуши и после него в южной части побережья не было зафиксировано обильных дождей, которые могли вызвать паводки с разрушением грунта нерестилищ [Каев, Колпаков, 2022]. Поэтому данный результат оказался феноменальным, учитывая, что в реках горбушевого типа в южной части побережья эффективность нереста в сравнении с его северной частью существенно выше, в среднем в 1,33 раза по наблюдениям в одни и те же годы [Каев, 2019]. Полученные данные по скату были опубликованы [Каев и др., 2020б], так как появление такой диспропорции не могло быть основанием для их опровержения, ибо в природе случаются порой необычные явления. Ведение промысла на следующий год предоставило возможность проверки этих результатов на практике. Как показано выше, подходы горбуши значительно превзошли ожидания. Теоретически это могло быть следствием фантастически высокой выживаемости рыб данного поколения в течение морского периода жизни. Однако 78,5 % из возврата рыб подошло к южной части побережья, из рек которой, судя по данным учета, скатилось всего 21,5 % молоди. Если исходить из такой оценки ската, то выживаемость в течение морского периода жизни горбуши, вернувшейся к этой части побережья, составила нереальные 37,8 %, в то время как для северной части побережья этот показатель составил 3,5 %. Из предыдущих наблюдений известно, что выживаемость одних и тех же поколений в южной и северной части побережья была примерно на одном уровне, в среднем соответственно 3,39 и 2,31 % [Каев, 2019]. Летом 2023 г. при изучении многолетних данных по величине суточных осадков в период ската молоди из рек восточного побережья Сахалина выяснилась любопытная особенность. На северо-восточном побережье Сахалина 12–13 июня 2020 г. проходил довольно обширный дождевой фронт. За эти сутки были зафиксированы осадки на ГМС в населенных пунктах в направлении с севера на юг Ноглики (28 мм, рядом с р. Даги), Пограничное (55 мм, рядом с р. Малая Хузи) и Первомайск (35 мм). Прохождение этого фронта привело к паводку в р. Даги, но, судя по приведенным данным наблюдений в р. Малая Хузи (рис. 8), дождя как бы и не было, хотя осадки в районе протекания последней были наибольшими. Такое несоответствие послужило для нас дополнительным аргументом, что данные по скату молоди горбуши в р. Малая Хузи в 2020 г. недостоверны.

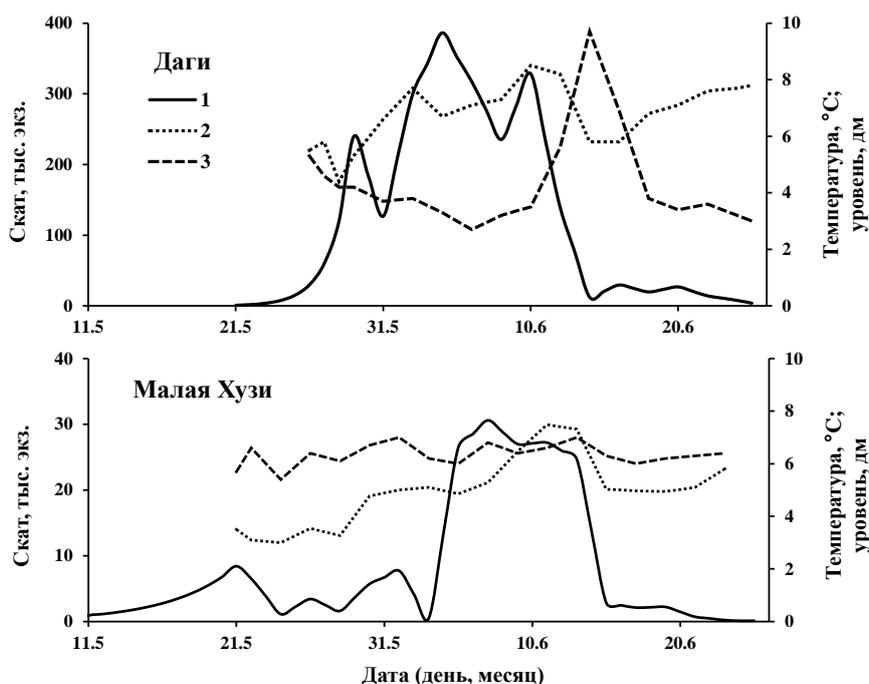


Рис. 8. Динамика покатной миграции молоди горбуши (1), температуры (2) и уровня воды (3) в реках Даги и Малая Хузи в 2020 г.

Fig. 8. Seasonal dynamics for downstream migration of juvenile pink salmon (1), water temperature (2) and water level (3) in the Dagi and Malaya Khuzi Rivers in 2020

Примером значительной ошибки прогноза, связанной с объективными причинами, может быть ситуация, сложившаяся на северо-восточном побережье Сахалина в 2018 г. Численность горбуши резко увеличилась в этом районе по линии четных лет начиная с 2016 г., что заметно отразилось на ходе промысла. Так, в 1996–2014 гг. ее вылов изменялся в пределах от 56 до 9348 т, составив в среднем 2227 т. В 2016 г. он увеличился до 26841 т, а в 2018 г. достиг 39468 т. Появление экстремумов само по себе трудно предсказуемо по причине отсутствия аналогов. Ситуация усугублялась еще и тем, что неизвестным было реальное выживание в течение морского периода жизни последних поколений ввиду отсутствия фактических данных по численности покотников. Тем не менее в прогнозе предполагался оптимистичный сценарий, в соответствии с которым, например, для южной части побережья, где формируется основной запас горбуши, в расчеты было заложено значение коэффициента возврата (2,36 %), превышающее таковое для 5 поколений четных лет нереста в 2002–2010 гг. (1,80 %). Однако реальная выживаемость оказалась вдвое выше (4,34 %). Противоположным по знаку примером является прогноз численности горбуши в 2023 г. на о. Итуруп. Все данные, характеризующие воспроизводство вида в реках, свидетельствовали о потенциально высокой численности данного поколения. Вопреки этим данным прогноз был занижен вследствие использования в расчетах неполных данных по численности покатной молоди, скатившейся с нерестилищ. Количество диких покотников в прогнозных материалах было в 5 раз меньше в сравнении с таковым, определенным по принятой ранее методике [Каев, 2010а; Каев и др., 2023]. Однако реальный возврат оказался существенно ниже даже заниженного прогноза. Основной причиной столь низкой численности горбуши данного поколения стали, видимо, штормовые условия в период ската молоди из рек, во время которых недавно скатившаяся из рек молодь слабо реагирует на внешние угрозы, становясь тем самым легкой добычей хищных рыб [Каев, 2018]. В первой половине мая, судя по данным ГМС в пос. Китовый, было 3 штормовых дня, а через неделю после начала массового ската молоди горбуши в прибрежье моря последовала ежесуточная серия сильных ветров. Поэтому не удивительно, что вторая половина хода горбуши практически не состоялась (рис. 9).

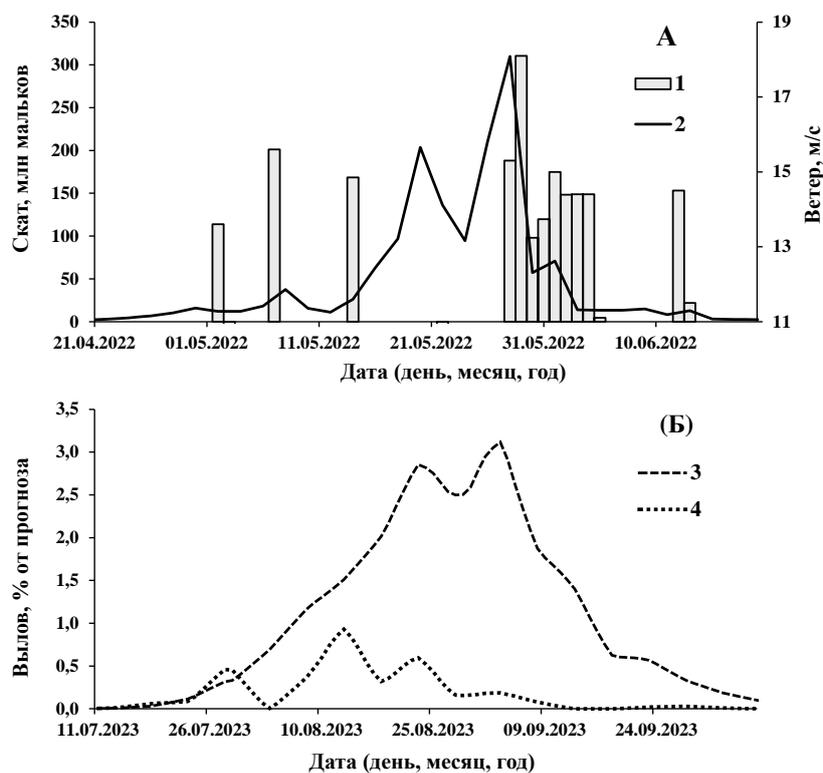


Рис. 9. Динамика покатной миграции молоди горбуши в р. Рыбацкой (2) и среднесуточная скорость максимальных порывов ветра (1) в 2022 г. (А); ожидаемая (3) и фактическая (4) динамика уловов горбуши при возврате этого поколения в 2023 г. (Б)

Fig. 9. Seasonal dynamics for mean daily rate of wind gusts (1) and downstream migration of juvenile pink salmon in the Rybatskaya River (2) in 2022 (А); seasonal dynamics of expected (3) and actual (2) catches of the returned pink salmon in 2023 (Б)

В 2018–2023 гг. в каждом из рассмотренных районов (северо-восточное и юго-восточное побережья о. Сахалин, о. Итуруп) отмечено по три разнонаправленных отклонений фактического возврата горбуши от ожидаемого. В целом для этих районов при снижении численности рыб в возвратах в сравнении с ожидаемой отклонение от прогноза составило 2,3 (от 1,4 до 4,5) раза, при обратной ситуации — 1,8 (от 1,2 до 2,6) раза, т.е. в среднем за эти годы отклонение фактического возврата численности рыб от ожидаемого было примерно двукратным. Изменения численности горбуши привели в последние годы к необычно затянувшемуся доминированию по уловам на восточном побережье о. Сахалин традиционной рецессивной линии поколений четных лет нереста (рис. 10). За период наблюдений с 1950 г. все такие «сбои» в динамике уловов были кратковременными, когда в результате падения вылова в нечетные годы происходило его резкое увеличение в четный год с таким же быстрым падением в последующий циклический год [Каев, 2010б]. В последние годы такое доминирование обычно рецессивной линии сохраняется уже на протяжении нескольких поколений. Тем не менее на северо-восточном побережье острова в результате наметившейся тенденции увеличения уловов по нечетным годам эта линия в 2023 г. восстановила свой доминантный уровень. На юго-восточном побережье о. Сахалин с 2021 г. тоже проявилась тенденция увеличения запаса горбуши. Несмотря на меньшую, в сравнении с северо-восточным побережьем, интенсивность прироста уловов, так же сохраняется вероятность выхода уловов по нечетной линии на доминантный уровень. Тем более что этот процесс, возможно, искусственно ускорен вследствие слабого ската молоди с нерестилищ из-за чрезмерно высокой плотности скоплений производителей горбуши на них в 2022 г. На о. Итуруп наблюдалось быстрое восстановление запасов горбуши после резкого их падения, как это и произошло в 2013, 2016 и 2017 гг. Вследствие этого в последние годы сохранилась типичная для Итурупа ситуация по соотношению уловов горбуши в смежные годы, а именно доминирование по запасам, хотя и не очень заметно выраженное, генеративной линии четных лет.

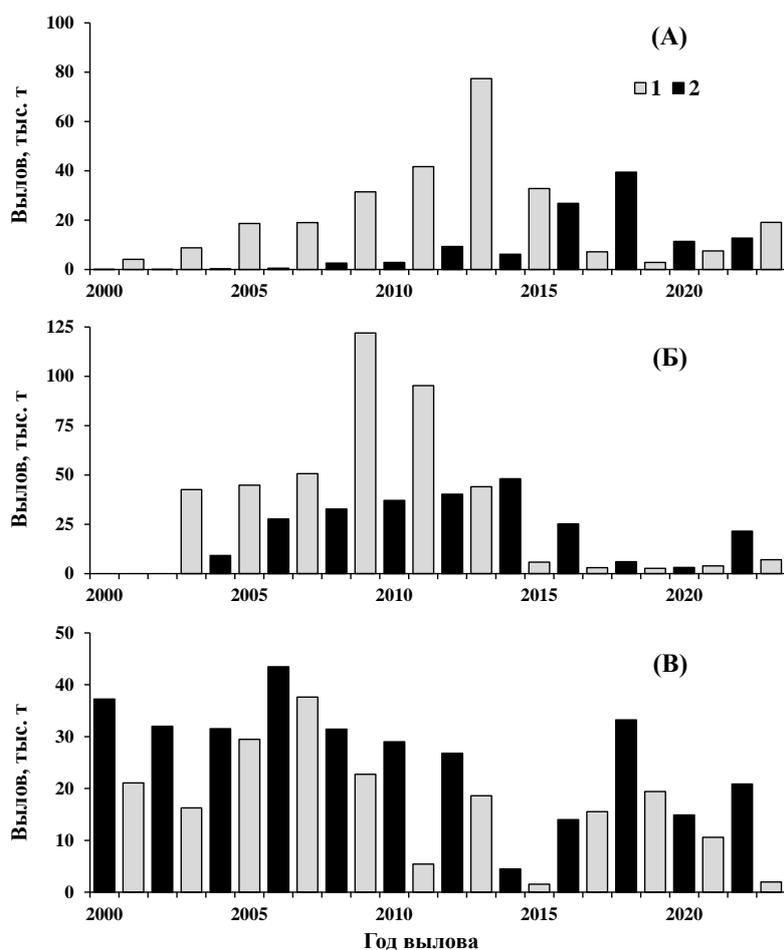


Рис. 10. Вылов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в нечетные (1) и четные (2) годы
 Fig. 10. Annual catch of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (B) coasts of Sakhalin Island and on Iturup Island (B) in odd (1) and even (2) years

Заключение

На Сахалине (северо-восточное и юго-восточное побережья) и о. Итуруп отклонение фактической численности от ожидаемой в возвратах горбуши в 2018–2023 гг. было в среднем примерно двукратным. Большие ошибки прогноза обусловлены как объективными (природные факторы, носящие случайный характер и своевременно не учитываемые), так и субъективными (некорректность исходных данных) причинами. Если оценка действий природных факторов требует проведения специальных исследований, то повышение достоверности исходных данных (количественные показатели выживаемости на этапах икра–личинки–молодь) должно привести к увеличению точности прогнозов в ближайшей перспективе.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории лососевых рыб СахНИРО за высказанные при обсуждении этой статьи замечания.

The authors are grateful to the colleagues from the Salmon Fishes Laboratory of SakhNIRO for their helpful comments during discussion of the article.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

This study has no sponsor funding.

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)

А.М. Каев возглавил проведение данного исследования. Авторы совместно анализировали данные и готовили статью.

Both authors jointly analyzed the data, wrote and illustrated the manuscript; A.M. Kaev managed the study.

Список литературы

Атлас Сахалинской области [Карты] / ред. кол.: гл. ред. Г.В.Комсомольский и И.М. Сирок. — М. : ГУГК, 1967. — 135 с.

Воловик С.П. Структура нерестовых стад и эффективность естественного воспроизводства горбуши на Южном Сахалине : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Калининград : АтлантНИРО, 1967. — 25 с.

Глубоковский М.К., Животовский Л.А. Популяционная структура горбуши: система флуктуирующих стад // Биол. моря. — 1986. — Т. 12, № 2. — С. 39–43.

Зеленина Д.А., Животовский Л.А., Сошнина В.А. и др. Внутривидовая дифференциация азиатской горбуши по данным о последовательности митохондриального гена СУТВ // Генетика. — 2022. — Т. 58, № 11. — С. 1280–1291. DOI: 10.31857/S0016675822110145.

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. Локальные стада горбуши Курильских островов // Гидробиол. журн. — 1967. — Т. 3, № 1. — С. 62–67.

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. — 2010а. — Т. 162. — С. 194–206.

Каев А.М. Итоги лососевой путины на Сахалине при новой системе регулирования промысла // Рыб. хоз-во. — 2010б. — № 2. — С. 42–46.

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. О влиянии экстремальных факторов среды на динамику численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Вопр. ихтиол. — 2018. — Т. 58, № 2. — С. 179–191. DOI: 10.7868/S0042875218020078.

Каев А.М. Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структурой : моногр. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2003. — 288 с.

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. Оценка эффективности прогнозирования и управления промыслом горбуши в Сахалино-Курильском регионе // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 167. — С. 32–53.

Каев А.М. Темпоральная структура и некоторые вопросы динамики стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) // Вопр. ихтиол. — 2012. — Т. 52, № 1. — С. 62–71.

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. — 2020а. — Т. 200, вып. 1. — С. 82–100. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-82-100.

Каев А.М., Сухонос П.С., Бобров И.С. и др. Результаты количественного учета покатной молоди горбуши в реках Сахалино-Курильского региона в 2020 г. // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2020б. — С. 120–131.

Каев А.М., Животовский Л.А. О вероятном перераспределении горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* между районами воспроизводства разных стад в Сахалино-Курильском регионе // Вопр. ихтиол. — 2017. — Т. 57, № 3. — С. 264–274. DOI: 10.7868/S0042875217030080.

Каев А.М., Колпаков В.Н. Состояние запасов горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) Восточного Сахалина // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Тр. СахНИРО. — 2022. — Т. 18. — С. 3–20.

Каев А.М., Ромасенко Л.В., Каев Д.А. К вопросу об эффективности крупномасштабного заводского разведения кеты (*Oncorhynchus keta*, Walbaum, 1792) на острове Итуруп (Курильские острова) // Биол. моря. — 2021. — Т. 47, № 6. — С. 411–420. DOI: 10.31857/S0134347521060073.

Каев А.М., Самарский В.Г., Глубоковский М.К. К совершенствованию регулирования промысла горбуши (на примере Сахалино-Курильского региона) // Тр. ВНИРО. — 2023. — Т. 192. — С. 39–54. DOI: 10.36038/2307-3497-2023-192-39-54.

Коновалов С.М. Факторы, лимитирующие численность и биомассу тихоокеанских лососей // Биологические исследования лососевых. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985. — С. 5–25.

Мякишев М.С., Иванова М.А., Зеленников О.В. К вопросу о мечении молоди тихоокеанских лососей и эффективности работы рыбоводных заводов // Биол. моря. — 2019. — Т. 45, № 5. — С. 342–348. DOI: 10.1134/S0134347519050085.

Островский В.И. О брошюре Б.Н. Котенева, О.Ф. Гриценко, Н.В. Кловач «Об организации промысла тихоокеанских лососей» (М.: ВНИРО, 2006) // Бюл. № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2007. — С. 105–110.

Рухлов Ф.Н. Изменение условий и эффективности естественного воспроизводства горбуши и осенней кеты Сахалина в связи с хозяйственным освоением острова : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО, 1971. — 18 с.

Рухлов Ф.Н. Нерестилища лососей рода *Oncorhynchus* на Сахалине // Зоол. журн. — 1970. — Т. 49, вып. 3. — С. 390–398.

Стеколыщикова М.Ю. Пространственное распределение и межгодовая изменчивость уловов горбуши искусственного происхождения в водах восточного побережья о. Сахалин в современный период // Изв. ТИНРО. — 2021. — Т. 201, № 2. — С. 484–504. DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-484-504.

Шунтов В.П. Результаты изучения макроэкосистем дальневосточных морей России: задачи, итоги, сомнения // Вестн. ДВО РАН. — 2000. — № 1. — С. 19–29.

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

Каев А.М., Irvine J.R. Population dynamics of pink salmon in the Sakhalin-Kuril Region, Russia // NPAFC Bull. — 2016. — № 6. — P. 297–305. DOI: 10.23849/npafcb6/297.305.

Поступила в редакцию 11.12.2023 г.

После доработки 7.02.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 11.12.2023; approved after reviewing 7.02.2024;
accepted for publication 29.03.2024*

ПРОМЫСЕЛ ГОРБУШИ В ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ: ИТОГИ ПУТИНЫ 2023 ГОДА

И.И. Гордеев^{1,2}, А.В. Ткаченко³, А.М. Торцев⁴, И.И. Студёнов⁴, Э.А. Генрих⁴,
А.Н. Канзепарова¹, В.А. Беляев^{1*}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;

² Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
119234, г. Москва, Ленинские горы, д. 1/12;

³ Полярный филиал ВНИРО (ПИНРО),
183038, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, 6;

⁴ Северный филиал ВНИРО (СевНИРО),
163002, г. Архангельск, ул. Урицкого, 17

Аннотация. Показано, что тенденция увеличения подходов и вылова горбуши нечетного поколения, сформировавшаяся в регионах северо-запада России (Мурманская область, Республика Карелия, Архангельская область и Ненецкий автономный округ) в 2013–2021 гг., позволила в 2023 г. повысить прогнозируемый объем вылова горбуши до 1619 т. Несмотря на оптимистичный прогноз, суммарный вылов горбуши на Европейском Севере России по всем видам рыболовства в 2023 г. составил 203,26 т. Доля освоения выделенных объемов горбуши составила 12,55 %. Анализ гидрологических условий на пути миграции горбуши показал, что температура поверхности моря была благоприятной как в Белом море, так и в Северной Атлантике. Непредсказуемость подходов горбуши, известная в нативном ареале (северо-западная часть Тихого океана), в этом году проявила себя и в Европейской части России.

Ключевые слова: горбуша, *Oncorhynchus gorbuscha*, Белое море, Баренцево море, лосось

Для цитирования: Гордеев И.И., Ткаченко А.В., Торцев А.М., Студёнов И.И., Генрих Э.А., Канзепарова А.Н., Беляев В.А. Промысел горбуши в европейской части России: итоги путины 2023 года // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИПРО, 2024. — № 18. — С. 123–131. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-123-131. EDN: DSKWGC.

* Гордеев Илья Иванович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, gordeev@vniro.ru, ORCID 0000-0002-6650-9120; Ткаченко Артем Владимирович, кандидат биологических наук, начальник отдела, tkach@pinro.ru, ORCID 0009-0003-4178-9773; Торцев Алексей Михайлович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, torzevalex@severniiro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-2329-0042; Студёнов Игорь Иванович, кандидат биологических наук, заместитель руководителя филиала, studenov@severniiro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-0826-2537; Генрих Эдвард Александрович, младший специалист, genrih@severniiro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-9085-4365; Канзепарова Альбина Назиповна, кандидат биологических наук, заместитель директора департамента, kanzeparova@vniro.ru, ORCID 0009-0001-7989-2667; Беляев Владимир Алексеевич, доктор биологических наук, заместитель директора по научной работе, belyaev@vniro.ru, ORCID 0009-0001-7989-2667.

Pink salmon fishery in the European part of Russia: results for 2023

Ilya I. Gordeev*, Artem V. Tkachenko**, Alexey M. Tortsev***, Igor I Studionov****, Edward A. Genrikh*****, Albina N. Kanzeparova*****, Vladimir A Belyaev*****

* ***** Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

* Lomonosov Moscow State University, 1/12, Leninskiye Gory, Moscow, 119234, Russia

** Polar branch of VNIRO (PINRO), 6, Akademik Knipovich Str., Murmansk, 183038, Russia

*** ***** Northern branch of VNIRO (SevNIRO), 17, Uritsky Str., Arkhangelsk, 163002, Russia

* Ph.D., senior researcher, gordeev@vniro.ru, ORCID 0000-0002-6650-9120

** Ph.D., head of department, tkach@vniro.ru, ORCID 0000-0002-6650-9120

*** Ph.D., head of laboratory, torzevalex@severniro.ru@vniro.ru, ORCID 0000-0002-2329-0042

**** Ph.D., deputy director, studenov@severniro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-0826-2537

***** junior specialist, genrih@severniro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-9085-4365

***** Ph.D., deputy head of department, kanzeparova@vniro.ru, ORCID 0009-0001-7989-2667

***** D.Sc., deputy head for research, belyaev@vniro.ru, ORCID 0009-0001-7989-2667

Abstract. Pink salmon is currently the main species for the anadromous fish fishery in the north of the European part of Russia. Upward trends were observed in this species returns and catches in odd years of the 2013–2021 in the regions of North-West Russia (Murmansk Region, Republic of Karelia, Arkhangelsk Region, and Nenets Autonomous Region) that allowed to increase the annual catch limit to 1,619 t in 2023. However, despite this optimistic forecast, the factual total landing of pink salmon in this part of Russia in 2023 was 203.26 t by all fishing gears (12.55 % of the quota). Oceanographic conditions (SST) along the migration routes of pink salmon were rather favorable both in the White Sea and North Atlantic, so reasons of weak returns are vague. Unpredictability of pink salmon returns is well known for the main habitat of the species — the North-West Pacific, so this phenomenon has occurred in the European waters, too, in 2023.

Keywords: pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, White Sea, Barents Sea, salmon

For citation: Gordeev I.I., Tkachenko A.V., Tortsev A.M., Studionov I.I., Genrikh E.A., Kanzeparova A.N., Belyaev V.A. Pink salmon fishery in the European part of Russia: results for 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 123–131. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-123-131. EDN: DSKWGC.

Введение

Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) — наиболее распространённый и массовый вид тихоокеанских лососей. Промышленный лов горбуши осуществляется во всех районах ее обитания в северном полушарии. При этом наибольшие значения вылова достигаются в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне Российской Федерации (608,7 тыс. т в 2023 г.), а также в исключительных экономических зонах США и Японии и в меньшей степени — в Канаде и Республике Корея.

Успешный эксперимент по интродукции горбуши в реки Белого моря, начатый в 1956 г. с целью обогащения промысловой ихтиофауны и увеличения сырьевой базы рыболовства, привел сначала к успешной акклиматизации, а потом к значительному росту численности горбуши в европейской части России [Дягилев, Маркевич, 1979; Яковенко, 1995] и началу ее промышленного освоения. Интродукция линии нечетных лет нереста способствовала нарастающему процессу естественного воспроизводства горбуши в новом ареале [Гордеева и др., 2015], и в 1989 г. в реках Кольского полуострова наблюдался массовый ход горбуши уже от смешанного нереста. Горбуша успешно освоила реки бассейнов Белого и Баренцева морей и распространилась как на запад в районы Северной Атлантики [Bjerknes, Vaag, 1980], так и на восток до рек Карского моря [Богданов, Кижеватов, 2007, 2015]. Успешный нерест горбуши отмечен в водоемах Британских островов [Skoga et al., 2023]. При этом генетические исследования подтверждают, что горбуша, вылавливаемая в Шотландии, практически неотличима от горбуши беломорской популяции, что может быть результатом периодических «вливаний» мигрантов («strayers») из Белого моря [Gilbey et al., 2021]. Промысел горбуши на Европейском севере

ведут на прибрежных тонях и на рыбоучетных заграждениях (РУЗ) в некоторых реках начиная с 1960-х гг. [Prusov, Zubchenko, 2021]. Кроме того, на беломорских реках горбушу добывают плавными и ставными сетями.

При этом такие особенности биологии горбуши, как краткость ее жизненного цикла и протяженная миграция в зону нагула и обратно, приводят к плохой предсказуемости ее выживания. Это, в свою очередь, представляет значительное затруднение для прогнозирования численности подходов на нерест, как на Дальнем Востоке [Гордеев, Кловач, 2019], так и в европейской части России [Зубченко и др., 2022]. Тенденция увеличения подходов и вылова горбуши нечетного поколения, сформировавшаяся в регионах северо-запада России (Мурманская область, Республика Карелия, Архангельская область и Ненецкий автономный округ) в 2013–2021 гг. (рис. 1), позволила в 2023 г. повысить прогнозируемый объем вылова горбуши до 1619 т [Гордеев и др., 2023].

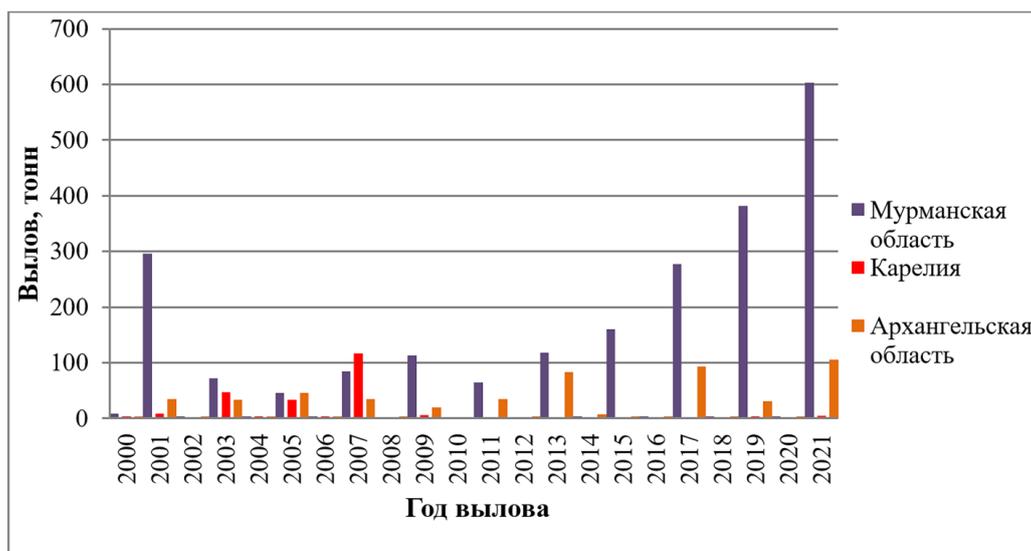


Рис. 1. Вылов горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в Европейской части России в 2000–2021 гг.

Fig. 1. Annual catch of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in the European part of Russia in 2000–2021

Промысел горбуши в Баренцевом море запрещен Правилами рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна от 13.05.2021 № 292 в районе от границы с Норвегией до мыса Святой Нос, а вылов в реках бассейна Баренцева моря в нечетные годы не превышал 3,6 т и в основном приходился на реки, протекающие по территории Ненецкого автономного округа.

В данной работе мы подводим итог лососевой путины нечетного поколения европейской горбуши в России в 2023 г. и обсуждаем вероятные причины резкого снижения подходов по сравнению с 2019 и 2021 гг.

Материалы и методы

Промысловая статистика основана на данных Североморского и Северо-Западного территориальных управлений Федерального агентства по рыболовству. Для построения карт температуры поверхности моря (ТПМ) использованы данные National Oceanic and Atmospheric Administration (psl.noaa.gov). Картографические проекции выполнены в программе QGIS (https://docs.qgis.org/3.16/ru/docs/user_manual/index.html).

Результаты их обсуждение

На промысле горбуши в 2023 г. величины вылова не достигли прогнозных показателей во всех регионах. Суммарный вылов горбуши по всем видам рыболовства составил 203,26 т, освоение выделенных на 2023 г. объемов горбуши — 12,55 % (см. таблицу).

Данные о вылове горбуши в регионах европейской части России в 2023 г., т
Annual catches of pink salmon in the European part of Russia in 2023, by regions, t

Регион	Объём	Вылов	Освоение, %
Мурманская область	1200	154,14	12,85
Республика Карелия	183	0,36	0,20
Архангельская область	224	44,68	19,95
Ненецкий автономный округ	12	4,08	34,00
Республика Коми	0	0	0
Итого	1619	203,26	12,55

Основной вылов, как и в предыдущие годы, пришёлся на Мурманскую область, где было суммарно добыто 154,14 т горбуши. Наибольший вылов зарегистрирован на РУЗ (рыбоучетном заграждении) в р. Варзуга (рис. 2).

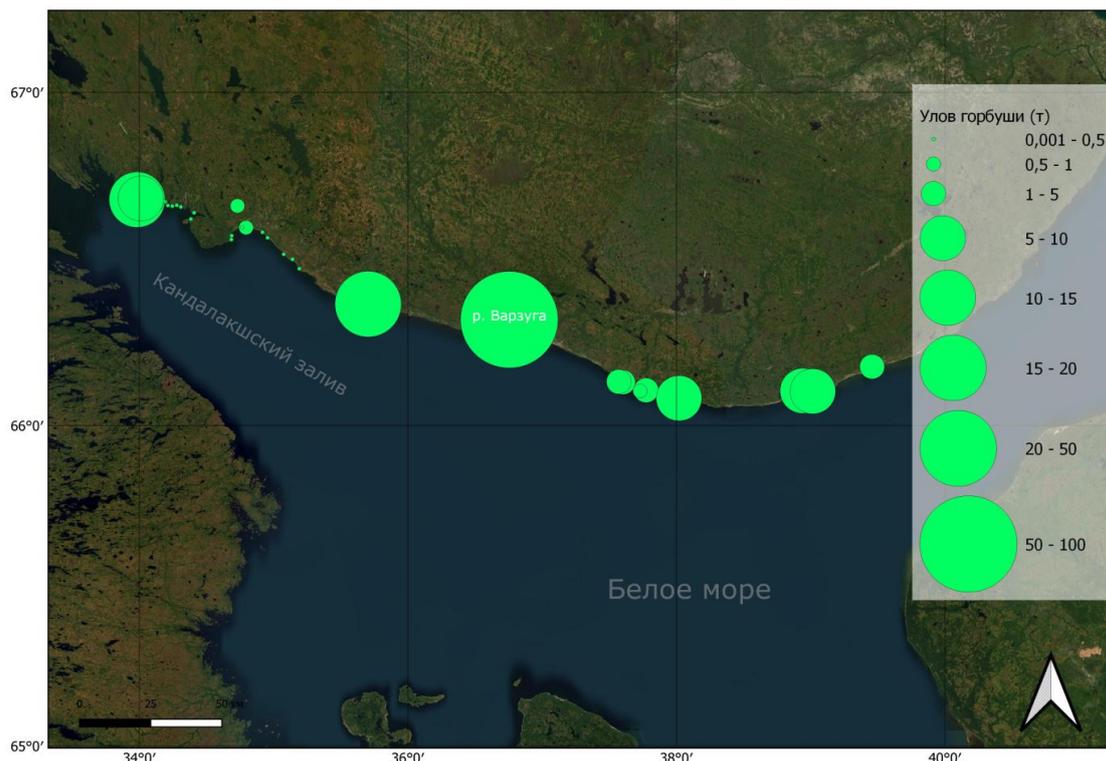


Рис. 2. Распределение уловов горбуши на беломорском побережье Мурманской области
Fig. 2. Distribution of pink salmon catches along the White Sea coast of the Murmansk region

К важным аспектам интереса к путине лососевых рыб в европейской части России относится то, что любительское и промышленное рыболовство является точкой роста экономической активности в прибрежных регионах. Лов горбуши на Европейском Севере России приобретает большое экономическое и культурное значение для жителей прибрежных поселений, обеспечивает рабочие места и является альтернативой промыслу атлантического лосося (семги), исторически имевшему большее распространение на Белом море, но утратившим свое былое значение в результате смены приоритетов с промышленного использования ресурса на рекреационное в виде рыболовного туризма, с преобладанием лова по принципу «поймал-отпустил» [Пруссов, 2022].

С начала естественного воспроизводства горбуши много работ было посвящено опасениям экологов по поводу последствий этой интродукции в Белом, Баренцевом морях и более западных акваториях. В частности, рассматривалось взаимодействие с местными (традиционными) объектами промысла и другими видами рыб и беспозвоночных [Paulsen et al., 2022]. В случае совпадения мест и сроков нереста, а также объектов питания и зон нагула принцип конкурентного исключения работал бы против атлантического лосося, который и до появления горбуши являлся наиболее ценным видом проходных рыб Европейского Севера. Отчасти эти опасения были продиктованы имеющимися сведениями о том, что горбуша в

нативном ареале может доминировать над другими видами лососей, выигрывая конкуренцию в питании (зоопланктон, молодь кальмаров и т.п.) в морской период жизни, что приводит к изменению рациона, снижению общего потребления и роста, задержке созревания и снижению выживаемости у кеты *Oncorhynchus keta* и чавычи *O. tshawytscha*, а также у нерки *O. nerka* [Ruggerone, Nielsen, 2004; Beamish et al., 2010]. Однако скат молоди семги и горбуши происходит в разное время: горбуша скатывается на несколько недель раньше, что в целом снижает конкуренцию за пищевые ресурсы в период смолтификации. Более того, молодь горбуши длиной 2,5–3,0 см может выступать пищевым объектом для молоди семги, которая до ската в море проводит в реке от 2 до 7 лет и достигает длины 12–18 см [Студёнов, Антонова, 2000]. Нерестовая конкуренция тоже вряд ли явится причиной доминирования горбуши над семгой, поскольку они нерестятся в разные сроки (горбуша раньше) и предпочитают разные грунты для строительства гнезд, что значительно снижает вероятность элиминации в результате перекапывания. В настоящее время убедительных доказательств негативного влияния горбуши на воспроизводство атлантического лосося нет [Алексеев и др., 2019]. Таким образом, большая часть опасений связана именно с агрессивным поведением горбуши по отношению к другим видам, и нет оснований предполагать обратного большого влияния на снижение численности самой горбуши.

Оценка ската молоди, проведенная сотрудниками Полярного филиала ВНИРО (ПИНРО) в мае-июне 2022 г., показала наличие значительного количества молоди, что позволило дать оптимистичный прогноз возврата на 2023 г. Температура поверхности моря (рис. 3) в период смолтификации и откочевки молоди горбуши свидетельствовала об отсутствии ледовых преград. Карта аномалий температуры воды в Северной Атлантике зимой 2022–2023 гг. показывает, что большая их часть была связана с потеплением воды (рис. 4), но не настолько значительным, чтобы существенно повлиять на выживаемость горбуши в процессе нагула.

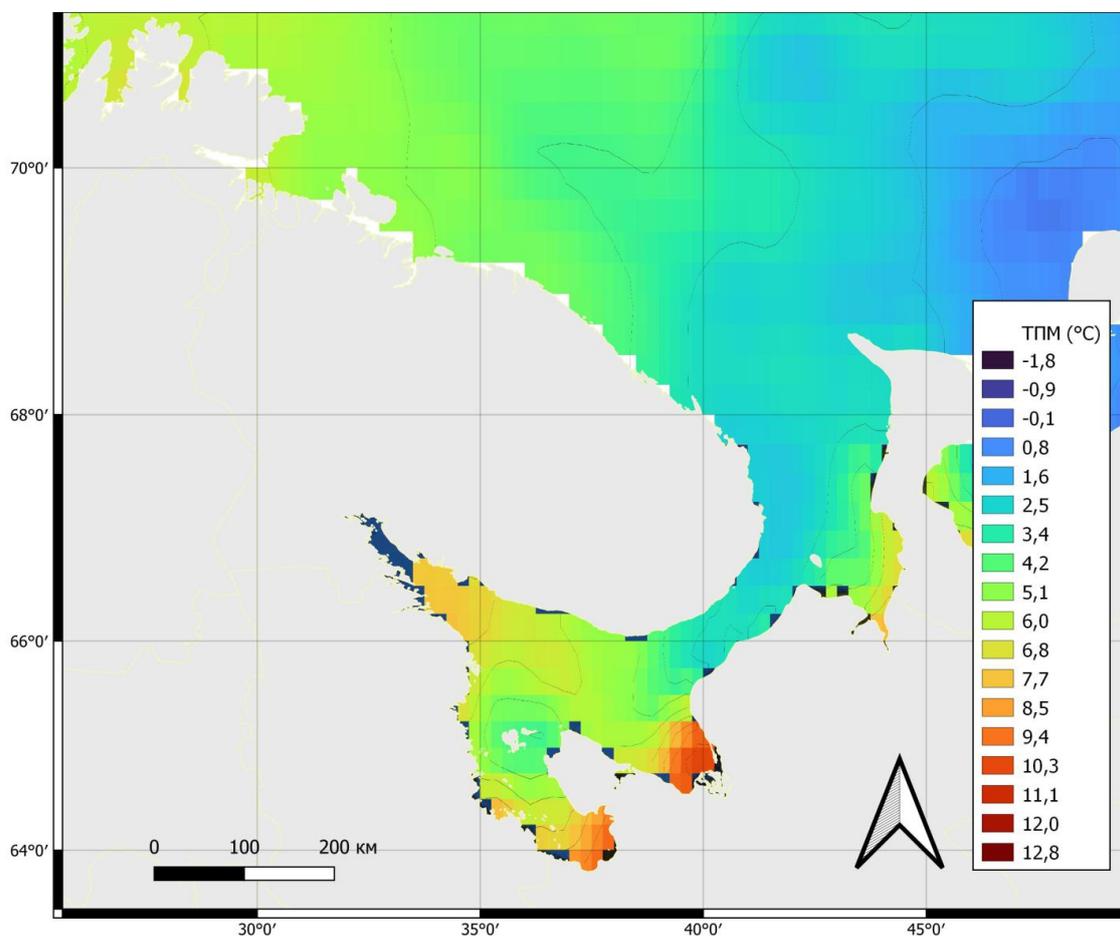


Рис. 3. Температура поверхности моря по спутниковым данным на 1.06.2021 г.

Fig. 3. Sea surface temperature by satellite data on June 1, 2021

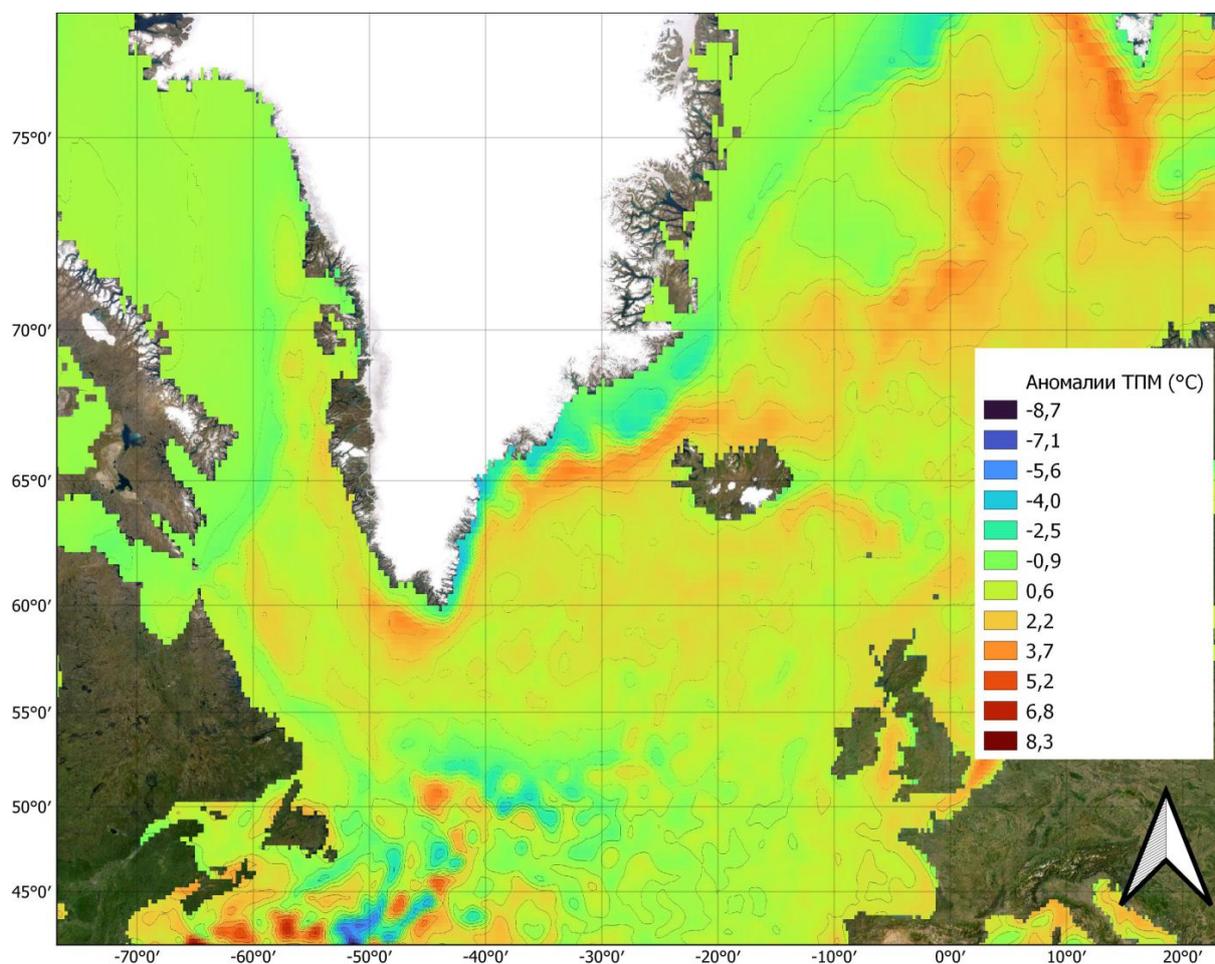


Рис. 4. Карта аномалий температуры поверхности моря в Северной Атлантике в период с 1 декабря 2022 по 1 марта 2023 г. по спутниковым данным

Fig. 4. Anomaly of sea surface temperature in the North Atlantic by satellite data averaged for the period from December 1, 2022 to March 1, 2023

Тем не менее в 2023 г. горбуша всем преподнесла сюрприз, когда объемы уловов в реках Кольского полуострова оказались значительно ниже ожидаемых. Причинами этого могут быть самые разные факторы: выживаемость молоди в морской период жизни, влияние хищных морских млекопитающих, ограниченная кормовая база и др. Вклад этих факторов в выживаемость европейской горбуши в морской период жизни пока изучен крайне поверхностно.

Белое море является бедным водоемом с точки зрения биоразнообразия и биомассы ихтиофауны в сравнении с близлежащим Баренцевым морем. Эта особенность объясняется несколькими факторами — достаточно «суровыми» условиями среды (высокая ледовитость, низкие температуры, большие диапазоны солености в заливах и основном бассейне), а также историческими особенностями расселения видов в период формирования моря (долгое время чаша Белого моря была заполнена ледником).

Несмотря на то, что относительные биомассы фито- и зоопланктона в Белом море иногда достигают величин, соизмеримых с соседними Баренцевым и Карским морями, содержащаяся в них энергия не переходит на высшие трофические уровни и не выражается в пропорционально высоких биомассах рыбных запасов. Есть мнение, что данная биомасса продуцентов либо изымается дополнительными консументами в пищевой цепи, например медузами, либо физиологически недоступна для имеющихся видов. Например, высокая биомасса бентоса в Онежском заливе в основном формируется крупными двустворчатыми моллюсками, для которых просто нет достаточного количества потребителей.

В ходе анализа выживаемости урожайных поколений массовых видов в Белом море, например сельди беломорской, неоднократно были отмечены факты низкой выживаемости молоди (личинок)

сельди при одновременном массовом выклеве в Кандалакшском заливе под воздействием ряда факторов — неоптимальной температуры воды, штормовых условий, отсутствия достаточного количества зоопланктона в зоне выклева личинок (при том, что общая биомасса зоопланктона могла быть высокой, однако он мог быть слишком крупным для питания личинок). Таким образом, можно предположить, что поколения молоди рыб высокой численности, появляющиеся в экосистеме Белого моря одновременно (а не порциями, как бывает у сельди в Онежском заливе), подвержены высокому риску массовой гибели, так как сочетание всех благоприятных факторов среды достигается в этой экосистеме нечасто.

Данная гипотеза вполне применима для объяснения возможной низкой выживаемости молоди урожайного поколения горбуши, скатившейся в Белое море в 2022 г. и остававшейся определенное время в прибрежных зонах. Приемная емкость экосистемы Белого моря вполне могла быть превышена таким количеством молоди горбуши.

Вклад в выедание горбуши могут внести местные виды морских млекопитающих — кольчатая нерпа и белуха. Кроме того, нельзя исключать потребление горбуши китами на путях миграции в Норвежском и Баренцевом морях.

Имеются многочисленные сведения о географическом распространении, численности, рационе и размерах тела горбуши в Норвежском море и норвежской части Баренцева моря [Pauli et al., 2023], однако для российских вод такие подробные сведения отсутствуют. В связи с острым недостатком данных по выживаемости европейской горбуши, сотрудниками ВНИРО ежегодно проводятся мониторинговые исследования горбуши на разных стадиях онтогенеза.

Проведение съемок горбуши в море на путях ее миграций, как это делается на Дальнем Востоке России, позволит повысить точность прогноза, а также значительно расширит наши представления об особенностях жизненного цикла европейской горбуши. Однако при нынешних показателях вылова проведение подобной съемки с точки зрения целей рыбного хозяйства является экономически нецелесообразным.

Появляется все больше информации о регистрации горбуши в бассейнах рек Обь, Таз и Пясина, впадающих в Карское море. Распространение европейской горбуши на восток также представляет значительный интерес для изучения, несмотря на отсутствие ожиданий, что ее численность достигнет промышленно значимых показателей в обозримом будущем.

Заключение

Промысел горбуши в 2023 г. в регионах европейской части России закончился с низкими показателями уловов относительно результатов 2019 и 2021 гг. Значения вылова не достигли прогнозных показателей. По-видимому, высокая смертность на разных этапах жизненного цикла, которую по имеющимся данным не представляется возможным рассчитать, стала причиной того, что суммарный улов горбуши не превысил 13 % от прогнозной величины.

Благодарности (ACKNOWLEDGMENTS)

Авторы благодарят канд. биол. наук С.В. Прусова (Полярный филиал ВНИРО) за критические замечания и ценные советы.

Authors are thankful to S.V. Prusov (Polar Branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography) for helpful criticism and valuable advices.

Финансирование работы (FUNDING)

Результаты настоящего исследования были получены в рамках выполнения государственного задания ФГБНУ «ВНИРО».

The study was funded as a part of the state assignment to the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO).

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 national, institutional and international ethical guidelines are implemented. The authors declare that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Концепция исследования — И.И. Гордеев, А.Н. Канзепарова, В.А. Беляев; сбор данных — А.В. Ткаченко, А.М. Торцев, Э.А. Генрих; статистическая обработка — И.И. Гордеев; написание текста — И.И. Гордеев, А.М. Торцев, И.И. Студёнов; редактирование — А.Н. Канзепарова, А.М. Торцев, И.И. Студёнов.

Concept of the study — I.I. Gordeev, A.N. Kanzeparova and V.A. Belyaev; data collection — A.V. Tkachenko, A.M. Tortsev and E.A. Genrikh; statistical processing — I.I. Gordeev; writing the text — I.I. Gordeev, A.M. Tortsev and I.I. Studionov; editing — A.N. Kanzeparova, A.M. Tortsev and I.I. Studionov.

Список литературы

Алексеев М.Ю., Ткаченко А.В., Зубченко А.В. и др. Распространение, эффективность нереста и возможность промысла интродуцированной горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum) в реках Мурманской области // Российский журнал биологических инвазий. — 2019. — Т. 12, № 1. — С. 1–13.

Богданов В.Д., Кижеватов Я.А. Горбуша в водоемах и водотоках Ямало-Ненецкого автономного округа // Науч. вестн. Ямало-Ненецкого автоном. округа. — 2007. — № 6–2. — С. 3–4.

Богданов В.Д., Кижеватов Я.А. Горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*, Walbaum, 1792) — новый вид водных биологических ресурсов в Ямало-Ненецком автономном округе // Вестн. АГТУ. — 2015. — № 3. — С. 7–14.

Гордеев И.И., Кловач Н.В. Вольный лосось: трудности прогнозирования уловов тихоокеанских лососей // Природа. — 2019. — № 3(1243). — С. 22–27. DOI: 10.7868/S0032874X19030049.

Гордеев И.И., Прусов С.В., Торцев А.М. и др. Европейская горбуша — угроза или преимущество? // Рыбохозяйственный комплекс России: проблемы и перспективы развития : мат-лы 1-й Междунар. науч.-практ. конф. — М. : ВНИРО, 2023. — С. 108–114.

Гордеева Н.В., Салменкова Е.А., Прусов С.В. Динамика биологических и популяционно-генетических показателей у горбуши *Oncorhynchus gorbuscha*, вселенной в бассейн Белого моря // Вопр. ихтиол. — 2015. — Вып. 55, № 1. — С. 45–53. DOI: 10.7868/S0042875215010063.

Дягилев С.Е., Маркевич Н.Б. Разновременность созревания горбуши четных и нечетных лет как основной фактор, определивший различные результаты ее акклиматизации на севере европейской части СССР // Вопр. ихтиол. — 1979. — Т. 19, № 2. — С. 230–245.

Зубченко А.В., Ткаченко А.В., Алексеев М.Ю., Самохвалов И.В. Новые данные о биологии и численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в водоемах Кольского п-ова // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление : сб. мат-лов 2-й Всерос. науч. конф., посвящ. 90-летию Камчатского филиала ВНИРО. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2022. — С. 21–26.

Прусов С.В. Может ли горбуша на Европейском Севере России стать объектом маломасштабного рыболовства? // V Global Fishery Forum and seafood expo Russia. — 2022. (https://seafoodexporussia.com/files/presentations_reports/2022/businessprogram-materials/H4/VNIRO_FAO/Prusov.pdf)

Студёнов И.И., Антонова В.П. Динамика миграции и биологические характеристики смолтов атлантического лосося (*Salmo salar* Linnaeus, 1758) в различных типах речных систем бассейна Белого моря // Междунар. науч.-техн. конф., посвящ. 70-летию основания КГТУ : тез. докл. — Калининград, 2000. — С. 11–12.

Яковенко М.Я. Горбуша как объект промысла в бассейне Белого моря // Проблемы изучения, рационального использования и охраны природных ресурсов Белого моря : регион. конф., посвящ. акад. РАН О.А. Скарлато. — Кандалакша, 1995. — С. 35–37.

Beamish R.J., Sweeting R.M., Neville C.M., Lange K.L. Competitive interactions between pink salmon and other juvenile pacific salmon in the Strait of Georgia : NPAFC. — 2010. — Doc. 1284. — 26 p.

Bjerknes V., Vaag A.B. Migration and capture of pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha* Walbaum in Finnmark, North Norway // Journal of Fish Biology. — 1980. — Vol. 16, № 3. — P. 291–297. DOI:10.1111/j.1095-8649.1980.tb03706.x.

Gilbey J., Soshnina V.A., Volkov A.A., Zelenina D.A. Comparative genetic variability of pink salmon from different parts of their range: native Pacific, artificially introduced White Sea and naturally invasive Atlantic Scottish rivers // *Journal of Fish Biology*. — 2022. — Vol. 100(2). — P. 549–560. DOI: 10.1111/jfb.14966.

Pauli D.B., Berntsen H.H., Thorstad E.B. et al. Geographic distribution, abundance, diet, and body size of invasive pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) in the Norwegian and Barents Seas, and in Norwegian rivers // *ICES Journal of Marine Science*. — 2023. — Vol. 80(1). — P. 76–90.

Paulsen T., Sandlund O.T., Østborg G. Growth of invasive pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) at sea assessed by scale analysis // *Journal of Fish Biology*. — 2022. — Vol. 100. — P. 218–228. DOI: 10.1111/jfb.14937.

Prusov S.V., Zubchenko A.V. Pink salmon in the Murmansk region // *International Seminar on Pink Salmon in the Barents Region and Northern Europe 2021*. — NIBIO Svanhovd, Kirkenes, Norway, 2021. — P. 20–24.

Ruggerone G.T., Nielsen J.L. Evidence for competitive dominance of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) over other salmonids in the North Pacific Ocean // *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. — 2004. — Vol. 14. — P. 371–390. DOI: 10.1007/s11160-004-6927-0.

Skora M.E., Jones J.I., Youngson A.F. et al. Evidence of potential establishment of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in Scotland // *Journal of Fish Biology*. — 2023. — Vol. 102. — P. 721–726.

Поступила в редакцию 9.01.2024 г.

После доработки 2.02.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 9.01.2024; approved after reviewing 2.02.2024;

accepted for publication 29.03.2024

Научная статья

УДК 597.552.511(265.53)

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-132-138

EDN: DVCSHQ

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ САХАЛИНСКОГО ЗАЛИВА В 2023 Г.

А.В. Михайлов¹, Т.Н. Миронова², В.О. Морозов^{2*}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;

² Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО), 680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

Аннотация. Представлены результаты экспедиции, проведённой в июле-августе 2023 г. в Сахалинском заливе (Охотское море). Работы по исследованию тихоокеанских лососей проводились в режиме мониторинга на основе промысловых уловов ставными неводами в морском прибрежье, в районе устьев рек Коль и Тывлинка. В ходе работы был проведен биологический анализ производителей горбуши и кеты, установлены некоторые их параметры. Приведена информация о динамике вылова горбуши и кеты в Сахалинском заливе (Хабаровский край).

Ключевые слова: Сахалинский залив, горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*, кета *O. keta*, вылов, биологические показатели

Для цитирования: Михайлов А.В., Миронова Т.Н., Морозов В.О. Результаты мониторинга тихоокеанских лососей Сахалинского залива (Хабаровский край) в 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 132–138. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-132-138. EDN: DVCSHQ.

Original article

Results of monitoring on pacific salmon in the Sakhalin Bay in 2023

Alexander V. Mikhailov*, Tatyana N. Mironova**, Vladislav O. Morozov***

* Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

** *** Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia

* Ph.D., leading specialist, mikhailov@vniro.ru, ORCID 0009-0007-6071-5795

** chief specialist, tatanamironova4624@gmail.com, ORCID 0009-0005-2422-090X

*** technician, morozov87@bk.ru, ORCID 0009-0006-7206-9770

Abstract. Results of pacific salmon research in the western Sakhalin Bay (Okhotsk Sea) in July-August 2023 are presented. Commercial catches by fixed seines at the mouths of Kol and Tyvlinka Rivers are analyzed with biological analysis of pink and chum salmon spawners. Data on annual catches of the pink and chum salmon in the western Sakhalin Bay (within Khabarovsk Territory) in 2007–2023 are provided.

Keywords: Sakhalin Bay, pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*), chum salmon (*O. keta*), fish catch, biological analysis

For citation: Mikhailov A.V., Mironova T.N., Morozov V.O. Results of monitoring on pacific salmon in the Sakhalin Bay in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 132–138. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-132-138. EDN: DVCSHQ.

Введение

Западную часть Сахалинского залива Охотского моря между о. Байдукова и мысом Александра, к северо-западу от устья р. Амур, занимает группа рыболовных участков (РЛУ) под условным

* Михайлов Александр Валерьевич, кандидат биологических наук, ведущий специалист, mikhailov@vniro.ru, ORCID 0009-0007-6071-5795; Миронова Татьяна Николаевна, главный специалист, tatanamironova4624@gmail.com, ORCID 0009-0005-2422-090X; Морозов Владислав Олегович, техник, morozov87@bk.ru, ORCID 0009-0006-7206-9770.

обозначением «Сахалинский залив». Этот участок морского побережья общей протяженностью более 200 км (открытая часть, без зал. Счастья) административно относится к Николаевскому муниципальному району Хабаровского края. На вышеобозначенной территории в настоящее время выделено 22 РЛУ, от 2 до 9 участков ежегодно не используется для добычи водных биологических ресурсов. Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* и кета *O. keta* являются основными видами рыб, добыча которых ведется на этой территории.

В настоящее время Сахалинский залив дает основную долю улова горбуши Северо-Охотоморской подзоны. В связи с этим работы по проведению мониторинга и оценке возможностей рационального использования популяций ценных биологических ресурсов района становятся особенно актуальными.

Настоящее исследование было осуществлено в рамках государственного задания, выполняемого в 2023 г. Хабаровским филиалом ВНИРО (ХабаровскНИРО), календарного плана ВНИРО (работа 6, раздел 6 тема 6.1), Плана ресурсных исследований и государственного мониторинга водных биоресурсов на 2023 г., в соответствии с Программой ВНИРО на выполнение работ при осуществлении рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях «Комплексные исследования лососей на Дальнем Востоке России в 2022–2025 гг.», а также Перечня приоритетных морских и пресноводных экспедиционных исследований ВНИРО.

Целью работы являлось получение актуальной информации о миграции горбуши и кеты в реки Сахалинского залива (Хабаровский край) в 2023 г. и их качественных показателей.

Материалы и методы

С 22 июля по 14 августа 2023 г. сотрудники Центрального института и Хабаровского филиала ВНИРО проводили в Сахалинском заливе (Охотское море) экспедиционные работы по исследованию уловов горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *O. keta* в режиме мониторинга уловов (ставные невода) промыслового предприятия, ведущего работу в морском прибрежье устьев рек Коль и Тывлинка (участки № 54 и 42). Отбор и исследование рыб проводились по общепринятой методике [Правдин, 1966]. У всех рыб проводили измерение длины по Смитту (АС), промысловой длины (AD) с точностью до 1 см. Взвешивание (масса тела, масса тела без внутренностей) выполняли на электронных весах с точностью ± 5 г, массу гонад, навеску икры учитывали с точностью $\pm 0,01$ г. Стадию зрелости определяли по 6-балльной шкале. Учитывали рыб с наличием травм [Шевляков и др., 2006].

Результаты и их обсуждение

Континентальное побережье Сахалинского залива (рис. 1) условно можно разделить на три части: южную — от о. Байдукова до северной оконечности Петровской косы, центральную — от Петровской косы до мыса Литке и северную — от мыса Литке до мыса Александра.

В северной и центральной частях побережья лов ведется преимущественно ставными неводами. В южной части закидные невода применяются чаще, чем ставные.

Основу уловов составляют горбуша и менее многочисленная кета. Для этого района в прилове к горбуше обычны гольцы: кунджа *Salvelinus leucomaenis* и южная мальма *Salvelinus* sp. По данным Амурского территориального управления Росрыболовства в 2023 г. промысел осуществлялся на 13 участках (прибрежное рыболовство): двух в северной, четырех в центральной и семи в южной частях залива. Самыми продуктивными являлись следующие РЛУ: на юге № 39 (Ульяновский) с выловом 735 т, в центре № 42 (Тывлинский) — 349 т, на севере № 44 (Александровский) — 675 т.

В данной акватории многочисленными считаются поколения горбуши нечетных лет. Среднегодовой вылов в ряду 8 последних нечетных поколений (2007–2021 гг.) составляет 4,3 тыс. т (2,0–11,4) [Марченко, 2023; Островский, 2023]. Однако высокий показатель во многом определен за

счет объемов вылова в 2013 и 2015 гг., когда были добыты рекордные 7,1 и 11,4 тыс. т. При исключении этих двух поколений из статистики среднегодовой вылов составляет 2,7 тыс. т при относительно небольших колебаниях (2,0–3,6 тыс. т). После пикового улова 2015 г. в 2017–2021 гг. объемы вылова горбуши последовательно снижались с 3,6 до 2,1 тыс. т. В 2023 г., впервые с 2017 г. наблюдается значительный рост подходов/вылова по сравнению с 3 предыдущими поколениями (рис. 2). Характер гистограммы позволяет предположить наличие колебаний численности. Дальнейшее систематическое ведение мониторинга в районе Сахалинского залива позволит выявить наличие и устойчивость циклов, их периодичность и связи.

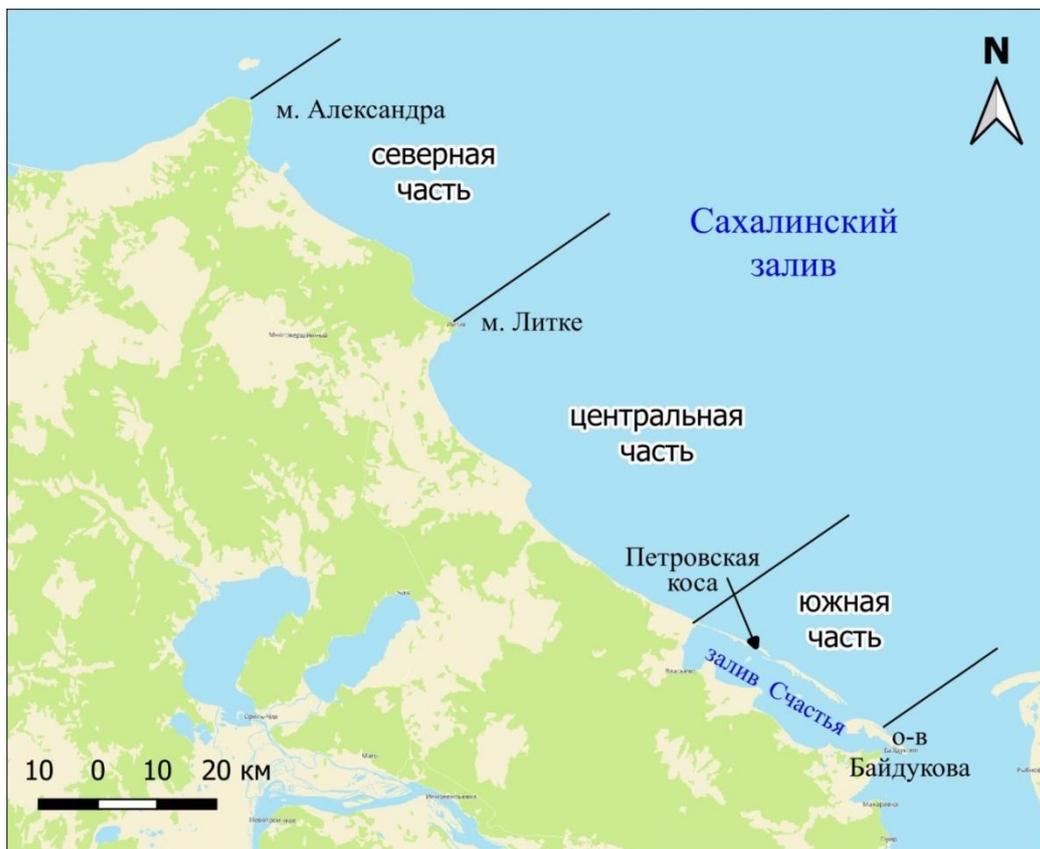


Рис. 1. Западная часть Сахалинского залива (Хабаровский край)
Fig. 1. Scheme of the western Sakhalin Bay

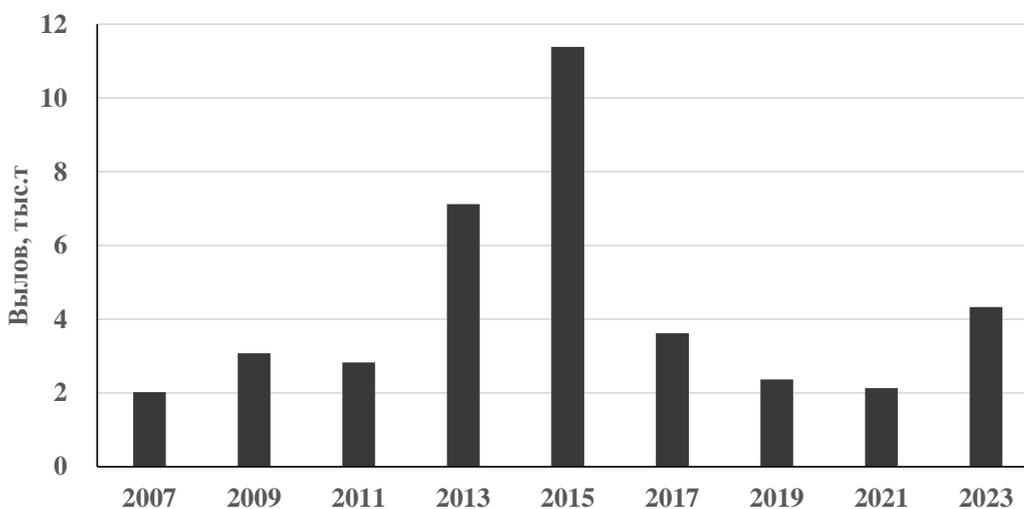


Рис. 2. Вылов горбуши в Сахалинском заливе, 2007–2023 гг. (Хабаровский край)
Fig. 2. Dynamics of the pink salmon annual landing in the western Sakhalin Bay in 2007–2023

В 2023 г. промыслово-значимые подходы горбуши начались относительно рано, в южной части Сахалинского залива в конце первой декады июня. На декаду позже рыба начала подходить к центральной и к северной частям залива.

При общем объеме добычи 4327,5 т вылов увеличивался с севера на юг, при этом наибольший отмечался в южной части (2583,3 т), меньший — в центральной (932,5 т) и наименьший — в северной части залива (811,7 т).

Кривая динамики вылова/подхода в 2023 г. характерна для данного района побережья. Пик хода выражен, приходится на конец первой пятидневки августа. Подходы незначительной численности продолжались до конца августа — начала сентября (рис. 3).

Размеры и масса горбуши, подходящей к рекам Сахалинского залива, после некоторой стабилизации в 2013–2019 гг. в текущем году снизились. Заметное снижение, особенно массы тела, началось с 2021 г. (табл. 1). Горбуша 2023 г. была самая «мелкая» в ряду 6 поколений. Вероятно, это связано с высокой общей численностью горбуши.

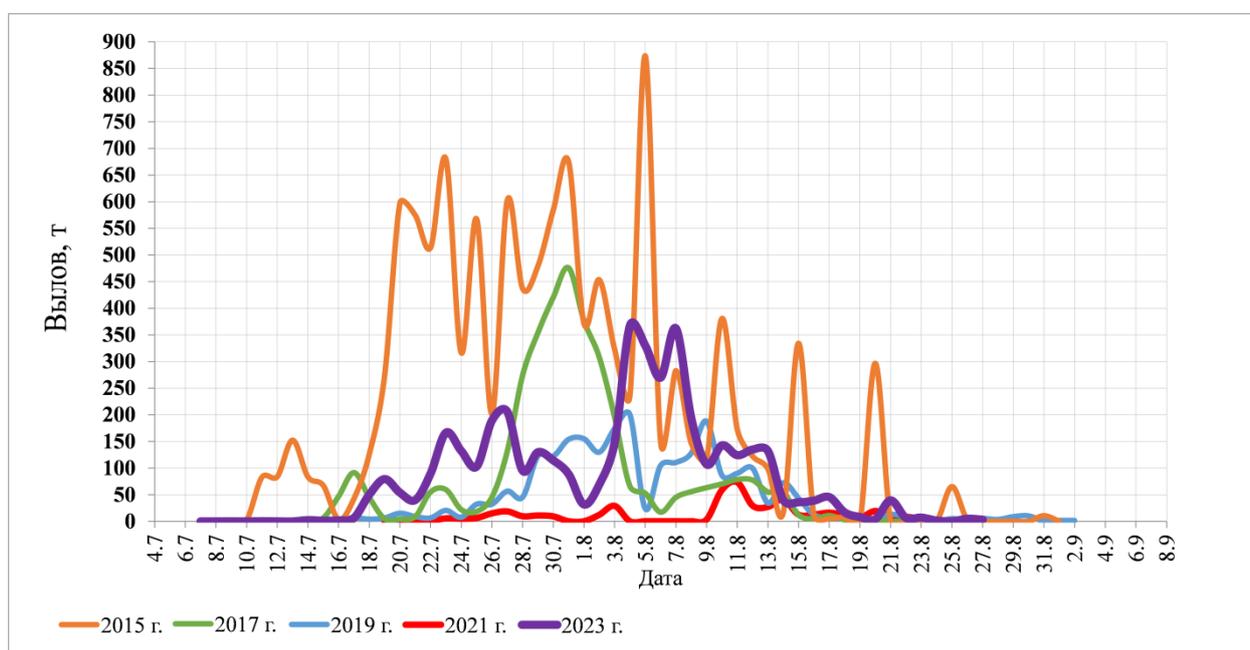


Рис. 3. Динамика вылова горбуши в Сахалинском заливе (Хабаровский край) в 2015–2023 гг.
Fig. 3. Seasonal dynamics of pink salmon catches in the western Sakhalin Bay for 2015–2023

Таблица 1

Размерно-весовые показатели горбуши Сахалинского залива, 2013–2023 гг.

Table 1

Size and weight parameters of pink salmon of the western Sakhalin Bay in 2013–2023

Показатель	2013	2015	2017	2019	2021	2023
Длина тела, см	47,83	48,28	48,11	48,77	47,01	45,34
Масса тела, кг	1,355	1,293	1,288	1,304	1,130	1,114
Доля самок, %	48,0	46,90	44,0	47,87	53,60	45,05
N, экз.	160	525	528	575	725	459

В 2023 г. длина тела самцов горбуши по Смитту варьировала от 37,5 до 58,0 см, масса — от 0,530 до 2,744 кг (в среднем $46,0 \pm 0,2$ см и $1,164 \pm 0,021$ кг). Длина самок находилась в диапазоне от 38,0 до 55,0 см при массе от 0,630 до 2,570 кг (в среднем $44,6 \pm 0,2$ см и $1,045 \pm 0,016$ кг). Средняя длина и масса тела у исследованных особей без учета пола составили $45,3 \pm 0,2$ см и $1,114 \pm 0,014$ кг.

Доля самок достигала 45,1 %. Гонады находились на III и IV стадиях зрелости. Масса гонад самок варьировала от 43,0 до 220,0 г при среднем значении $142,2 \pm 2,21$ г. Гонадосоматический индекс самок находился в диапазоне от 5,81 до 21,68 % (среднее — $13,74 \pm 0,17$); самцов — от 1,12 до

11,87 ($7,70 \pm 0,10$). Плодовитость составляла от 644 до 2451 икр. (1253 ± 20). Масса гонад самцов колебалась от 35,0 до 176,0 г, в среднем составляя $87,21 \pm 1,44$ г.

Помимо этого, у 21,8 % рыб были отмечены следы травм от миноги и морских млекопитающих.

В текущем году динамика вылова кеты в Сахалинском заливе выделяется ранним началом (10 июля), но в целом, типична для этого участка Охотоморского побережья. Нерестовый ход (на основе динамики вылова) характерен для Сахалинского залива (рис. 4). Подходы неравномерные и малочисленные, пик хода отмечен в конце августа — начале сентября. Наибольший вылов пришелся на 28 августа (113,6 т).

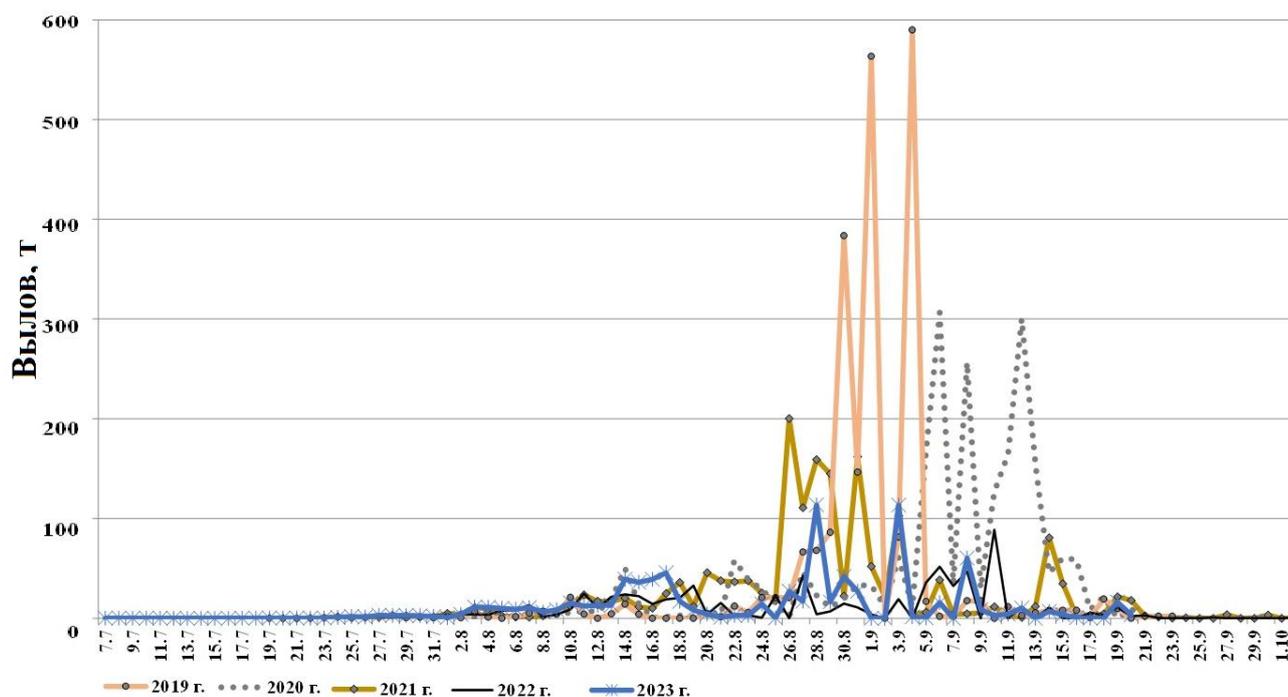


Рис. 4. Динамика вылова кеты в Сахалинском заливе (Хабаровский край) в 2019–2023 гг.
Fig. 4. Seasonal dynamics of chum salmon catches in the western Sakhalin Bay for 2019–2023

Численность кеты данного участка континентального побережья Сахалинского залива находится на стадии снижения, невысокая численность в подходах соответствовала ожидаемой. Общий объем вылова составил 688,7 т, объем вылова в южной части залива, как и у горбуши, был наибольшим — 379,8 т, меньшим в центральной — 231,0 т — и наименьшим в северной части — 77,9 т (рис. 5).

У исследованных в 2023 г. особей длина тела самок по Смитту варьировала от 51,50 до 68,50 см, масса — от 1,560 до 4,010 кг (в среднем $60,1 \pm 0,4$ см и $2,812 \pm 0,058$ кг). Длина самцов находилась в пределах от 55,0 до 71,0 см при массе от 2,090 до 5,230 кг (в среднем $63,7 \pm 0,4$ см и $3,452 \pm 0,076$ кг). Средняя длина и масса тела у исследованных особей без учета пола составили $61,8 \pm 0,3$ см и $3,109 \pm 0,054$ кг. Доля самок 53,5 %. Масса гонад самок — от 108,0 до 465,0 г, в среднем $306,6 \pm 8,040$ г. Гонадосоматический индекс самок находился в диапазоне от 5,66 до 17,70 % (среднее — $10,97 \pm 0,25$). Плодовитость варьировала от 1396 до 4210 икр., в среднем составил 2381 ± 69 икр. Масса гонад самцов колебалась от 28,0 до 296,0 г, в среднем $169,8 \pm 4,74$ г. Гонадосоматический индекс самцов составил от 1,06 до 11,26 % (среднее — $5,02 \pm 0,16$). Помимо этого, у 14,7 % всех исследованных рыб были отмечены следы травм от укусов миноги и морских млекопитающих.

Размеры и масса кеты, подходящей к рекам Сахалинского залива, немного выросли по отношению к показателям прошлого года, однако остались ниже среднемноголетних показателей — 62,5 см и 2,93 кг (табл. 2).

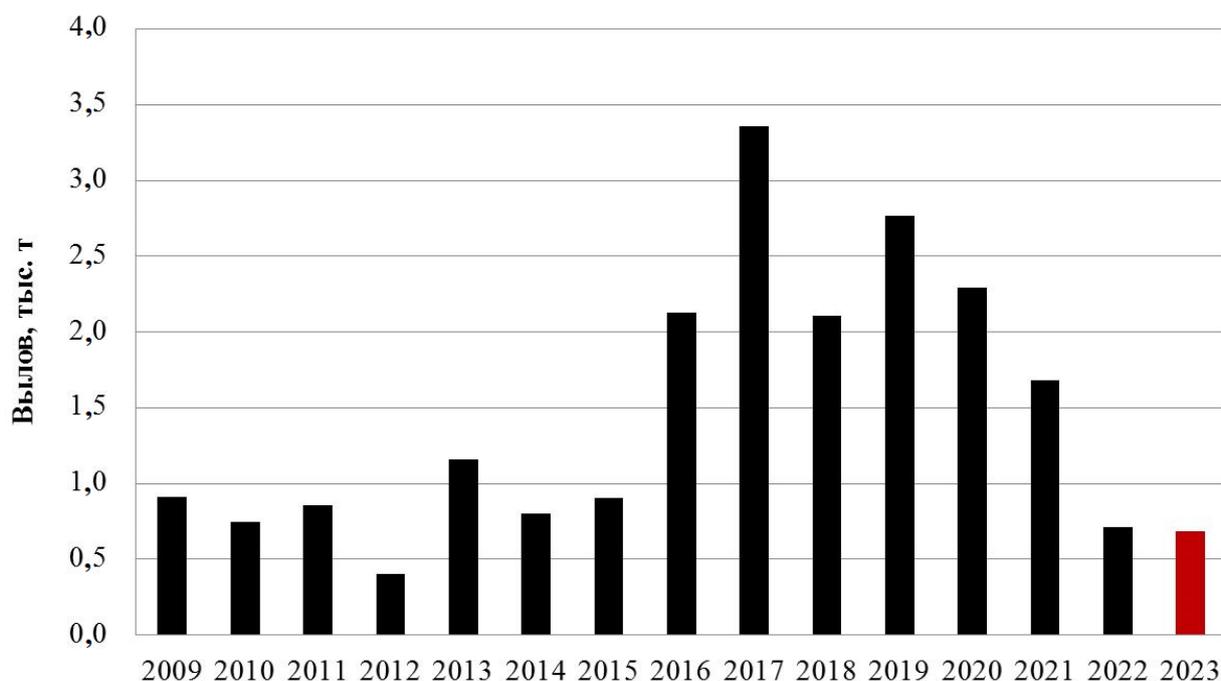


Рис. 5. Вылов кеты в Сахалинском заливе (Хабаровский край) в 2009–2023 гг.

Fig. 5. Dynamics of the chum salmon annual landing in the western Sakhalin Bay in 2009–2023

Таблица 2

Размерно-весовые показатели кеты Сахалинского залива, 2017–2023 гг.

Table 2

Size and weight parameters of chum salmon in the western Sakhalin Bay in 2017–2023

Показатель	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Длина тела, см	61,40	59,90	64,80	63,30	64,60	60,80	61,77
Масса тела, кг	2,820	2,580	3,630	2,840	3,240	2,480	3,109
Доля самок, %	48,0	50,30	46,20	52,0	54,60	49,20	53,50
N, экз.	250	375	275	200	272	325	157

Заключение

Получены данные о биологическом состоянии горбуши и кеты Сахалинского залива (Хабаровский край) в летний период 2023 г. Впервые с 2017 г. численность/уловы горбуши значительно увеличились при этом размерно-массовые показатели горбуши, самые низкие в ряду 6 поколений нечетных лет. Численность кеты Сахалинского залива находится на стадии снижения, невысокая численность и динамика подходов соответствовали ожидаемым.

В целом сроки нерестового хода (на основе динамики вылова) типичны для группы РЛУ «Сахалинский залив».

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы благодарны Иветте Ваизовой за помощь в оформлении карты на рис. 1. Выражаем благодарность руководству предприятия ООО «Рыбоперерабатывающий комбинат «Восточное»» за помощь и содействие в проведении исследований.

The authors are grateful to Ivetta Vaizova for her help in drawing the scheme of the research area for Figure 1 and to the management of Vostochnoye Fish Factory Ltd. for their assistance in conducting the research.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable national, institutional and international ethical guidelines are implemented. The authors declare that they have no conflict of interests.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

А.В. Михайлов (2023 г.) и В.О. Морозов (2022, 2023 гг.) непосредственно участвовали в работе на рыбопромысловом предприятии; все авторы обсуждали полученные результаты. Т.Н. Миронова предоставила архивные данные по теме статьи. А.В. Михайлов и Т.Н. Миронова оформили результаты обсуждения в печать.

A.V. Mikhailov and V.O. Morozov collected the data at the fishing enterprise, which were discussed by all authors. A.V. Mikhailov and T.N. Mironova wrote the text and illustrated the article.

Список литературы

Марченко С.Л. Итоги лососевой путины в Северной Пацифике в 2022 году // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 69–78. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-69-78. EDN: SKSBHU.

Островский В.И. Итоги лососевой путины в Хабаровском крае в 2022 г. // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 79–86. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-79-86. EDN: SMOСМО.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) : моногр. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищепромиздат, 1966. — 375 с.

Шевляков Е.А., Золотухин С.Ф., Бугаев А.В. и др. Определитель основных источников травмирования тихоокеанских лососей. — М. : ВНИРО, 2006. — 79 с.

Поступила в редакцию 11.12.2023 г.

После доработки 25.12.2023 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 11.12.2023; approved after reviewing 25.12.2023;
accepted for publication 29.03.2024*

Краткое сообщение

УДК 597.552.511–152.6(265.5)

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-139-156

EDN: FPHKJC

РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАЛОВЫХ УЧЕТНЫХ СЪЕМОК В БЕРИНГОВОМ И ОХОТСКОМ МОРЯХ ОСЕНЬЮ 2023 Г.

А.Н. Старовойтов, С.С. Пономарев*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. В результате выполненных НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» траловых съемок эпипелагиали российских вод западной части Берингова моря, центральной, западной и восточной частей Охотского моря осенью 2023 г. определены численность и биомасса всех представителей нектона и макропланктона. Выявлены особенности пространственного распределения массовых представителей эпипелагического нектона и медуз, получены их количественные оценки, определен уровень численности молоди лососей, неполовозрелых лососей в период их сезонного нагула, описаны основные скопления сеголеток горбуши и кеты в открытых водах Берингова и Охотского морей. Получены новые данные о биологическом состоянии лососей, других представителей нектона, по их абиотическому окружению.

Ключевые слова: Охотское море, Берингово море, тихоокеанские лососи, миграции, численность, биомасса, распределение, температура, динамика вод

Для цитирования: Старовойтов А.Н., Пономарев С.С. Результаты траловых учетных съемок в Беринговом и Охотском морях осенью 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 139–156. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-139-156. EDN: FPHKJC.

Short message

Results of trawl surveys in the Bering and Okhotsk Seas in autumn 2023

Aleksander N. Starovoitov*, Sergey S. Ponomarev**

* ** Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

* Ph.D., chief specialist, aleksander.starovoitov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X

** chief specialist, sergei.ponomarev@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0003-1057-3913

Abstract. Results of trawl surveys in the Okhotsk Sea and western Bering Sea conducted aboard RV TINRO and RV Professor Kaganovsky in the autumn of 2023 are analyzed. Data on spatial distribution, abundance and biomass of fish species, cephalopods and jellyfishes in the epipelagic layer are presented. Contemporary status of the epipelagic nekton communities is examined. Quantitative distribution and biological state of pink salmon is described in details.

Keywords: Okhotsk Sea, Bering Sea, pacific salmon, salmon migration, abundance, biomass, fish distribution, sea surface temperature, water dynamics

For citation: Starovoitov A.N., Ponomarev S.S. Results of trawl surveys in the Bering and Okhotsk Seas in autumn 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 139–156. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-139-156. EDN: FPHKJC.

Введение

В западной части Берингова моря, сопредельных тихоокеанских водах Командорских островов и в Охотском море площадные траловые съемки в осенний период проводятся в первую очередь с целью получения информации о закономерностях формирования численности поколений лососей в морской период их жизни и используются в дальнейшем для подготовки научно обоснованных пер-

* Старовойтов Александр Николаевич, кандидат биологических наук, главный специалист, aleksander.starovoitov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X; Пономарев Сергей Сергеевич, главный специалист, sergei.ponomarev@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0003-1057-3913.

спективных прогнозов состояния запасов и величины подходов лососей. На основании этих учетов специалисты региональных рыбохозяйственных филиалов заблаговременно информируют рыбопромышленные предприятия о масштабах подходов тихоокеанских лососей к российским берегам. Успех многих лососевых путин последних лет в определенной степени был обеспечен оценками величины подходов лососей, основанными в том числе на данных траловых съемок по учету молоди лососей, уходящей на нагул в океан.

В Беринговом море оценивается запас одной популяционной группировки — карагинской горбуши, в Охотском море — нескольких, из которых наиболее значимые: западнокамчатская, восточносахалинская, североохотоморская и южнокурильская группировки вида. Дифференциация траловых оценок численности стад анадромной горбуши этих регионов по районам происхождения имеет большое значение. Начиная с 2018 г. траловый учет молоди тихоокеанских лососей в Беринговом и Охотском морях проводится с борта двух судов НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский», что дает возможность дифференцированно учитывать молодь горбуши одновременно в западной и восточной частях Охотского моря и в сжатые сроки оконтуривать скопления сеголеток горбуши в глубоководных Алеутской и Командорской котловинах российской зоны Берингова моря.

Целью данной работы является представление новых, данных полученных в научной экспедиции Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО) в Беринговом и Охотском морях. Количественные оценки, схемы распределения, биологическая информация по отдельным видам лососей, думаем, будет полезна для дальнейшего анализа научными сотрудниками рыбохозяйственных институтов.

Материалы и методы

В статье использованы материалы, полученные с использованием методик, стандартных для морских исследований Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО) и неоднократно освещенных в печати [Волвенко, 1998; Шунтов, 2001; Темных, 2004; Атлас..., 2005; Нектон..., 2005; Шунтов, Темных, 2008, 2011].

Осенняя траловая съемка верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и сопредельных тихоокеанских вод Командорских островов была выполнена НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» в период с 23 сентября по 4 октября 2023 г. (рис. 1).

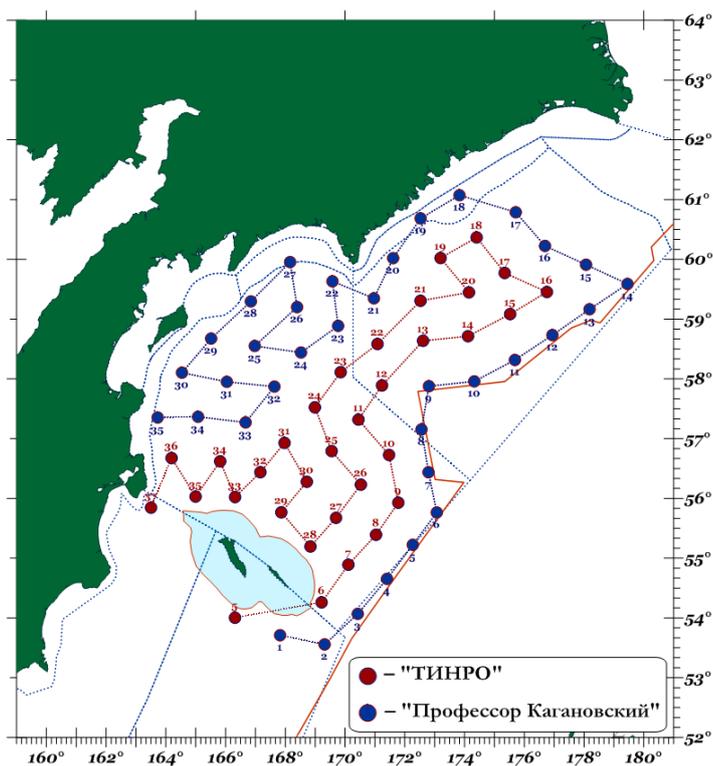


Рис. 1. Схема траловых станций НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский», 23.09–04.10.2023 г.

Fig. 1. Scheme of RV TINRO and RV Professor Kaganovsky trawl survey in the western Bering Sea and the Pacific waters at Commander Islands on September 23 — October 4, 2023

Съемка была начата в те же календарные сроки, что и аналогичные съемки 2013–2022 гг., но ограничивалась сроками выполнения — 12 судов-суток, что позволило охватить исследованиями только глубоководные котловины Берингова моря в пределах ИЭЗ РФ, а его северные мелководные районы: Анадырский залив, свал глубин олюторско-наваринского района, — не были обследованы.

В итоге за неполные 12 рабочих суток двумя судами было выполнено в общей сложности 68 эпипелагических тралений (слой 0–30 м) сопровождавшихся аналогичным количеством гидрологических зондирований толщи вод.

Общее генеральное направление галсов съемки соответствовало стандарту учетов молоди лососей: в направлении с юго-востока, востока на северо-запад, запад от линий, обозначенных Командорскими островами и границей ИЭЗ РФ — США, к прибрежным районам.

Осенняя траловая съемка верхней эпипелагиали Охотского моря в 2023 г. была проведена с 7 по 24 октября. На протяжении 18 судов-суток два НИС суммарно выполнили 90 тралений сопровождавшихся аналогичным количеством гидрологических станций (рис. 2).

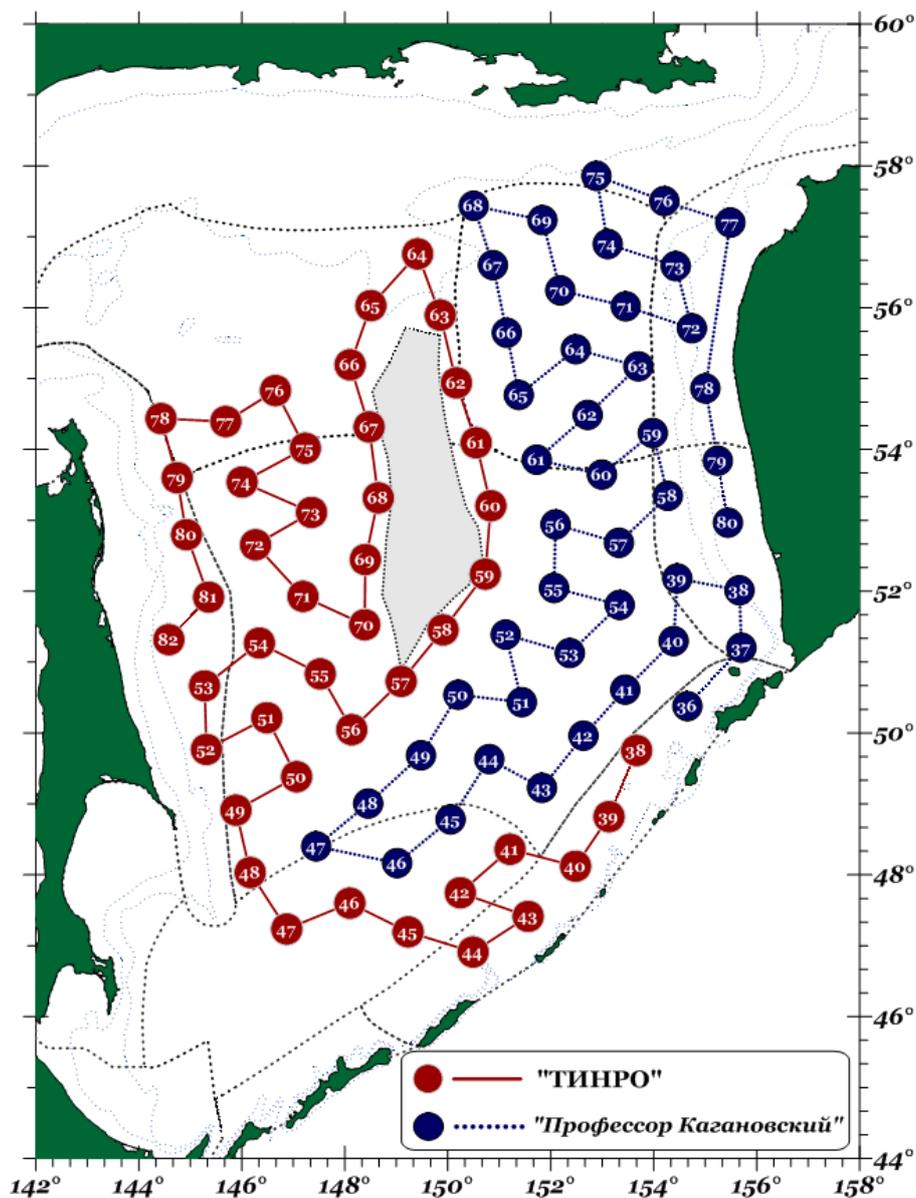


Рис. 2. Схема траловых станций НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» в верхней эпипелагиали Охотского моря 07–24.10.2023 г.

Fig. 2. Scheme of RV TINRO and RV Professor Kaganovskiy trawl survey in the Okhotsk Sea on October 7–24, 2023

Площадь всех районов съемки в сумме составила 802,5 тыс. км². Сопоставимые по площади акватории обследовались в пределах южной части Охотского моря и ранее, во время аналогичных экспедиций: например, в 2021 г. — 876,5 тыс. км², в 2020 г. — 853,0, в 2018 г. — 839,3 тыс. км². В 2022 г. площадь съемки была существенно меньше — 667 тыс. км².

Результаты и их обсуждение

Берингово море и тихоокеанские воды Командорских островов. Основу уловов эпипелагических тралений традиционно составлял нектон, представленный рыбами и кальмарами, и желетельный мегапланктон. Всего в период исследований в уловах отмечено 26 видов рыб (в том числе и с неустановленной видовой принадлежностью) из 19 семейств, 6 видов кальмаров, которые входили в одно семейство (Gonatidae) и 8 видов сцифоидных и гидроидных медуз.

Семейство лососевых (Salmonidae) выделялось количеством видов (5), остальные были представлены не более чем 1–2 видами. Видовой состав ихтиофауны нектонного сообщества западной части Берингова моря в сентябре–октябре больше соответствовал позднему летнему сезону. Это подтверждается обилием молоди придонного ихтиоцена и массовыми миграциями в западную часть моря видов южнобореально-субтропического и умеренно-бореального комплексов. Последнему благоприятствовал общий повышенный температурный фон верхнего слоя вод. Так, в юго-западной части моря и в тихоокеанских водах за проливом Ближний и Камчатский, как и в предшествующие отдельные годы (2017–2022 гг.), присутствовали виды, традиционно относимые к мигрантам из южных районов СЗТО. Относительно широкое распространение здесь имели дальневосточная сардина *Sardinops melanostictus*, сайра *Cololabis saira* и японский морской лещ *Brama japonica*.

За счет отмеченных мигрантов из океанских вод, представителей мезопелагиали и временных обитателей слоя верхней эпипелагиали видовое разнообразие глубоководных районов моря оказалось несколько более разнообразным.

Из особенностей осенней съемки 2023 г., в отличие от съемок предыдущих лет [Старовойтов и др., 2019, 2022], следует отметить редкие поимки (для многих видов — полное отсутствие) в уловах хищных рыб, которые для этой части моря в осенний период являются вполне типичными представителями ихтиоцена эпипелагиали. Так, за съемку было поймано два экземпляра сельдевой акулы *Lamna ditropis*, а мезопелагические хищники — кинжалозуб Парина *Anotopterus nikparini* и большеголовый алеписавр *Alepisaurus ferox* вовсе отсутствовали в уловах.

По частоте встречаемости на всей акватории съемки из рыб тихоокеанские лососи опережали подавляющее большинство прочих видов нектона с большим отрывом. Среди представителей нектона, поимка которых равновероятна в любое время суток, у неполовозрелой молоди нерки *Oncorhynchus nerka* и кеты *O. keta* частота встречаемости составила соответственно 97 и 93 % (66 и 63 учетных траловых станций из 68), у сеголеток горбуши *O. gorbusha* — 69 % (47 траловых станций). Сеголетки кеты были отмечены в уловах 21 траления (31 %). У молоди кижуча *O. kisutch* и чавычи *O. tshawytscha* этот показатель оказался равным соответственно 71 (48 траловых станций) и 28 % (19 тралений). Наименьшую встречаемость в уловах из лососей показала половозрелая поздняя кета — 15 %, или 10 поимок, из 68 возможных.

Кроме лососей, высокие показатели встречаемости среди рыб имели сеголетки северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* — 62 %, запрора *Zaprora silenus* — 49 % (33 траловых станции), колюшка *Gasterosteus aculeatus* — 37 % (25 тралений из 68), сеголетки минтая *Gadus chalcogramma* — 24 % (16 тралений), сайра *Cololabis saira* — 22 % (15 тралений).

Из головоногих моллюсков в составе уловов дневных и ночных тралений можно отметить камчатского кальмара *Gonatus kamtschaticus* — 10 % (7 поимок).

Традиционно высокая частота встречаемости в верхнем слое эпипелагиали осенью 2023 г. была у медуз. Абсолютными лидерами по присутствию в уловах среди прочих видов кишечнополостных оказались сцифоидные медузы *Chrysaora melonaster* и *Phacellophora camtschatica*: они были встречены соответственно в 96 и 90 % тралений. Также многочисленными и повсеместно встречающимися гидроидными медузами, объединенными в группу без видовой принадлежности, — *Aequorea* sp. были зарегистрированы в уловах 59 тралений (встречаемость — 87 %).

Встречаемости сцифоидной медузы *Syanea capillata* составили 29 % (20 тралений из 68). Прочие представители нектона и медуз на акватории съемки отмечались в уловах значительно реже.

У видов, характерных для уловов ночных тралений, 100 % встречаемости на траловых станциях, выполненных в темное время суток, не показал ни один вид гидробионтов. Лидером по этому показателю оказался северный кальмар *Boreoteuthis borealis* — 29 поимок (94 %) из 31 траления, выполненного в темное время суток. Вторым по количеству поимок в ночное время во всех районах съемки был светлоперый стенобрах *Stenobranchius leucopsaru*, встречаемость которого составила 45 %. Встречаемость других интерзональных мигрантов, типичных в ночные уловы, выполненные в верхнем слое эпипелагиали дальневосточных морей и СЗТО, — серебрянки *Leuroglossus schmidti* и гидроидной медузы *Calyropsis nematophora* — была существенно ниже и составляла менее трети от ночных тралений — соответственно 7 и 16 %.

По результатам съемки численность и биомасса nekтона и макропланктона в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и сопредельных вод СЗТО в сентябре-октябре 2023 г. составили 60,52 млрд экз. и 2,591 млн т. Для сравнения: по итогам съемки 2021 г., выполненной на акватории площадью 660 тыс. км², что больше акватории съемки 2023 г. на 200 тыс. км², численность всех гидробионтов была оценена в 51,23 млрд экз., а биомасса — в 604 млн т.

Основу численности учтенных в 2023 г. гидробионтов формировал ихтионектон — 92 %, что обеспечивалось высокой численностью трехиглой колюшки — 45,44 млрд экз. (рис. 3, а).

Следует отметить, что на всем протяжении последних лет осенних наблюдений в Беринговом море трехиглая колюшка неизменно выступает доминантом по численности среди прочих видов рыб, кальмаров и медуз. Другие мелкоразмерные виды nekтона, например сеголетки минтая, при охвате съемкой западных шельфовых районов моря редко (например, в 2021 г.) приближаются к этому виду по численности, но все же остаются субдоминантами по этому показателю. В 2023 г. численность сеголеток минтая оказалась на порядок ниже наиболее многочисленной в сообществе nekтона и макропланктона трехиглой колюшки — всего было учтено 5,15 млрд экз. (8,5 %). Далее в порядке снижения следовал северный кальмар, численность которого вместе с молодью была оценена в 2,93 млрд экз., что соответствовало 4,8 % от суммарной численности nekтона и медуз. Таким образом, среди представителей nekтона и макропланктона тройка лидеров по численности выглядела следующим образом: колюшка — сеголетки минтая — северный кальмар.

За первой тройкой по численности с оценками 2,16 млрд экз. и 0,895 млрд экз. следовали представители рыб, принадлежащих к различным зоогеографическим комплексам — мойва (3,6 % от итоговой численности гидробионтов) и сайра (1,5 %). Сайра была отмечена в уловах во всех районах съемки, включая и западную часть Алеутской котловины.

Аналогичные оценки численности сайры были получены двумя годами ранее в 2021 г., когда ее численность по результатам осенней съемки составила 896,5 млн экз.

Среди кишечнополостных с оценкой 1,08 млрд экз. (1,8 %) доминировала сцифомедуза хризаора *Chrysaora melonaster*, на второй позиции по учтенной численности медуз оказались гидроидные медузы рода *Aequorea* — 470,8 млн экз. (рис. 3, а), или 0,8 % от численности гидробионтов.

По второму интегральному показателю — биомассе — в сообществе nekтона и макропланктона верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и сопредельных вод океана с оценкой 1,775 млн т (68,5 %) на первое место вышли медузы, среди которых абсолютно лидировала (83,5 % от биомассы всех кишечнополостных) компасная хризаора — 1,482 млн т.

Существенно меньшей оказалась учтенная биомасса рыб и головоногих моллюсков — соответственно 747,6 (28,8 %) и 68,2 тыс. т (2,6 %).

В сообществе ихтионектона по биомассе выделялись трехиглая колюшка, сельдь, сайра и неполовозрелая кета — соответственно 248,2 тыс. т, 191,9, 80,5 и 71,0 тыс. т (рис. 3, б). Далее в порядке убывания следовали неполовозрелая молодь нерки — 63,14 тыс. т, мойва — 22,9, сеголетки минтая — 17,4, молодь одноперого терпуга — 7,78 тыс. т.

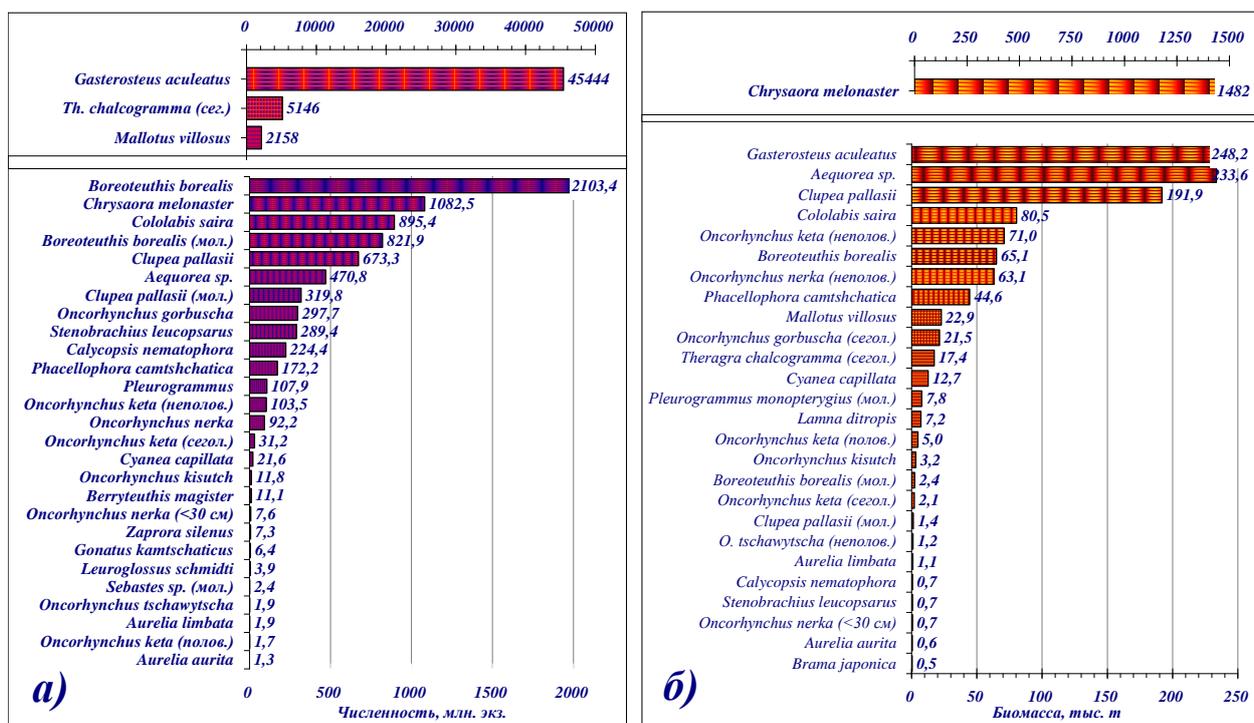


Рис. 3. Распределение по численности (а) и биомассе (б) отдельных видов nekтона и макропланктона, учтенных в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов 23.09–04.10.2023 г.

Fig. 3. Distribution of the most numerous species of fish, squids and jellyfish by abundance (a) and biomass (б) in the epipelagic layer of western Bering Sea and Pacific waters at Commander Islands on September 23 — October 4, 2023

Сеголетки горбуши занимали весьма скромное по биомассе положение: осенью 2023 г. оценка их биомассы преимущественно в западных районах, охваченных съемкой, составила 21,5 тыс. т. Для сравнения: аналогичной съемкой предыдущего нечетного 2021 г. было учтено 14,5 тыс. т (численность 166,1 млн экз.), а в 2019 г. биомасса сеголеток горбуши на акватории, близкой по площади съемки, составила 11,6 тыс. т (численность — 153,6 млн экз.).

У головоногих моллюсков, как и по численности, выделялся только северный кальмар — 65,1 тыс. т (биомасса молодежи — 2,4 тыс. т).

Немногим более 200 тыс. т (233,6 тыс. т) было учтено гидроидных медуз рода *Aequorea*. Существенно меньшую биомассу показали камчатская фацеллофора (44,6 тыс. т) и цианея волосистая — 12,7 тыс. т (рис. 3, б).

Соотношение отдельных видов и групп nekтонного сообщества (без учета кишечнополостных) в их суммарной биомассе осенью 2023 г. выглядело следующим образом: основу биомассы в обследованных районах западной части моря и сопредельных вод СЗТО слагали колюшка — 30 % от учтенной биомассы, сельдь — 24 % (биомасса совместно с молодежью — 193,3 тыс. т) и третью позицию (21 %) с оценкой биомассы 168,1 тыс. т заняли лососи. На долю сайры пришлось 10 % от суммарной биомассы nekтона. Итоговая доля головоногих моллюсков в nekтоне составила 8 % (68,2 тыс. т), мойвы — 3 %, минтая всех возрастных групп — 2 %. Прочие представители рыб и кальмаров в сумме набрали 1 % от биомассы nekтона (рис. 4).

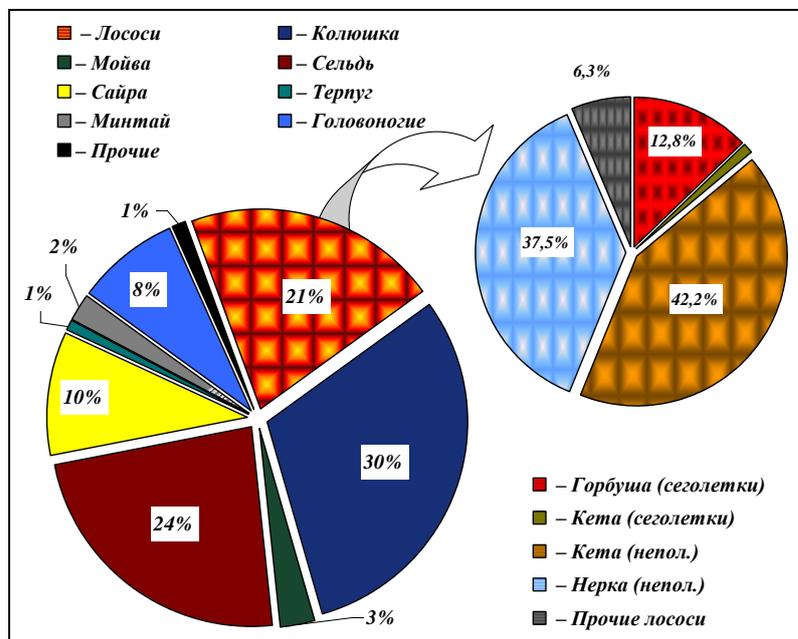
Среди тихоокеанских лососей безусловными лидерами по биомассе были неполовозрелая нерка и кета — соответственно 42,2 и 37,5 % от учтенной биомассы тихоокеанских лососей. На долю сеголеток горбуши пришлось 12,8 % (рис. 4).

По распределению наиболее массовых представителей верхнего слоя эпипелагиали глубоководной Командорской котловины моря и уровню их биомасс осенью 2023 г. можно констатировать, что развитие сезонных осенних процессов более соответствовало летнему периоду. Например, над

южной периферией глубоководной Командорской котловины были широко распространены представители южной и умеренно-бореальной фауны (сайра, в меньшей степени японский морской лещ и дальневосточная сардина), сеголетки горбуши и кеты, молодь кижуча и чавычи в сентябре-октябре 2023 г. все еще продолжали нагул в приравловых районах западной части моря, и затем покидали их. Перераспределения и широкого распространения молоди лососей в западные районы глубоководных котловин моря и к проливам Командорских островов ранней осенью 2023 г. еще не наблюдалось.

Рис. 4. Соотношение видов и групп nekтона в суммарной биомассе рыб и кальмаров (без кишечнополостных) в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов 23.09–04.10.2023 г.

Fig. 4. Ratio of species and taxonomic groups (without jellyfish) in the epipelagic nekton communities in the western Bering Sea and in the Pacific waters at Commander Islands on September 23 — October 4, 2023



Аналогичный вывод можно сделать и по характеру пространственного распределения неполовозрелой кеты и нерки, которые продолжали нагуливаться в западной части моря. Повсеместное распространение и высокие уловы неполовозрелой кеты и нерки второго морского года жизни над Командорской котловиной западной части моря скорее соответствовали картине их летнего распределения [Шунтов, Темных, 2008, 2011].

Важным результатом траловой съемки верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и сопредельных тихоокеанских вод Командорских островов можно считать относительно высокую оценку численности поколения восточнокамчатской горбуши линии нечетных лет ската. Аналогично предыдущим нечетным 2017, 2019 и 2021 гг., когда здесь было учтено соответственно 154, 101 и 166 млн экз. сеголеток горбуши, уровень численности сеголеток горбуши осенью 2023 г. оказался в среднем вдвое выше — 297,7 млн экз. Ориентируясь на полученный результат, можно надеяться, что итоги лососевой путины 2024 г. также будут соответствовать результатам отнюдь не провальных в этом регионе лососевых путин 2020 и 2022 гг.

Распределение и биологическая характеристика сеголеток горбуши. Пространственное распределение сеголеток горбуши соответствовало картине их распределения в нечетные годы, когда оценки численности сеголеток горбуши в западной части моря были невысокими (например, 2013, 2017, 2019 и 2021 гг., Старовойтов и др., 2019, 2022).

По серии первых тралений, выполненных в берингоморских водах у границы ИЭЗ РФ, стало очевидно, что широкого и повсеместного распространения горбуши, которое наблюдается при ее высокой численности, ожидать не следует. Ее первые штучные уловы были получены 25 сентября у границы экономзоны (рис. 5).

Далее вдоль границы ИЭЗ уловы сеголеток горбуши составляли от 5–7 до 150–285 экз./час траления, а в северном и северо-западном секторе съемки южнее мыса Наварин по результатам тралений горбуша облавливалась в количестве от 22–128 до 473 экз./час траления (рис. 5).

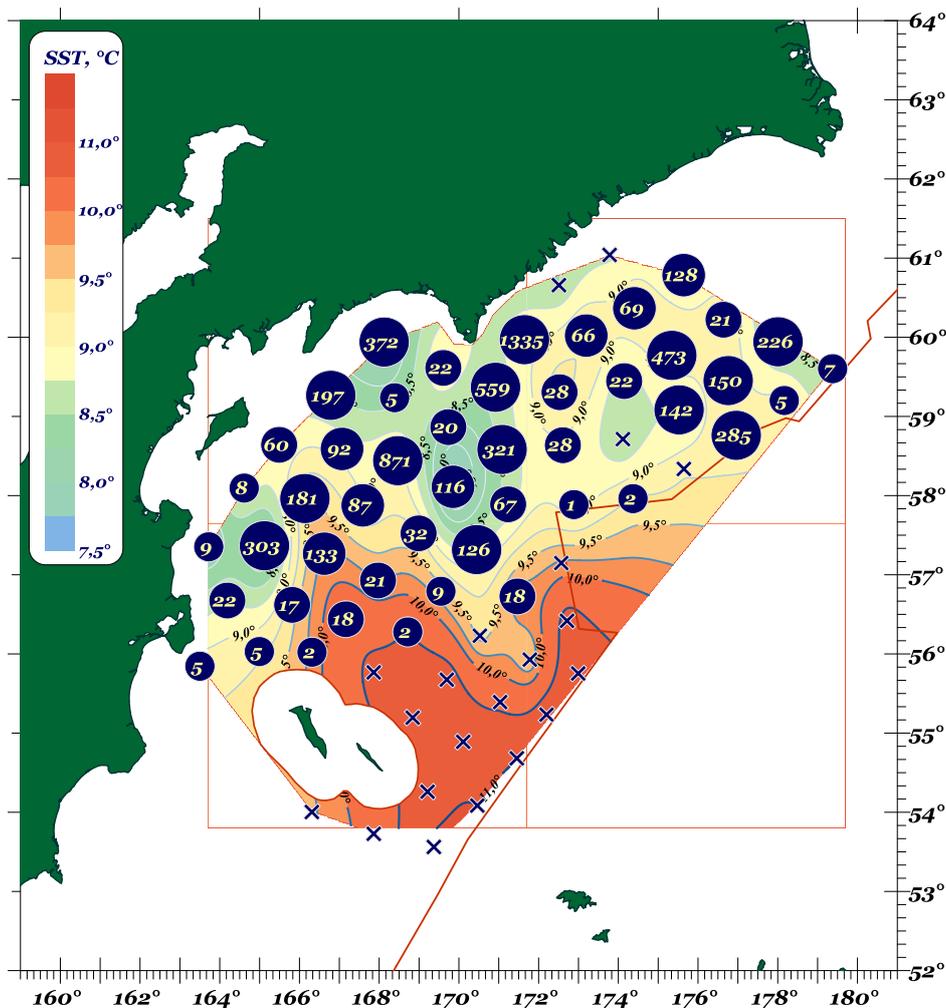


Рис. 5. Пространственное распределение сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов 23.09–04.10.2023 г. Цифры в центре кружков — улов, экз./час траления. Приведена температура поверхностных водных масс

Fig. 5. Spatial distribution of catches of pink salmon juveniles in the western Bering Sea and in the Pacific waters at Commander Islands on September 23 — October 4, 2023. Numbers — CPUE, ind. per hour of trawling; contour lines — SST isotherms

Первый и единственный улов сеголеток горбуши, превысивший 1000 экз./час траления (1335 экз.), был получен восточнее мыса Олюторского. Южнее этого скопления серия тралений показала результат 472 и 321 экз. за стандартное часовое траление. Эти два смежных крупных улова были получены в один день.

На заключительном этапе работ оба судна, двигаясь юго-западными курсами, закрыли траловыми станциями западную часть Командорской котловины. Здесь (Карагинская подзона), горбуша отмечалась в уловах в количествах от нескольких десятков до 197–303 экз./час траления, а один улов, составивший 871 экз., оказался вторым по величине за съемку (рис. 5). В восточном секторе Командорской котловины горбуша присутствовала в уловах в меньших количествах: 116–126 экз./час траления. Южнее максимальный вылов сеголеток горбуши не превышал двух десятков — 17–23 экз./час траления, а в непосредственной близости от прол. Камчатский уловы вида снизились до штучных 2–5 экз. (рис. 5).

Таким образом, ядра высокой плотности сеголеток, как можно судить по рис. 5, располагались по обе стороны от склонов хребта Ширшова в западной части глубоководной Командорской котловины и в юго-западной части второй котловины моря — Алеутской, где и был получен максимальный вылов молоди горбуши на обследованной акватории, превысивший 1000 экз. за стандартное часовое траление.

Пространственное распределение сеголеток горбуши над глубоководными котловинами моря, сравнительно невысокие ее уловы в восточной части российской экономзоны, как и ее полное отсутствие в юго-восточном секторе съемки, позволяют сделать вывод о том, что основная часть молоди горбуши еще находилась на акватории Командорской котловины. На время окончания учетных работ можно констатировать формирование авангардных скоплений сеголеток горбуши севернее прол. Камчатского, но, на наш взгляд, активных миграций горбуши в океан к этому времени еще не наблюдалось. Говорить о задержке существенной части сеголеток горбуши в пределах зал. Карагинского также не приходится: траления, выполненные восточнее прол. Литке, в южной его части НИС «Профессор Кагановский», показали невысокие их уловы — 8 и 9 экз./час траления.

Горбуша, пойманная в юго-западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов, была разнокачественной по размерному составу.

На большей части акватории, где встречалась горбуша, преобладали сеголетки со средними размерами тела от 18,8 до 20,5 см и средней массой от 62 до 85 г (см. таблицу; рис. 6). Средняя длина анадромной молоди горбуши по данным съемки составила 19,7 см и 73,8 г (см. таблицу). Для сравнения: биологические показатели у сеголеток горбуши в предыдущие нечетные 2017, 2019 и 2021 гг. составляли 20,4, 19,7 и 20,6 см, при массе — 78, 73 и 87 г.

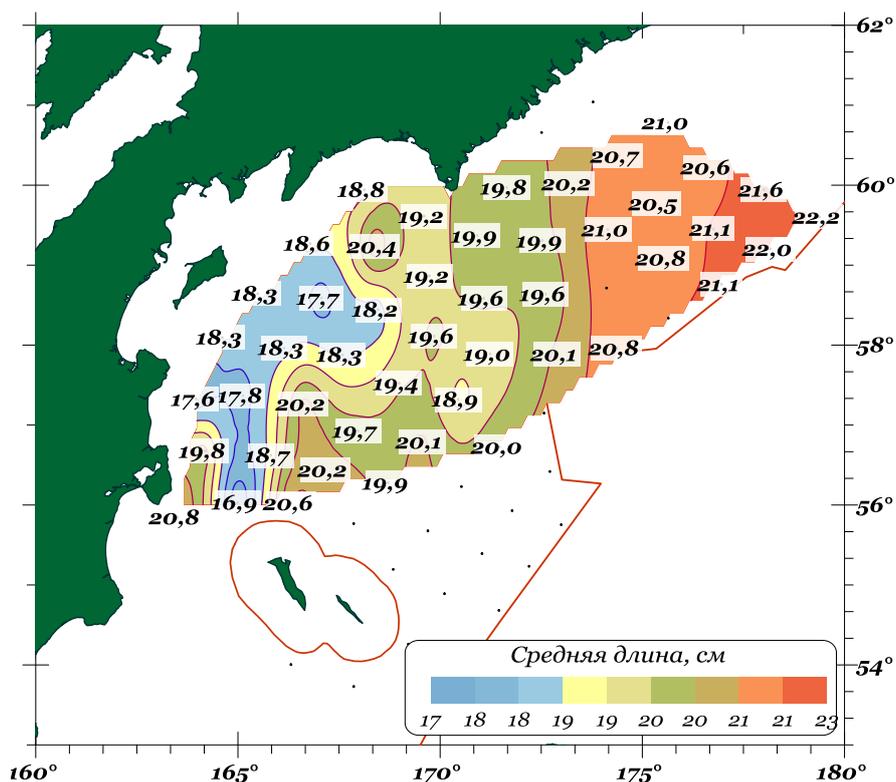
Средние биологические показатели сеголеток горбуши в западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов 23.09–04.10.2023 г.

Mean biological parameters of pink salmon juveniles in the western Bering Sea and the Pacific waters at Commander Islands on September 23 — October 4, 2023

Район	Средняя длина, см	Средняя масса, г	Количество, экз.
Алеутская котловина	20,5	85,0	1397
Командорская котловина	18,8	61,6	1293
Тихий океан	20,8	80,8	5
Все районы	19,7	73,8	2695

Рис. 6. Пространственное распределение средней длины сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали юго-западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов 23.09–04.10.2023 г. Цифры — средняя длина, см

Fig. 6. Spatial distribution for average fork length of pink salmon juveniles in the southwestern Bering Sea and the Pacific waters at Commander Islands on September 23 — October 4, 2023. Numbers — average fork length, cm



Средняя многолетняя величина длины и массы сеголеток горбуши за период нечетных лет с 2003 по 2021 г. составила 21,1 см и 95 г, а за весь период осенних наблюдений в 2000-е гг. (с 2002 по 2022 г.) эти величины соответствуют длине 20,7 см и массе — 89 г.

Несколько более крупная горбуша облавливалась в пределах северо-восточной обследованной части Алеутской котловины и в приграничных районах ИЭЗ РФ — США: здесь ее длина составляла 21,1–22,2 см, а средняя масса тела — 98–107 г (рис. 6). В пределах Командорской котловины размеры сеголеток горбуши чаще составляли 18,3–19,6 см, а средняя масса — от 54 до 77 г (рис. 6).

В целом же по двум районам наблюдалась явная зависимость увеличения средней длины и массы тела сеголеток горбуши от южных прикомандорских районов — от 17–18 см (49–77 г) к северным — до 21–22 см (90–100 г) (рис. 6; см. таблицу).

Учетная численность сеголеток горбуши по результатам траловой съемки была оценена в 297,7 млн экз., а биомасса — в 21,5 тыс. т.

Подводя итог краткой характеристике результатов учета западноберингоморской горбуши можно констатировать, что к первой декаде октября ее сеголетки все еще находились в море, локализуясь в западном секторе Алеутской и Командорской котловин, а по картине распределения и биологическому состоянию анадромной молоди горбуши можно предположить, что основная ее доля все же была учтена в юго-западной части Берингова моря.

Охотское море. Состав населения биотопа верхней эпипелагиали обследованных районов Охотского моря осенью 2023 г. не отличался большим разнообразием видов. По итогам траловой съемки на ее акватории было отмечено 32 вида рыб из 18 семейств, 4 вида головоногих моллюсков (1 семейство) и 9 видов медуз.

Традиционно для периода съемки в верхнем слое эпипелагиали Охотского моря по количеству видов в ихтиоценозе выделялось семейство лососевых (*Salmonidae*), которое насчитывало все 6 представителей тихоокеанских лососей (род *Oncorhynchus*). Все остальные семейства рыб имели в своем составе не более 3 видов. Все головоногие, отмеченные в уловах, относились к семейству *Gonatidae*.

Среди рыб по частоте встречаемости в уловах на акватории съемки, как и следовало ожидать, выделялись сеголетки двух самых массовых видов лососей — горбуши и кеты — 82 и 74 %. Несколько реже встречались в уловах молодь симы (38 %), кижуча (34 %) и чавычи (19 %). Нагульная кета и нерка двух и старше морских лет жизни осенью 2023 г. были отмечены на 41 и 21 траловых станциях из 90 учетных (встречаемость — соответственно 46 и 23 %).

Помимо лососей, максимальное представительство в уловах на акватории съемки наблюдалась лишь у двух видов сцифомедуз медуз — у компасной хризаоры *Chrysaora melonaster* и волосистой цианеи *Cyanea capillata* — встречаемость соответственно 74 и 59 %. Еще одна массовая группа гидроидных медуз — экворея *Aequorea* sp., а также сцифомедуза фацеллофора камчатская *Phacellophora camtschatica* были отмечены в 25 и 29 траловых уловах, что соответствует частоте встречаемости — соответственно 28 и 32 %.

У головоногих моллюсков максимальные показатели встречаемости наблюдались у северного кальмара *Boreoteuthis borealis*, который был пойман в 35 из 41 траления, выполненных в темное время суток (встречаемость в ночное время — 85 %). Камчатский *Gonatus kamtschaticus* и командорский кальмары *Berryteuthis magister* были зафиксированы при разборе улова 4 и 3 тралений (встречаемость — соответственно 4 и 3 %).

По результатам съемки в октябре 2023 г. в верхней эпипелагиали обследованных районов Охотского моря было учтено 99,56 млрд экз. гидробионтов, суммарная биомасса которых составила 3,19 млн т. Основу численности эпипелагического сообщества нектона Охотского моря формировали рыбы — 90,34 млрд экз., что соответствовало 90,7 % суммарной численности гидробионтов, учтенных съемкой. На долю головоногих и кишечнорастворимых пришлось соответственно 8,1 (8,07 млрд экз.) и 1,2 % (1,15 млрд экз.).

По соотношению биомасс с оценкой 2,11 млн т рыбы также занимали лидирующую позицию — 66 %. Учетные биомассы кальмаров и кишечноротовых составили в сумме 39,8 тыс. т (1,2 %) и 1,04 млн т (32,5 %).

По учетной численности первое место среди прочих представителей нектона и кишечноротовых занимал интерзональный мигрант из мезопелагиали — серебрянка *Leuroglossus schmidti*, количество которой по данным уловов в темное время суток составило 64,02 млрд экз. (рис. 7, а), что соответствует 64 % от всех живых организмов, выловленных в верхней эпипелагиали во время съемки. Дальневосточная сардина, северный кальмар, японский анчоус и молодь минтая расположились со второй по пятую позицию в верхних эшелонах численности: соответственно 11,70 млрд экз., 5,70, 4,72 и 4,25 млрд экз. (рис. 7, а). Также высоким этот показатель был у тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* — 2,45 млрд экз., основные уловы которой получены в северных Притауйском и Ионо-Кашеваровском районах съемки.

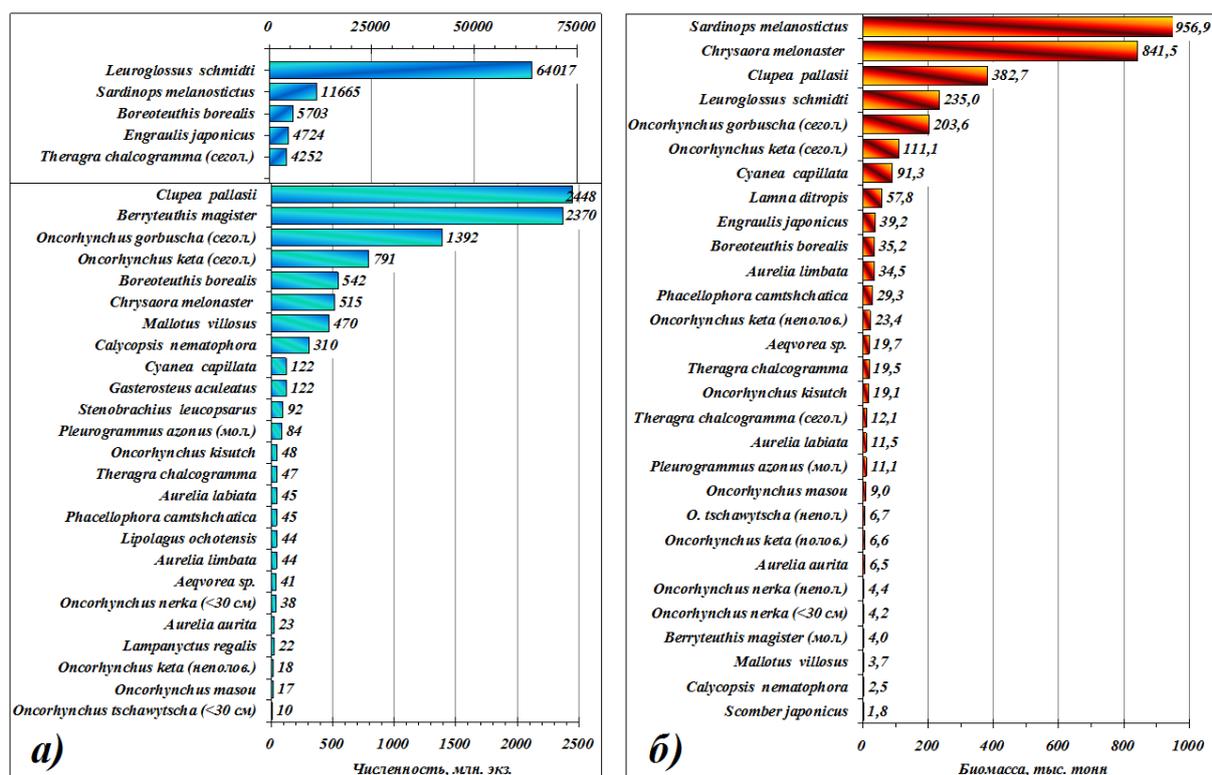


Рис. 7. Распределение массовых видов нектона и макропланктона по учетной численности (а) и биомассе (б) в верхней эпипелагиали Охотского моря 07–24.10.2023 г.

Fig. 7. Distribution of the most numerous species of fish, squids and jellyfish by abundance (a) and biomass (b) in the epipelagic layer of Okhotsk Sea on October 7–24, 2023

За счет мелкоразмерной молодежи численность командорского кальмара *Berryteuthis magister* также превысила отметку в 2 млрд экз., составив 2,37 млрд экз. (рис. 7, а).

Численность сеголеток горбуши по результатам съемки была оценена в рекордные, после учетов нечетных 2017, 2019 и 2021 гг., 1,392 млрд экз. (2017 г. — 2,750 млрд экз., 2019 г. — 554,800 млн экз., 2021 г. — 1,292 млрд экз.). Сеголетки кеты с оценкой численности в 791 млн экз. оказались на втором месте среди лососей по этому показателю.

Также за счет молодежи высокая оценка численности была у северного кальмара и мойвы *Mallotus villosus* — соответственно 542,2 и 469,6 млн экз. (рис. 7, а).

Таким образом, основу численности нектона в осенний период в верхней эпипелагиали Охотского моря формировали серебрянка, мигранты из субтропических вод, лососи и молодь отдельных видов рыб и кальмаров.

У кишечнополостных можно отметить компасную хризаору *Chrysaora melonaster*, численность которой составила 515,1 млн экз. и гидроидную медузу *Calycopsis nematophora*, вторую по численности среди медуз с оценкой 310,1 млн экз. (рис. 7, а).

Максимальный уровень биомассы из всех учтенных гидробионтов в верхней эпипелагиали Охотского моря осенью 2023 г. показала дальневосточная сардина, которой по итогам съемки в южной глубоководной части моря было учтено 956,9 тыс. т (рис. 7, б). Вторым в этом списке видов гидробионтов оказалась сцифомедуза компасная хризаора — 841,5 тыс. т.

Помимо сардины иваси, у рыб по уровню биомассы учтенной съемкой выделялись сельдь, себрюшка, сеголетки горбуши и кеты: соответственно 382,7 тыс. т, 235,0, 203,6 и 111,1 тыс. т (рис. 7, б). У головоногих моллюсков наиболее высокий показатель был у северного кальмара — 35,2 тыс. т. У кишечнополостных, помимо компасной хризаоры, заметную биомассу имела цианея волосистая — 91,3 тыс. т и аурелия лимбата *Aurelia limbata* — 34,3 тыс. т. Представителей гидроидных медуз рода *Aequorea*, часто при аналогичных съемках занимавших верхние позиции по биомассе, в 2023 г. было учтено в сумме 19,7 тыс. т (рис. 7, б).

Характеризуя нектонное сообщество верхней эпипелагиали Охотского моря осенью 2023 г., можно констатировать, что его базовый состав был сформирован дальневосточной сардиной (44,4 %), лососями (18,1 %) и сельдью (17,8 %) (рис. 8).

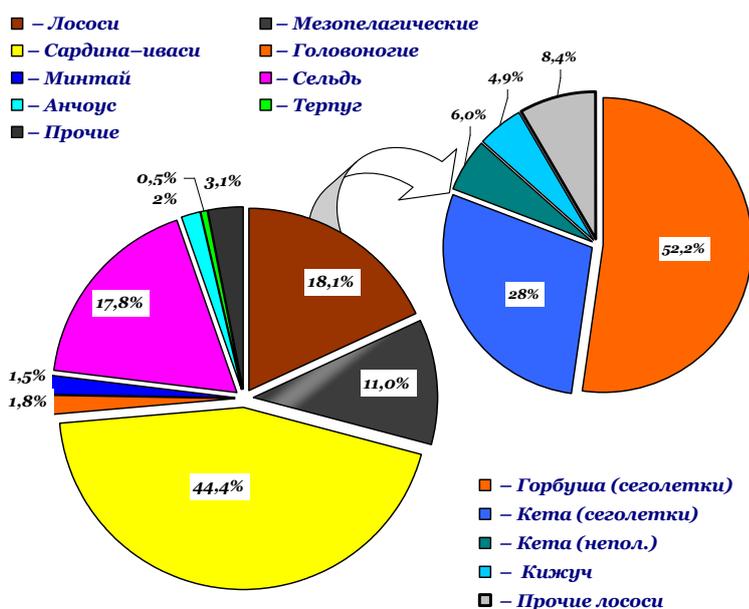


Рис. 8. Соотношение видов и групп нектона в суммарной биомассе рыб и кальмаров (без кишечнополостных) в верхней эпипелагиали Охотского моря 07–24.10.2023 г.

Fig. 8. Ratio of species and taxonomic groups (without jellyfish) in the nekton communities in the epipelagic layer of Okhotsk Sea on October 7–24, 2023

В пространственном отношении сардина и сельдь выступали доминантами соответственно в южнокурильском и северных районах. Субдоминантами здесь были лососи. В центральных глубоководных районах моря повсеместно превалировали лососи, среди которых, безусловно, лидировали сеголетки горбуши и кеты.

По сравнению с горбушей (203,6 тыс. т, 52,5 %), биомасса сеголеток кеты оказалась почти вдвое меньше — 111,1 тыс. т (28,0 %). Молоди неполовозрелой нагульной кеты осенью 2023 г. в пределах акватории съемки Охотского моря было учтено 23,4 тыс. т, что вполне соответствует оценкам последних лет: от 20,1 тыс. т, — в 2020 г. до 52,6 тыс. т — в 2018 г. [Старовойтов и др., 2019, 2021]. Сопоставимую биомассу в северо-восточных районах съемки имела и неполовозрелая нагульная молодь нерки — 4,4 тыс. т.

Подводя предварительный итог краткой оценке сообществ нектона и макропланктона южной и центральной частей Охотского моря, можно констатировать, что осенью 2023 г. был зарегистрирован высокий уровень учтенной численности отдельных представителей ихтиоцены, временно насе-

ляющих верхний слой эпипелагиали этого региона. Основным же результатом осенней учетной съемки стала одна из рекордных оценок численности поколения охотоморской горбуши нечетного года ската: уровень в 1,4 млрд экз. (первый после рекордных оценок 2017 и 2021 гг.).

Из других видов тихоокеанских лососей следует отметить также высокую численность молодежи кеты — 791 млн экз., что, за исключением 2021 г., когда было учтено 1,25 млрд экз., также является оценкой высокого уровня. Например, в предыдущем 2022 г. на аналогичной акватории съемкой было учтено 649,4 млн экз., а в 2020 г. — 586,9 млн экз. сеголеток кеты [Старовойтов и др., 2019, 2021].

Распределение и биологическая характеристика сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали Охотского моря в октябре 2023 г. За многие годы осенних учетных работ в южной части Охотского моря картина распределения сеголеток двух наиболее массовых видов лососей — горбуши и кеты — в целом не претерпевала существенных изменений: основная масса сеголеток учитывалась в южной глубоководной котловине моря. В 1990-е гг. в отдельных районах южной части моря, перед проливами средней и южной частей Курильской гряды, сеголетки часто образовывали плотные скопления численностью от 1,0 до 2,5–3,0 тыс. экз./час траления. По мере продвижения к северным районам уловы молодежи горбуши снижались вплоть до полного их отсутствия в уловах севернее 54° с.ш.

Серия крупных (более 1000 экз./час траления) уловов, получаемых во время этих съемок на акваториях сравнительно небольшой площади (порядка 300–400 тыс. км²), обеспечивала практически ежегодно высокие оценки численности молодежи горбуши охотоморского бассейна.

Описанная выше особенность пространственного распределения сеголеток горбуши была «типичной» и повторялась из года в год. Начиная со второго десятилетия 2000-х гг. в перераспределении сеголеток горбуши стал отчетливо прослеживаться северный тренд ее миграций, при этом в южной глубоководной котловине моря к октябрю она или полностью отсутствовала, или была немногочисленна. В этих условиях потребовалось значительно расширить акваторию учета молодежи лососей за счет северных районов, но в то же время несколько сократить количество станций в южной глубоководной котловине моря, в результате чего площадь акватории съемки стала составлять от 647 до 898 тыс. км².

Аналогично съемкам последних лет [Старовойтов и др., 2019, 2022], осенью 2023 г. северный тренд в миграциях сеголеток горбуши и кеты также был хорошо выражен. В начале съемки, на разрезе, выполненном НИС «ТИНРО» вдоль линии Курильской гряды от Четвертого Курильского пролива до прол. Буссоль, сеголетки горбуши были отмечены только на северных станциях (91–230 экз.), а в центральной его части — у о. Симушир — был пойман 1 экз., и два траления показали отрицательный результат. Напротив, Первого Курильского пролива одно траление НИС «Профессор Кагановский» показало невысокий результат — 13 экз./час траления (рис. 9, а).

Разрез вдоль Курильских островов, который уже традиционно выполняется в самом начале осенних лососевых съемок, позволяет с определенной долей уверенности исключить факт выхода сеголеток горбуши и кеты в океан и определить то их количество, которое подошло в южную глубоководную котловину моря и к проливам средних и южных Курильских островов.

Западнее прол. Буссоль, в границах сопредельной южной глубоководной котловины моря, горбуша отсутствовала в уловах. Вся эта область с температурой воды на поверхности 11–14 °С была занята дальневосточной сардиной. Лишь у северной границы указанного района был получен первый штучный улов горбуши, и далее, севернее, вылов горбуши уже составлял 385–873 экз./час траления (рис. 9, а). Оба судна выполнили серию тралений в генеральном северо-восточном и северо-западном направлениях от линии центрального многоугольника нейтральных вод.

В восточном секторе моря первые пять тралений НИС «Профессор Кагановский» от северных прикурильских районов в северо-западном направлении показали уловы горбуши от 31 до 400 экз./час стандартного траления (рис. 9, а).

Далее по мере продвижения в северо-восточном направлении подавляющее большинство тралений НИС «Профессор Кагановский» содержали в уловах сеголеток горбуши в количествах от нескольких десятков (68–88 экз.) до нескольких сотен — 189–641 экз./час траления. Максимальные уловы сеголеток горбуши, полученные в северо-восточном секторе съемки, составили 529, 638 и 641 экз./час траления. В прибрежных центральных и северных западнокамчатских районах на шести траловых станциях горбуша облавливалась в количествах от 1–7 до 51–87 экз. за стандартное часовое траление.

Осенью 2023 г. удалось охватить съемкой крайние северные районы вплоть до 58° с.ш. и обозначить северную границу распространения сеголеток горбуши. Полученные штучные (2, 10 и 14 экз.) уловы на этих станциях надежно свидетельствуют в пользу утверждения о полном охвате (и, соответственно, учете) съемкой скоплений горбуши в этом секторе моря.

НИС «ТИНРО» после выполнения серии безрезультативных по поимке горбуши тралений в южной части Охотского моря с несущественной разницей во времени со станциями НИС «Профессор Кагановский» (2–3 дня) выполнил разрез вдоль восточной границы зоны нейтральных вод Охотского моря. Здесь была получена серия крупных уловов сеголеток горбуши, один из которых превысил 2 тыс. экз., остальные — 847, 2042 и 520 экз./час траления. Самые северные три станции этого разреза дали результат — 1 экз. и два нулевых.

Таким образом, по обозначенным уловам во второй половине октября в северо-восточном секторе полигона съемки наметилось восточное «ядро» повышенной плотности анадромной горбуши, которое располагалось в пределах параллелей от 51° до 55° с.ш. (рис. 9, б).

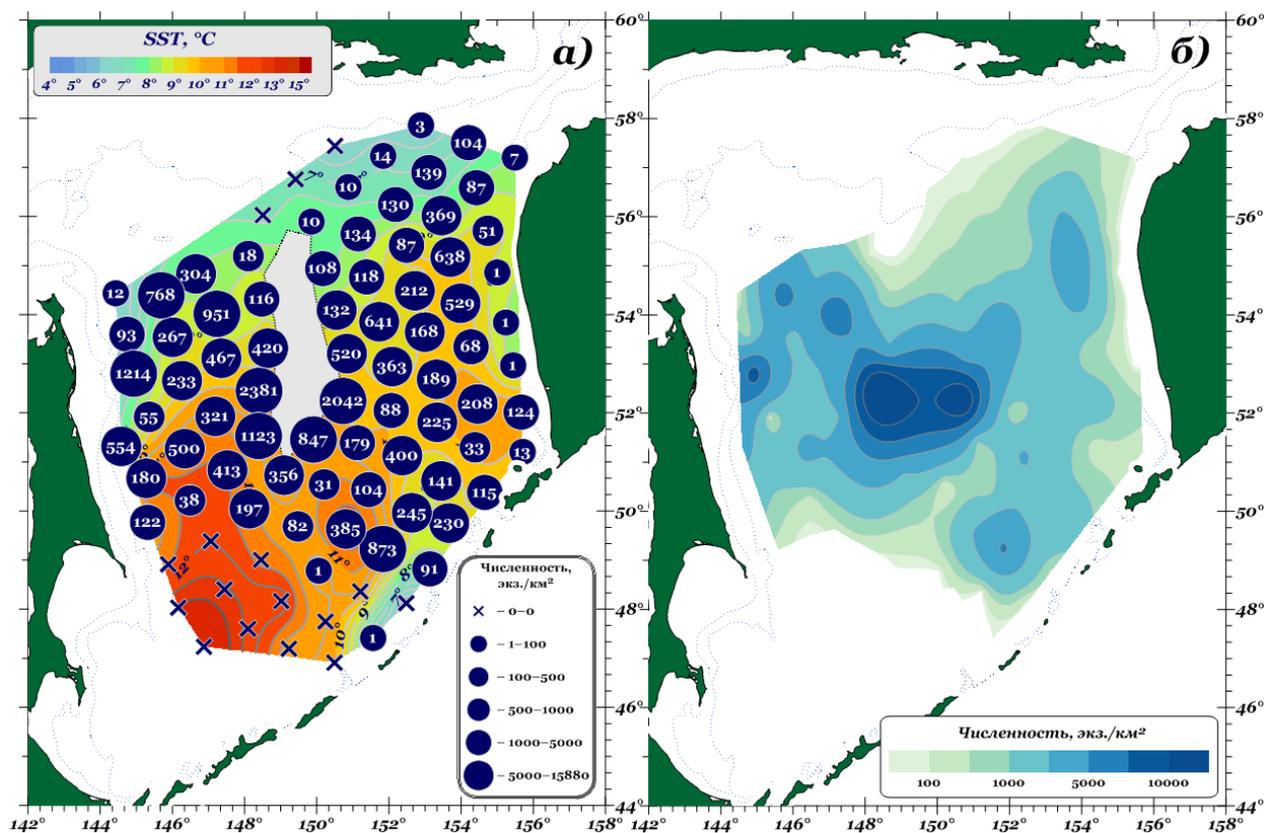


Рис. 9. Пространственное распределение уловов (а, цифры — улов, экз./час траления) и численности (б), отнесенной на единицу обловленной площади сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали Охотского моря 07–24.10.2023 г. Приведено распределение температуры воды на поверхности

Fig. 9. Spatial distribution of catches (а, ind. per hour of trawling) and abundance (б, ind. per km²) for pink salmon juveniles in the epipelagic layer of Okhotsk Sea on October 7–24, 2023. Contour lines indicate SST

В начале второй половины октября (16–20 октября) НИС «ТИНРО» выполнял траления западнее центрального многоугольника нейтральных вод Охотского моря. Здесь сеголетки горбуши на

большинстве траловых станций облавливались в количествах сопоставимых с уловами, полученными в восточном секторе моря, однако крупные уловы горбуши здесь стали уже не единичными: два траления показали результат 768 и 951 экз., два — 1123 и 1214 экз., и одна поимка сеголеток горбуши, составившая 2381 экз./час траления, была отмечена на станции, выполненной западнее на 60 морских миль аналогичного улова, полученного в восточной части моря (рис. 9, а). Исследования в западном секторе моря были завершены 24 октября разрезом вдоль побережья о. Сахалин. Здесь сеголетки горбуши отмечалась в уловах от 55 до 554 экз./час траления.

Прибрежные районы шельфа северо-восточного побережья о. Сахалин, а также северо-западные районы съемки (банка Кашеварова, Ионо-Кашеваровский район) с глубинами 100 м и менее на момент съемки отличались резким градиентом пониженных температур (5 °С), что ставит под сомнение присутствие молоди лососей в значительных количествах в этих районах. Так, на одной самой северной станции восточносахалинского разреза, непосредственно у северной оконечности о. Сахалин, НИС «ТИНРО» было поймано только 12 особей горбуши.

Таким образом, можно констатировать, что по величине уловов в западной части моря обозначилось еще одна область повышенной плотности сеголеток горбуши, центр которой был расположен восточнее, северо-восточнее северо-восточного побережья о. Сахалин (рис. 9). В итоге основные скопления горбуши на полигоне съемки представляли собой обширную область в центральном и западном секторах съемки.

В пределах этих секторов выделялись несколько центров более высоких плотностей уловов, которые достаточно хорошо прослеживались на схеме пространственного распределения уловов сеголеток горбуши, соотнесенных на единицу площади (рис. 9, б).

Как уже отмечалось, распределение горбуши в 2023 г. очередной раз соответствовало «северному» типу. В октябре верхний квазиоднородный слой (ВКС) оставался еще достаточно хорошо прогретым (от 6 °С на севере и до 14 °С — на юге), что позволяло сеголеткам горбуши после выхода за присваловые участки шельфа мигрировать в северном направлении в открытые районы моря.

Несмотря на имеющиеся различия в размерном составе горбуши, мигрировавшей от побережья разных регионов (горбуша «сахалинского», «североохотоморского», «камчатского» и других регионов происхождения), основу ее уловов формировала практически однородная по составу молодь с преобладающими средними размерами 22–26 см и массой 100–180 г, однако в пространственном распределении отдельных агрегаций горбуши были заметны определенные зависимости (рис. 10).

Так, более крупная молодь горбуши облавливалась в восточной и южной частях полигона съемки: здесь ее длина в среднем составляла 25–26 см, а масса — 164–187 г. Несколько меньшими были размерно-весовые показатели у горбуши, пойманной восточнее: длина от 23,0 до 24,7 см и средняя масса — 128–156 г. В северных районах съемки концентрировались сеголетки горбуши со средней минимальной длиной от 21,0 до 24,6 см и массой тела от 97 до 114 г (рис. 10).

Таким образом, в пространственном распределении средней длины и массы сеголеток горбуши осенью 2023 г. наблюдалось неоднократно отмечаемое ранее при аналогичных съемках увеличение размеров связанного с ростом сеголеток по мере их продвижения в более удаленные от нерестовых рек регионы. Объяснить факт различий в размерах молоди горбуши в восточных и западных районах, вероятно, можно и с позиции ее регионального происхождения — североохотоморского, западнокамчатского или сахалинского.

По итогам осеней съемки 2023 г. суммарная численность сеголеток горбуши была оценена в 1,392 млрд экз. Суммарная биомасса вида в верхней эпипелагиали южной части Охотского моря составила 203,6 тыс. т. Учетный уровень численности сеголеток горбуши оказался значительно выше средних для нечетных лет наблюдений значений. Таким образом, по предварительным результатам осенней съемки 2023 г. можно констатировать факт высокой численности охотоморской горбуши четного поколения, уходящей на нагул в океан. Окончательную ясность в вопрос об урожайности поколения горбуши охото-

морского бассейна 2023 г. внесут результаты летней учетной съемки ее производителей в 2024 г. в СЗТО, которые и определяют перспективы на предстоящую лососевую путину 2024 г.

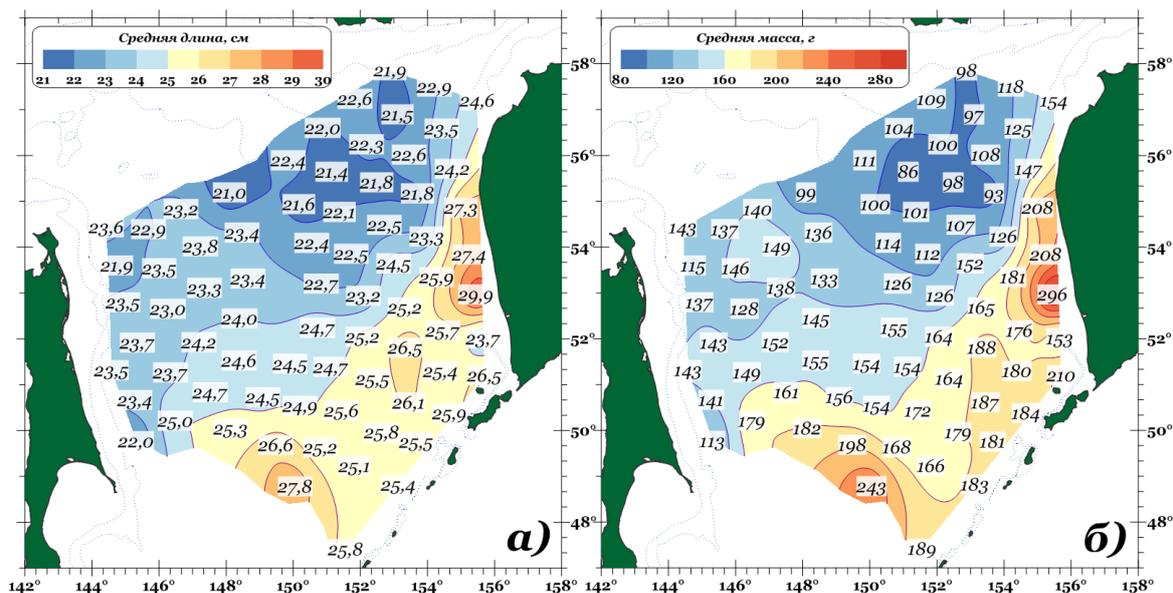


Рис. 10. Пространственное распределение средней длины (а) и массы (б) сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали Охотского моря 07–24.10.2023 г. Цифры — средняя длина (а) и средняя масса (б)

Fig. 10. Spatial distribution for average fork length (а) and average weight (б) of pink salmon juveniles in the eupelagic layer of Okhotsk Sea on October 7–24, 2023

Распределение и биологическая характеристика сеголеток кеты в верхней эпипелагиали Охотского моря в октябре 2023 г. Осенью 2023 г. аналогично горбуше сеголетки кеты встречались повсеместно (встречаемость — 74,4 %) на обследованной акватории Охотского моря, за исключением самых северных и южных станций полигона съемки.

В восточной части акватории работ в чуть более 40 % случаев встречались уловы сеголеток кеты, превышающие 100 экз./час траления (113–1646 экз./час). Уловы в несколько десятков (19–26 экз./час) были отмечены только на краевых северо-восточных станциях (рис. 11, а). Максимальные уловы сеголеток кеты составили 1646 и 812 экз./час траления.

В юго-западных камчатских районах относительно крупные уловы сеголеток кеты на двух станциях составили 730 и 812 экз./час. Остальные поимки молоди кеты ограничивались 3–65 экз. за стандартное часовое траление.

В западном секторе съемки кета, за исключение двух крупных уловов западнее границы многоугольника нейтральных вод (774–812 экз./час), облавливалась преимущественно в количествах от нескольких десятков до сотен (17–156 экз.) (см. рис. 9, а).

Как следует из количественного распределения сеголеток кеты, более северные районы восточной части моря молодь не спешила покидать и образовывала здесь на момент съемки относительно плотные скопления. При этом, судя по величине уловов в центральной «сахалинской» части моря, область повышенных уловов сеголеток кеты в глубоководной котловине была преимущественно сформирована рыбами сахалинского и амурского происхождения (отчасти и хоккайдского), в то время как в северо-восточном секторе съемки высокие концентрации молоди кеты, вероятно, были обусловлены ее миграциями от побережий западной Камчатки и северной части Охотского моря.

В связи со значительным перемешиванием в осенний период представителей различных стад кеты, за счет различий в сроках отхода из прибрежных районов ее сезонных форм, размеры и масса сеголеток в мелководных районах и открытых водах существенно различаются. В восточной и южной частях глубоководных районов сеголетки кеты были крупнее, чем в центральной его части, где было сконцентрировано основное «ядро» молоди кеты: соответственно 24,0–25,5 см

против 23,0–24,0 см (рис. 11, б) и 150–180 г против 130–150 г. Такое распределение средних размерно-весовых показателей, как и для горбуши, вероятно, можно объяснить преобладанием в определенных районах съемки рыб различного регионального происхождения.

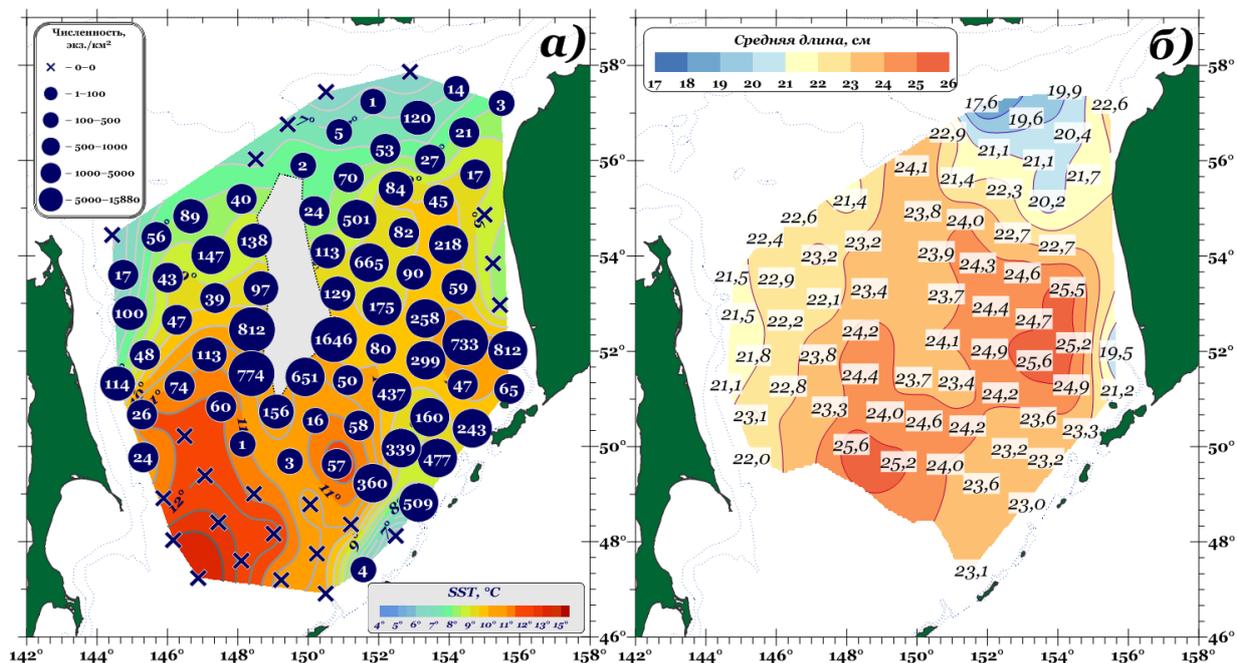


Рис. 11. Пространственное распределение уловов (а, цифры — улов, экз./час траления) и средней длины (б, цифры — средняя длина, см) сеголеток кеты в верхней эпипелагиали Охотского моря 07–24.10.2023 г. На рис. а приведено распределение температуры воды на поверхности

Fig. 11. Spatial distribution of catches (а, ind. per hour of trawling) and average fork length (б, cm) for chum salmon juveniles in the epipelagic layer of Okhotsk Sea on October 7–24, 2023. Contour lines — SST isotherms

Размерный ряд сеголеток кеты в октябре 2023 г. формировали рыбы длиной тела от 14 до 30 см. Средняя длина сеголеток в различных районах варьировала от 21,1 до 23,6 см (средняя масса от 107 до 161 г), при среднем показателе во всех районах 22,9 см и массе — 134 г. Модальную группу слагали особи длиной тела от 22 до 26 см, формировавшие основу учтенной численности и биомассы — 79–82 %. Особей крупнее 30 см за съемку было поймано 12 экз.

По результатам съемки, численность и биомасса молоди кеты осенью 2023 г. была оценена в 0,791 млрд экз. и 111,06 тыс. т.

Эта оценка уступает только результату аналогичной съемки, проведенной в 2021 г. (1247 млн экз. и 174,3 тыс. т), и находится на уровне данных, полученных в 2014–2022 гг., когда было учтено от 327 до 1247 млн экз. по численности и 51,5–174,3 тыс. т. по биомассе.

Заключение

Благодаря выполненным траловым съемкам были определены численность и биомасса всех представителей нектона и макропланктона. Численность сеголеток горбуши в Беринговом море была оценена на уровне 330 млн экз., что является рекордной величиной для нечетных лет наблюдений. В Охотском море оценка численности сеголеток горбуши составила 1,4 млрд экз., что стало четвертым результатом за все время аналогичных осенних наблюдений.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность экипажам НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» за добросовестный труд и качественный сбор первичных материалов.

The authors are grateful to the crew and scientific team of RV TINRO and RV Professor Kaganovsky for their diligent work and high-quality collection of primary research materials.

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.

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

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Оба автора принимали участие в обсуждении результатов, написании и редактировании текста рукописи.

The results of surveys were discussed and the text was written and illustrated by both authors jointly.

Список литературы

Атлас количественного распределения нектона в северо-западной части Тихого океана / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2005. — 1082 с.

Волвенко И.В. Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловых съемок // Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 473–500.

Нектон северо-западной части Тихого океана. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. — 544 с.

Старовойтов А.Н., Шейбак Ю.А., Дудков С.П. и др. Новые данные о составе нектона и макропланктона и результаты тралового учета посткатадромной молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в Беринговом и Охотском морях осенью 2019 г. // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2019. — С. 146–154.

Старовойтов А.Н., Пономарев С.С., Чульчечков Д.Н. Результаты тралового учета посткатадромной молоди тихоокеанских лососей в Беринговом и Охотском морях осенью 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 51–65.

Темных О.С. Азиатская горбуша в морской период жизни: биология, пространственная дифференциация, место и роль в пелагических сообществах : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2004. — 47 с.

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2001. — Т. 1. — 580 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — Т. 1. — 481 с.

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

Поступила в редакцию 19.01.2024 г.

После доработки 26.02.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 19.01.2024; approved after reviewing 26.02.2024; accepted for publication 29.03.2024

Научная статья

УДК 597.552.511–154.343(265.5)

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-157-170

EDN: FXRHBC

**РЕЗУЛЬТАТЫ ТРАЛОВОГО УЧЕТА НЕКТОНА И МАКРОПЛАНКТОНА
В ПЕРИОД ПРЕДАНАДРОМНЫХ МИГРАЦИЙ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ
В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ТИХОГО ОКЕАНА В 2023 Г.**

А.Н. Старовойтов*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. Рассмотрены результаты траловой съемки верхнего слоя эпипелагиали тихоокеанских вод восточнее Курильской гряды в пределах российской ИЭЗ и за пределами ИЭЗ РФ СЗТО, выполненной на НИС «ТИНРО». По данным съемки определены численность и биомасса всех представителей нектона и макропланктона. Выявлены особенности пространственного распределения массовых представителей эпипелагического нектона и медуз, получены их количественные оценки, определен уровень численности преданадромных лососей в летний период, неполовозрелых лососей в период их сезонного нагула, описаны основные скопления преданадромной горбуши в СЗТО. В результате траловой съемки получены данные о размерно-массовом составе скоплений, собраны материалы для анализа пространственной дифференциации различных региональных групп горбуши на обследованной акватории.

Ключевые слова: СЗТО, Курильские острова, горбуша, кета, нерка, чавыча, тихоокеанские лососи, миграции, численность, биомасса, распределение, температура, динамика вод

Для цитирования: Старовойтов А.Н. Результаты тралового учета нектона и макропланктона в период преданадромных миграций тихоокеанских лососей в северо-западной части Тихого океана в 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 157–170. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-157-170. EDN: FXRHBC.

Original article

**Results of the trawl survey of nekton and macroplankton during preanadromous migrations
of pacific salmon in the North-West Pacific in 2023**

Aleksander N. Starovoytov

Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia,
Ph.D., chief specialist, aleksandr.starovoytov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X

Abstract. Results of the trawl survey in the Pacific waters at Kuril Islands within and outside EEZ of Russia conducted by RV TINRO in June-July 2023 are analyzed. Data on spatial distribution, abundance and biomass of fish, cephalopod and jellyfish species in the epipelagic layer are presented. Contemporary status of the epipelagic nekton community in the surveyed area is analyzed. Quantitative distribution and biological state of pink salmon and other species of salmon in the summer season are considered in details.

Keywords: North-West Pacific, Kuril Islands, pink salmon, chum salmon, sockeye salmon, coho salmon, pacific salmon, salmon migration, fish abundance, fish biomass, fish distribution, water temperature, water dynamics

For citation: Starovoytov A.N. Results of the trawl survey of nekton and macroplankton during preanadromous migrations of pacific salmon in the North-West Pacific in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 157–170. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-157-170. EDN: FXRHBC.

* Старовойтов Александр Николаевич, кандидат биологических наук, главный специалист, aleksandr.starovoytov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X.

Введение

Современное состояние изученности сообществ пелагиали дальневосточных морей благодаря комплексным исследованиям ТИНРО находится на достаточно высоком уровне. Прежде всего это обусловлено усилением традиционных подходов изучения биоресурсов экосистемными исследованиями, что позволило выявить общие закономерности функционирования экосистем пелагиали, впервые оценить экологическую емкость дальневосточных морей, определить потенциальную рыбопродуктивность и в конечном итоге предсказать тенденции крупномасштабных перестроек состава и структуры сообществ.

Тихоокеанские лососи — важнейшая промысловая группа рыб на Дальнем Востоке России. По объему вылова они в последние годы занимают второе место после минтая. Основу российского вылова тихоокеанских лососей составляют три вида — горбуша, кета и нерка. В 2000-е гг. в сумме эти виды давали до 98 % вылова тихоокеанских лососей. Высокие современные уловы лососей являются отражением роста их численности в начале XXI века.

В 2000-е гг. отраслевая наука организовала и провела ряд масштабных траловых учетных съемок тихоокеанских лососей в северо-западной части Тихого океана (далее — СЗТО), включая конвенционную зону за пределами исключительной экономической зоны Российской Федерации (далее — ИЭЗ РФ), в результате которых были получены данные по биологии и экологии тихоокеанских лососей на различных этапах морского периода их жизни. Эти исследования показали, что учетные траловые съемки являются эффективным способом оценки численности лососей, совершающих преднерестовые миграции. Они позволяют в сжатые сроки оперативно уточнить время и интенсивность подходов производителей к основным нерестовым районам. На основании этих данных ученые своевременно готовят научные рекомендации для рыбохозяйственных организаций о масштабах подходов тихоокеанских лососей к российским берегам. Успех многих лососевых путин последних лет в определенной степени был обеспечен оперативными оценками численности преданадромных лососей (в первую очередь горбуши) по данным траловых съемок ТИНРО по их учету в тихоокеанских водах СЗТО.

В 2022 г. осенняя траловая съемка по учету молоди горбуши, уходящей на нагул в океан, выполненная в Охотском море НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский», создала очередную интригу после впечатляющей оценки численности посткатадромной молоди горбуши — 2,05 млрд экз., второй после рекордной оценки 2018 г. в 2,70 млрд экз. В западной части Берингова моря также было учтено урожайное поколение карагинской горбуши четной линии лет — около 1 млрд экз.

По результатам летней учетной съемки в северо-западной части Тихого океана, выполненной НИС «ТИНРО», как в пределах, так и за пределами российской экономической зоны уровень учтенной численности преданадромной горбуши вполне ожидаемо оказался высоким — 679 млн экз. при биомассе 550 тыс. т. Данный уровень подходов производителей горбуши четного поколения на охотоморском направлении стал вторым за всю историю подобных учетных работ с 2004 г. после оценок 2021 г. — 901 млн экз. (726 тыс. т).

Помимо приоритетных объектов исследований, экспедиция на НИС «ТИНРО» продолжила также сбор данных по другим видам гидробионтов, временно или постоянно населяющих слой верхней эпипелагиали обследованных районов. Пополнены массивы информации о физическом и биологическом окружении лососей в период их преднерестовых миграций, состоянии их кормовой базы.

Цель работы — определение и учет численности, биомассы, особенностей пространственного распределения основных объектов исследований в летний период.

Материалы и методы

Комплексная траловая съемка эпипелагиали тихоокеанских вод Курильских островов в пределах ИЭЗ РФ и вод северо-западной части Тихого океана за пределами экономической зоны РФ была выполнена НИС «ТИНРО» 02.06–07.07.2023 г.

Методика выполнения траловых эпипелагических съемок на НИС проекта Атлантик–833, а также методики статистической обработки данных, полученных в ходе аналогичных учетных работ, неоднократно подробно описаны в ряде крупных публикаций и монографий [Волвенко, 1998; Шунтов, 2001; Темных, 2004; Атлас, 2005; Нектон..., 2005; Шунтов, Темных, 2008, 2011].

Из многих задач экспедиции приоритетной являлась задача обнаружения, оконтуривания скоплений тихоокеанских лососей (в первую очередь горбуши охотоморских стад) и их количественный учет, т.е. определение итоговой численности и биомассы. В течение 17 календарных дней была обследована эпипелагиаль тихоокеанских вод Курильских островов в пределах ИЭЗ РФ. Далее с 19 июня по 7 июля съемка была продолжена в водах северо-западной части Тихого океана за пределами ИЭЗ РФ. В итоге в пределах 200-мильной зоны было выполнено 43 эпипелагических траления. В тихоокеанских водах за пределами ИЭЗ РФ НИС «ТИНРО» произвел 52 постановки и выборки трала и аналогичное количество гидрологических и планктонных станций (рис. 1). Суммарная площадь обследованной акватории съемки составила 1,157 млн км², из которых примерно 420 тыс. км² пришлось на районы за границей 200-мильной экономической зоны РФ.

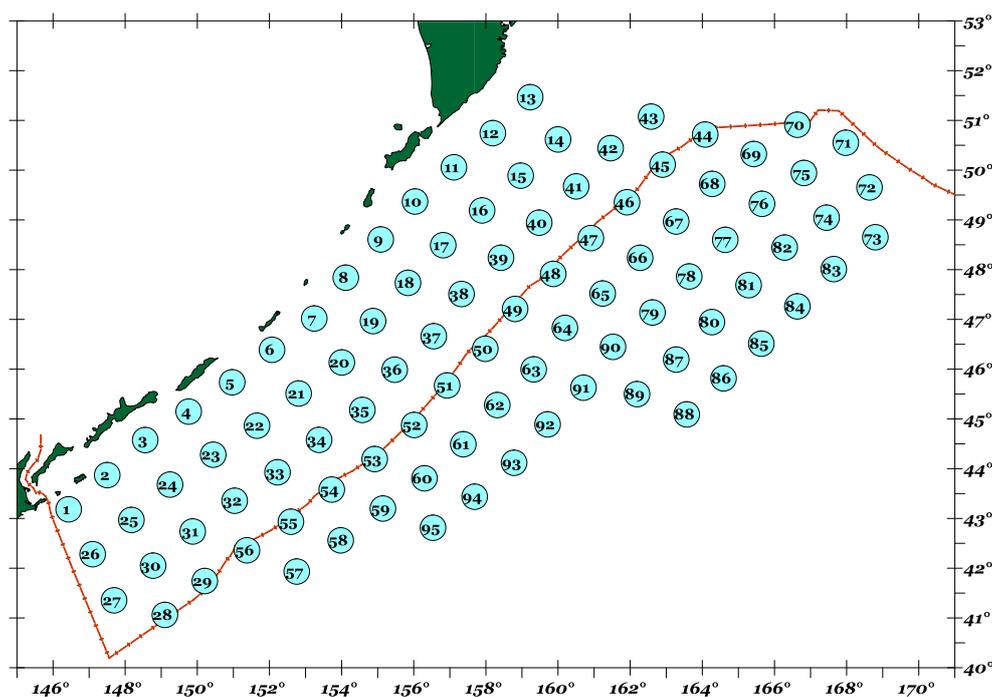


Рис. 1. Схема траловых станций НИС «ТИНРО» 02.06–07.07.2023 г.

Fig. 1. Scheme of RV TINRO trawl survey of the upper epipelagic layer in the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023

Результаты и их обсуждение

Традиционно в летний период 2023 г. в биотопе верхней эпипелагиали прикурильских вод Тихого океана одну из первых позиций по частоте встречаемости занимали мигрирующие к нерестилищам созревающие и нагуливающиеся лососи. Помимо этой группы рыб, характерными представителями nektonного сообщества данного региона оказались мезопелагические виды рыб и кальмаров, совершающих массовые вертикальные миграции в поверхностный слой в ночное время, а в южных районах съемки — группа южнобореальных и субтропических видов.

Видовой состав уловов эпипелагических тралений, выполненных в тихоокеанских водах Курильских островов и в водах СЗТО за пределами 200-мильной зоны, слагали 35 видов рыб из 25 семейств, 7 видов головоногих моллюсков из 3 семейств, 6 видов сцифоидных и гидроидных медуз. Как и ранее, во время аналогичных учетных съемок по количеству видов выделялись два семейства лососевых (*Salmonidae*) и миктофовых (*Mycetophidae*), первое из которых было представлено 5 видами, а второе — 3 видами. У головоногих лидирующее положение по количеству видов принадлежало гонатидам (*Gonatidae*) — 4 вида.

У рыб наиболее часто отмечаемым в уловах видом оказались половозрелая горбуша *Oncorhynchus gorbusha* и неполовозрелая нагульная кета *O. keta*, которые были зарегистрированы соответственно в 86 и 69 % траловых уловов, (82 и 66 из 95 учетных тралений съемки). Реже встречалась преданадромная кета — 60 % (57 результативных траления), неполовозрелая молодь нерки *O. nerka* — 25 % (24 траления) и кижуч *O. kisutch* — 18 % (17 тралений). Равные доли встречаемости во время съемки были у минтая *Gadus chalcogrammus* и дальневосточная сардина *Sardinops melanostictus* — по 19 % (18 случаев поимки).

За исключением горбуши, чаще всех прочих гидробионтов в составе уловов эпипелагических тралений в тихоокеанских водах встречались кишечнополостные: так, камчатская хризаора *Chrysaora melonaster* была отмечена в уловах 86 из 95 тралений (91 %), а камчатская фацелофора *Phacellophora camtschatica* — поймана на 74 траловых станциях (78 %). Группа гидроидных медуз рода *Aequorea* по частоте встречаемости с долей 61 % заняла третье место.

Из рыб, которых можно отнести к умереннобореальному и субтропическому фаунистическому комплексу, в траловых уловах НИС «ТИНРО», помимо сардины, в 8 случаях (8,4 %) отмечена японская скумбрия *Scomber japonicus*, на 6 станциях — японский анчоус *Engraulis japonicus*, и 4 траления показали присутствие морского леща *Brama japonica* и голубой акулы *Prionace glauca*. Из кальмаров, которых можно отнести к указанной группе, чаще отмечались в уловах крючьеносный *Onychoteuthis borealijaponica* и тихоокеанский *Todarodes pacificus*, встречаемость которых в траловых уловах, выполненных преимущественно в южных районах съемки, составила соответственно 10,5 и 8,4 %.

На всей акватории съемки у головоногих моллюсков чаще прочих в уловах отмечался камчатский кальмар *Gonatus kamtschaticus* — 17 % (16 тралений из 95).

Из прочих представителей нектона и медуз можно отметить заплору *Zaprora silenus*, минтая *Gadus chalcogrammus* и рыбу-лягушку *Aptocyclus ventricosus*, которые были отмечены в траловых уловах, выполненных в слое верхней эпипелагиали СЗТО с частотой соответственно 22, 19 и 13 %.

По итогам траловой съемки в июне-июле 2023 г. в верхней эпипелагиали обследованной акватории СЗТО учтено 10,06 млн т нектона и кишечнополостных. Численность представителей всех групп гидробионтов, отмеченных в уловах, составила 293,7 млрд экз.

Для сравнения: во время съемки, выполненной годом ранее (2022 г.), на аналогичной по площади акватории съемкой было учтено 2,84 млн т нектона и кишечнополостных, при суммарной их численности 35,15 млрд экз. В 2021 г. численность всех гидробионтов на более обширном по площади полигоне (1,7 млн км²) составила 187,3 млрд экз. (биомасса — 6,57 млн т). Оценки, полученные в 2019 г., составили 22,1 млрд экз. и 2,27 млн т всех гидробионтов на площади 1,09 млн км². В мае-июле 2018 г. учтенные численность и биомасса нектона и медуз в верхней эпипелагиали обследованных районов Тихого океана составили 329,7 млрд экз. и 10,03 млн т. В 2017 г. было учтено соответственно 248,2 млрд экз. и 10,18 млн т гидробионтов, а в июне-июле 2016 г. (площадь съемки — 1097 тыс. км²) — 3,1 млн т и 64,2 млрд экз.

Более 2/3 учтенной биомассы гидробионтов (8,34 млн т, или 83 %) пришлось на ихтионектон. Доли головоногих моллюсков и медуз составили соответственно 2,4 (240,9 тыс. т) и 17,1 % (1,72 млн т) от суммарной биомассы гидробионтов.

Суммарные доли по численности выглядели несколько иначе, однако и здесь превалировала рыбная составляющая — 283,6 млрд экз. (96,5 %). Медузы и кальмары с оценками численности в 5,90 (2,0 %) и 4,24 млрд экз. (1,4 %) заняли соответственно второе и третье место.

Как и в предыдущие пять лет наблюдений, уже традиционно основу численности ихтионектона в раннелетний период в СЗТО формировали интерзональные мезопелагические виды и мигранты из субтропических вод (рис. 2, а).

Среди мезопелагических рыб по численности выделялись представители двух семейств — светящиеся анчоусы (Mystophidae) и малоротковые (Microstomatidae), численность которых в сумме составила 253,3 млрд экз. (86,2 % от численности всех гидробионтов), при биомассе 5,25 млн т (52,2 % от итоговой биомассы гидробионтов). Из девяти представителей миктофид в южных глубоководных районах съемки по этим показателям абсолютно доминировал японский нотоскопел *Notoscopelus japonicus*, численность которого только в одном биостатистическом районе 10 была оценена в 86,6 млрд экз., а биомасса — в 2,2 млн т. Итоговая же численность нотоскопела по результатам съемки составила 232,5 млрд экз. (79,2 % от суммы всех учтенных гидробионтов) при биомассе — 4,99 млн т (рис. 2, б). Второй представитель этого семейства — симболофор *Symbolophorus californiense* — также показал высокую численность в южной части акватории съемки, где было учтено 19,2 млрд экз. этого вида (рис. 2, а).

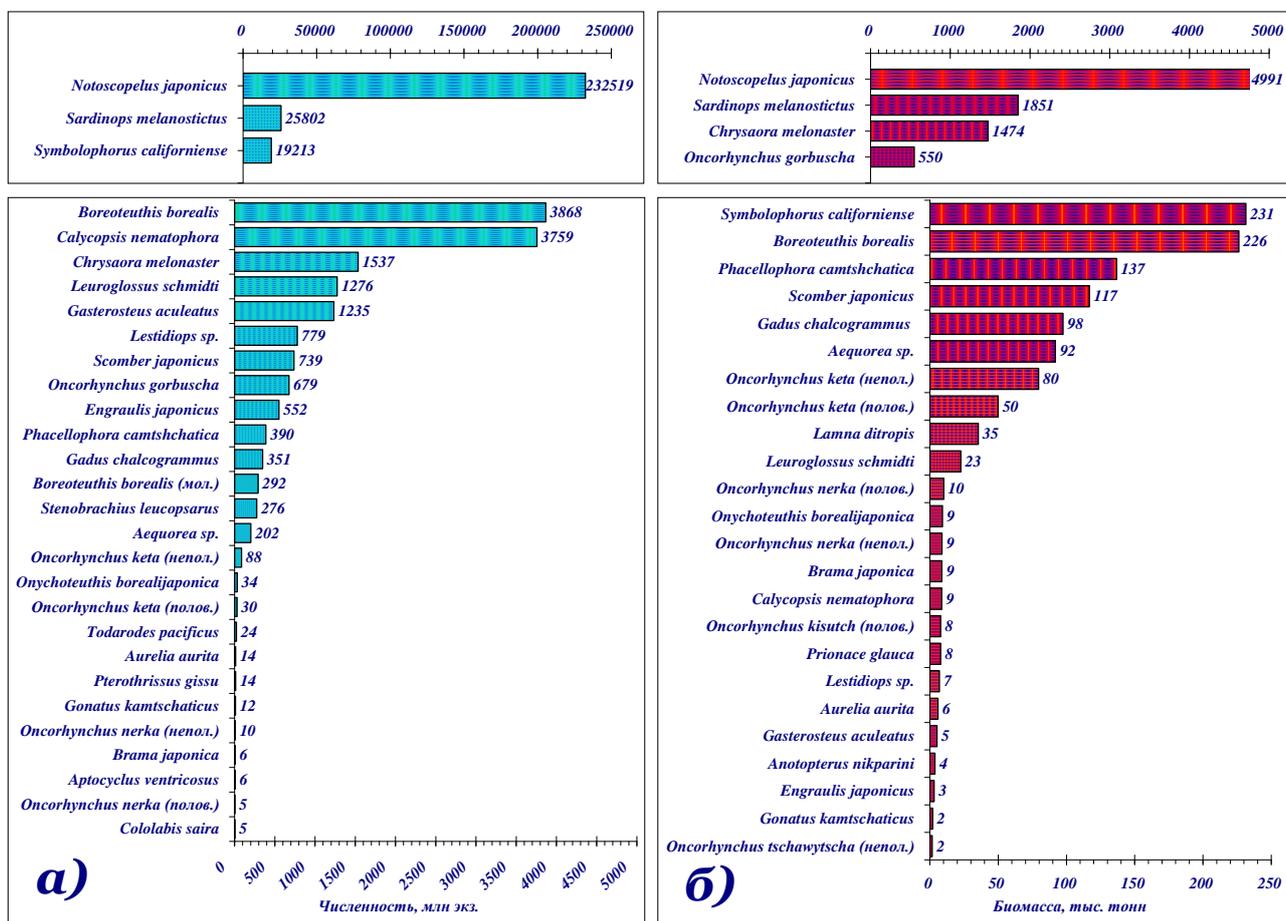


Рис. 2. Распределение массовых видов nekтона по учтенной численности (а) и биомассе (б) 02.06–07.07.2023 г. Ряды разделены на две панели с масштабом шкалы в отношении 1 : 50 (а) и 1 : 20 (б)

Fig. 2. Abundance (а) and biomass (б) of the most numerous species of fish and squids in the upper epipelagic layer of the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023. Scale ratio between the top and bottom panels is 1 : 50 (а) and 1 : 20 (б)

Существенно ниже на фоне численности этих видов оказалась численность еще одного массового вида миктофид — светлоперого стенобраха *Stenobranchius leucopsarus*, которого было учтено 276,5 млн экз. и 1,35 тыс. т.

Из второго семейства (малоротковые) на фоне миктофид заметной оказалась только численность серебрянки *Leuroglossus schmidti* — 1,276 млрд экз. или 0,4 % от численности нектона и медуз. Биомасса этого вида была оценена в 22,6 тыс. т (рис. 2, б). Как и ранее (2015–2022 гг.), летом 2023 г. в южных и юго-восточных районах съемки были обнаружены плотные скопления сардины иваси. Съемкой было учтено 25,8 млрд экз. дальневосточной сардины, а ее биомасса составила 1,85 млн т. Впервые за последние годы высокочисленных подходов второго массового вида субтропических мигрантов — скумбрии — было учтено на два порядка меньше — 739,3 млн экз., при биомассе 116,8 тыс. т (рис. 2).

Тихоокеанских лососей во всех районах съемки было учтено 819,3 млн экз., из которых 83 %, или 678,7 млн экз., пришлось на долю горбуши, а суммарная биомасса лососей составила 708,8 тыс. т (горбуша — 549,9 тыс. т).

Среди головоногих моллюсков традиционно высокие численность и биомассу во время съемки имел северный кальмар *Boreoteuthis borealis*, у которого молоди и взрослых особей было учтено в сумме 4,16 млрд экз. и 226,6 тыс. т.

Несмотря на повсеместную встречаемость и занимаемые по этому показателю первые позиции среди прочих гидробионтов, учтенных съемкой, сцифоидные и гидроидные медузы не выделялись высокой численностью: из 5,90 млрд экз. кишечнорастворимых более половины пришлось на мелкокоразмерных гидроидных медуз *Calycopsis nematophora* — 3,76 млрд экз. (рис. 2).

По биомассе у кишечнорастворимых в тихоокеанских районах выделялись два вида космополита: компасная хризаора — 1,47 млн т и камчатская фацелофора — 136,9 тыс. т. Биомасса группы медуз рода *Aequorea* была оценена в 92 тыс. т (рис. 2, б).

В итоге результаты учета нектона в раннелетний период 2023 г. в СЗТО можно резюмировать в формате соотношения основных групп и отдельных видов в суммарной оценке биомассы рыб и головоногих моллюсков следующим образом: первое место занимали мезопелагические виды — 5,26 млн т, или 63,1 % (долю которых, впрочем, можно заменить только одним видом — нотоскопелом — 4,99 млн т, или 95,0 %), второе место — только один вид субтропической и умеренной бореальной фауны (в отличие от предыдущих лет, когда здесь была многочисленна и японская скумбрия) — дальневосточная сардина с оценкой 1,85 млн т (22,2 % от биомассы всех видов рыб и кальмаров), третье — лососи (700,8 тыс. т, или 8,5 %) и последнее с оценкой 240,9 тыс. т, или 2,9 % — головоногие моллюски (рис. 3).

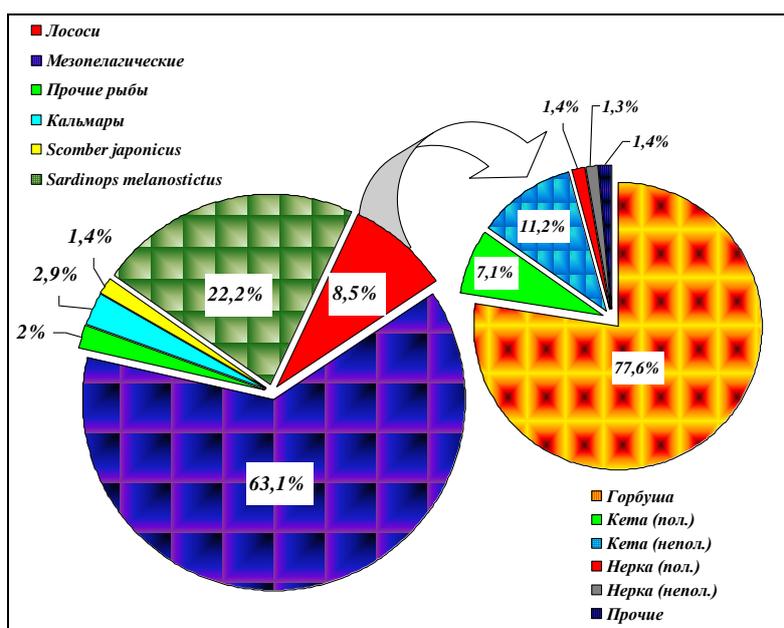


Рис. 3. Соотношение видов и групп нектона в суммарной биомассе рыб и кальмаров в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана 02.06–07.07.2023 г.

Fig. 3. Percentage of species and groups of species in the biomass of nekton in the upper epipelagic layer of the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023

Учетный уровень биомассы преданадромной горбуши (550 тыс. т) оказался значительно выше среднееголетних оценок ее обилия за период с 2009 по 2022 г. — средняя биомасса 456 тыс. т. Для линии поколений этого лосося, как четных, так и нечетных лет, данная величина следом за рекордными по подходам охотоморской горбуши 2009, 2018 и 2021 гг. (съемкой в СЗТО учтено соответственно 720,4, 913,4 и 725,7 тыс. т) оказалась третьей по величине для линии нечетных лет учетов. Так, аналогичные учетные работы, выполненные в СЗТО в ранний летний период 2011, 2013, 2015, 2017 и 2019 гг., показали следующие результаты: соответственно 492,3, 352,7, 261,8, 330,2, 269,5 тыс. т.

Анализ межгодовой динамики плотности видов и групп nekтона по данным аналогичных траловых съемок за период с 2009 по 2023 г. свидетельствует о том, что у горбуши на протяжении последних лет показатель плотности был относительно стабилен редко превышая границы 0,2–0,4 т/км² (максимальные значения, отмеченные в 2009, 2011 и 2018 гг., составили соответственно 0,69, 0,52 и 0,79 т/км²). По результатам съемки 2023 г. биомасса вида, соотнесенная к единице площади (0,32 т/км²), оказалась на уровне 2013, 2017 гг., была сопоставима с плотностью ее скоплений в 2021 г. (0,43 т/км²) и существенно выше значения, полученного также в нечетный 2019 г., — 0,25 т/км² (рис. 4).

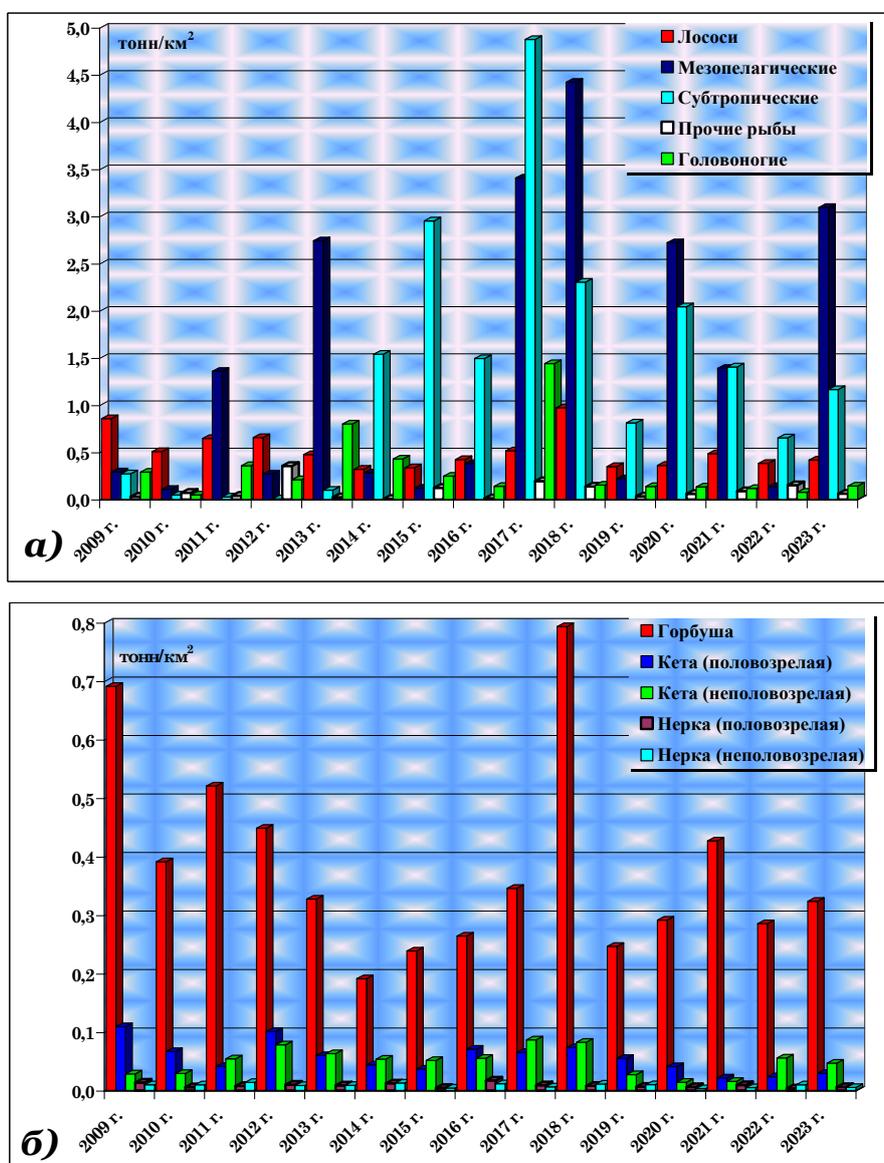


Рис. 4. Плотность (т/км²) распределения групп нектона (а) и тихоокеанских лососей (б) в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана по данным летних съемок 2009–2023 гг.

Fig. 4. Distribution density (t/km²) for nekton species and groups of species (а) and for groups of pacific salmon (б) in the summer seasons of 2009–2023

По результатам охотоморской осенней траловой съемки 2022 г. суммарная численность сеголеток горбуши была оценена в 2,56 млрд экз. Учетный уровень численности сеголеток горбуши оказался одним из самых высоких за весь период осенних комплексных исследований в Охотском море по учету откочевывающей посткатадромной молоди лососей. Исходя из этих оценок обилия сеголеток горбуши, вышедших в открытые морские и далее — океанические районы на нагул, следует вывод и о соответствующем высоком уровне возврата производителей горбуши в бассейн Охотского моря при условии благоприятной зимовки в океане в 2022–2023 гг. Ожидания, как показала летняя съемка 2023 г., выполненная НИС «ТИНРО» в СЗТО, оказались оправданными. По данным траловой съемки суммарная численность преданадромной горбуши на акватории 1,157 млн км² составила 678,7 млн экз. при биомассе 549,9 тыс. т.

Методика выполнения съемки в 2023 г. не отступила от стандартов предыдущих лет, вследствие этого группы следующих друг за другом тралений можно рассматривать как единовременные разрезы, временной интервал которых на самых северной и южной станциях составлял от трех до четырех суток. Первый разрез съемки стартовал восточнее о. Шикотан и далее был продолжен на северо-восток вдоль линии, обозначенной островами Курильской гряды. Последующие разрезы в меридиональном направлении были ориентированы от первого разреза и далее — от линии ИЭЗ РФ на восток.

Распределение уловов горбуши представлено на рис. 5. Как видно на рис. 5, горбуша не единично (10–12 экз./час траления) начала встречаться в уловах с первого траления. Далее подавляющее большинство ее уловов на станциях первого разреза съемки, восточнее линии Курильских островов, не были менее 10 экз./час траления, а на 5 из 13 станций превысили 100 экз. — от 108 до 152 экз. за стандартное часовое траление.

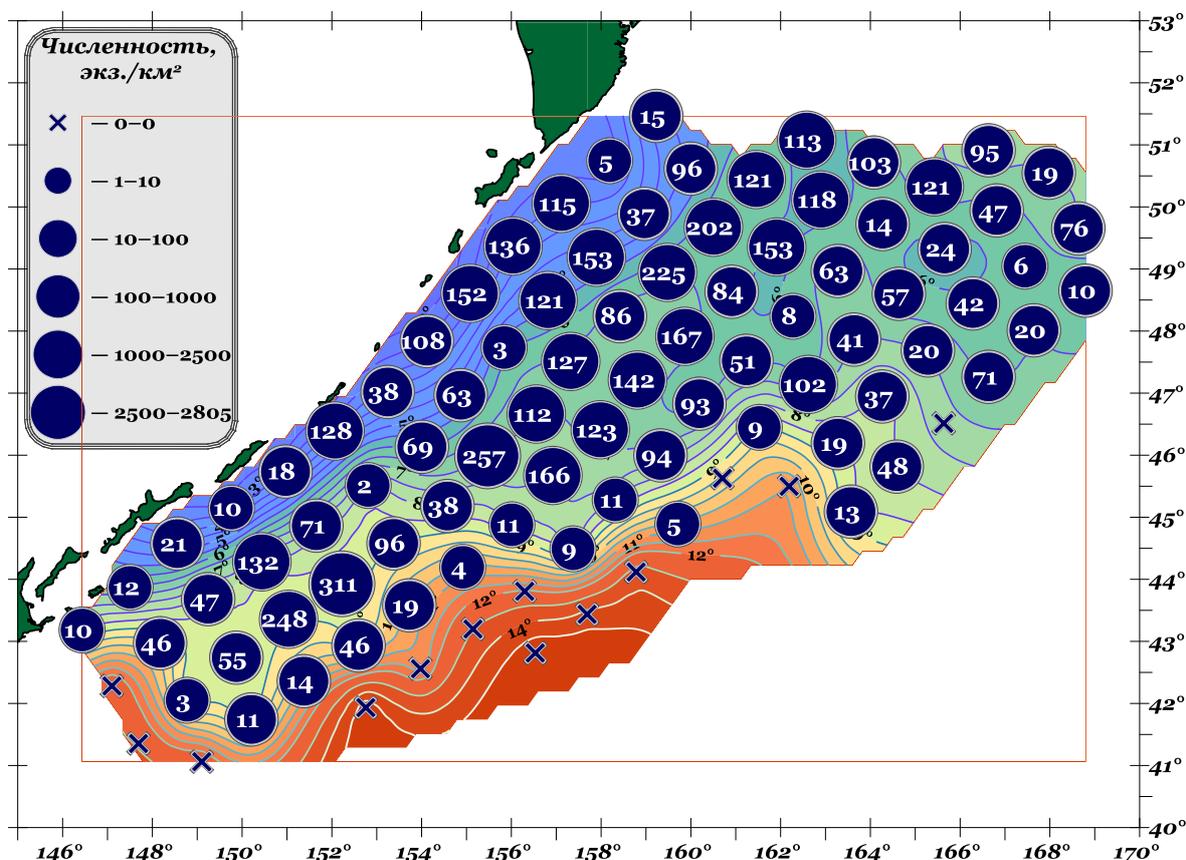


Рис. 5. Плотность распределения, рассчитанная по уловам горбуши (цифры), в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана 02.06–07.07.2023 г. Приведена температура воды на поверхности

Fig. 5. Distribution density of pink salmon (numbers, ind./km²) in the upper epipelagic layer of the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023, on the background of sea surface temperature

На траловых станциях второго и третьего разрезов, которые были выполнены в пределах ИЭЗ РФ последовательно в направлении от тихоокеанских вод восточной Камчатки на юго-запад и в обратном направлении — на северо-восток, горбуша повсеместно присутствовала в уловах в количествах преимущественно превышавших 50 экз./час (рис. 5). Только три траления показали результат 2–3 экз. Здесь же были отмечены и два максимальные за съемку улова преднерестовой горбуши, составившие 257 и 311 экз./час траления (рис. 5).

На четвертом и пятом разрезах, которые выполнялись аналогично предыдущим в направлении северо-восток — юго-запад — северо-восток, единичные особи преданадромной горбуши и ее полное отсутствие были отмечены только на южных краевых станциях этих разрезов. В дальнейшем все траления, выполненные на 6–8 разрезах съемки севернее 44 параллели, показывали повсеместное присутствие горбуши от единичных особей до 102–121 экз./час траления. Юго-западнее отмеченной границы горбуша в траловых уловах не была замечена. Таким образом, вплоть до самых северных и восточных станций краевых разрезов съемки, горбуша отмечалась в уловах, а южные станции всех разрезов, выполненных за пределами экономической зоны, показывали ее полное отсутствие (рис. 5). Граница, за которую начиная с южных станций 4–5-го разрезов горбуша не распространялась, проходила по акватории проникновения трансформированных водных масс с температурами воды на поверхности от 10 °С и выше.

Обобщая картину пространственного распределения преданадромной горбуши, можно констатировать, что в июне-июле 2023 г. область повышенной ее плотности была сформирована крупными уловами в пределах 2–4-го разрезов. По величине уловов на краевых северных станциях разрезов съемки и на последнем ее восточном разрезе можно констатировать, что если восточнее и северо-восточнее них горбуша и присутствовала, то в количествах, значительно уступающих уловам, полученным западнее. Относительно крупные уловы горбуши на краевых северных и восточных станциях последних разрезов, на наш взгляд, являются последним эшелонном хода преднерестовой горбуши преимущественно охотоморских стад. В пользу этого свидетельствуют биологические показатели горбуши, которая облавливалась здесь: высокая зрелость гонад, соотношение полов с большой (до 100 %) долей самок — характерные признаки арьергардной части хода.

Левый фланг мигрирующей горбуши во время летней съемки 2023 г. (как это наблюдалось и в предшествующие годы наблюдений) был ограничен водами субарктического фронта, занимавшими южный сектор полигона работ, а за пределами 200-мильной зоны распространявшимися на северо-восток вплоть до 44° с.ш.

По результатам всей съемки соотношение полов было с большим перевесом в сторону самок — 61 %, против 39 % — самцов (по суммарным данным ПБА и НБА), что свидетельствует о некотором недоучете авангардной «самцовой» части.

Тем не менее пространственное распределение доли самок и самцов горбуши на обследованной акватории было типичным для периода эшелонированного хода преданадромной горбуши в ранний летний период и соответствовало схемам предыдущих аналогичных лососевых съемок. Традиционно на первых разрезах съемки доминировали самцы, у границы 200-мильной зоны соотношение полов сместилось в сторону равенства, а на последних океанских разрезах на большей части акватории преобладали самки.

В распределении средней длины и массы тела преданадромной горбуши на акватории съемки прослеживалась определенная пространственная зависимость: в целом более крупная рыба облавливалась на северных, южных и восточных станциях съемки, а в центральной части разрезов 1–4 размеры горбуши были несколько меньше, а масса — легче. Таким образом, в зональном распределении средних размерно-массовых показателей горбуши прослеживался тренд увеличения длины и массы преданадромной горбуши от западных к восточным и от северных — к южным районам съемки (рис. 6).

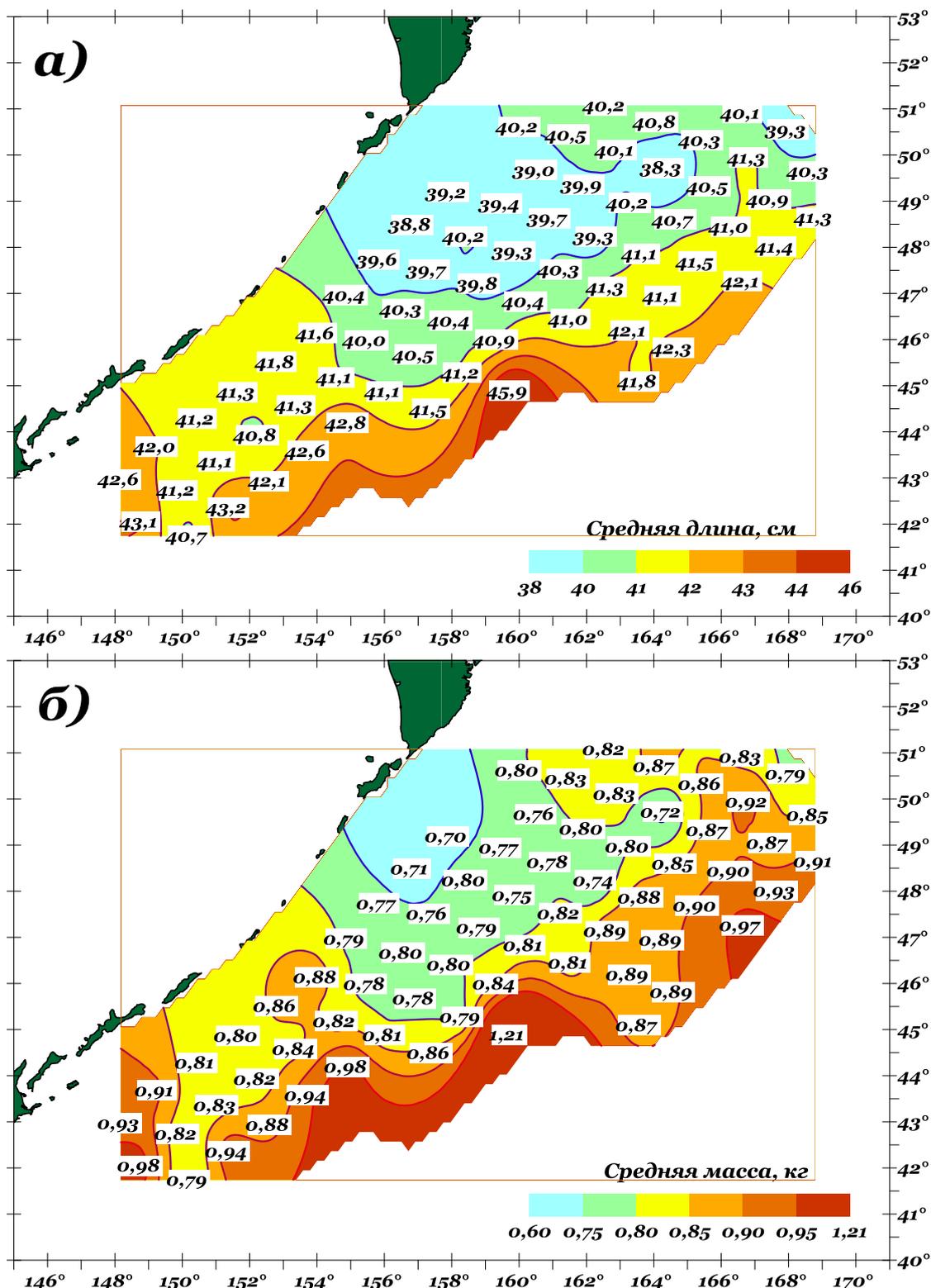


Рис. 6. Пространственное распределение средней длины (а) и массы (б) горбуши 02.06–07.07.2023 г.

Fig. 6. Spatial distribution of average fork length (а, cm) and average body weight (б, kg) for pink salmon in the trawl catches obtained in the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023

На станциях южной трети акватории съемки облавливалась горбуша, длина тела которой чаще в среднем составляла от 41,1 до 43,1 см (рис. 6, а), а масса тела — от 0,76 до 0,94 кг (рис. 6, б).

В центральных районах преобладала горбуша длиной 39,3–40,5 см и массой до 0,84 кг. На восточных же станциях преобладали производители, средняя длина которых редко была менее 41 см (41,4–42,3 см), а средняя масса — 0,83–0,91 кг (рис. 6).

Средняя масса горбуши по данным всех ее уловов не сильно отличалась от приведенной выше и составила 1,001 кг. Для сравнения: в 2016 г. средняя навеска горбуши составляла 0,933 кг, в 2017 г. — 0,979, в 2018 г. — 0,842, в 2019 г. — 0,946, в 2020 г. — 0,936, в 2021 г. — 0,810 (средняя длина — 40,8 см), а в 2022 г. — 1,001 кг.

Как видно из приведенных данных, столь низкая масса преданадромной горбуши за последние 7 лет была отмечена дважды — в годы ее рекордных подходов в охотоморский бассейн — в 2018 и 2021 гг.

Характерная особенность увеличения значений индекса зрелости (ГСИ) горбуши обоих полов от южных к северным станциям также проявилась и во время летней съемки 2023 г.

Так, у самцов в пределах южной части съемки средний ГСИ изменялся от 0,1 до 1,4 %, в центральных районах съемки — от 1,0 до 1,9 %, а на северных, северо-восточных станциях — от 1,7 до 4,0 %. У самок этот же показатель составил 2,9–3,9 %, 3,4–5,1 % и 4,2–6,7 % (максимальный средний ГСИ — 6,9 %) соответственно на южных, центральных и северных районах (рис. 7).

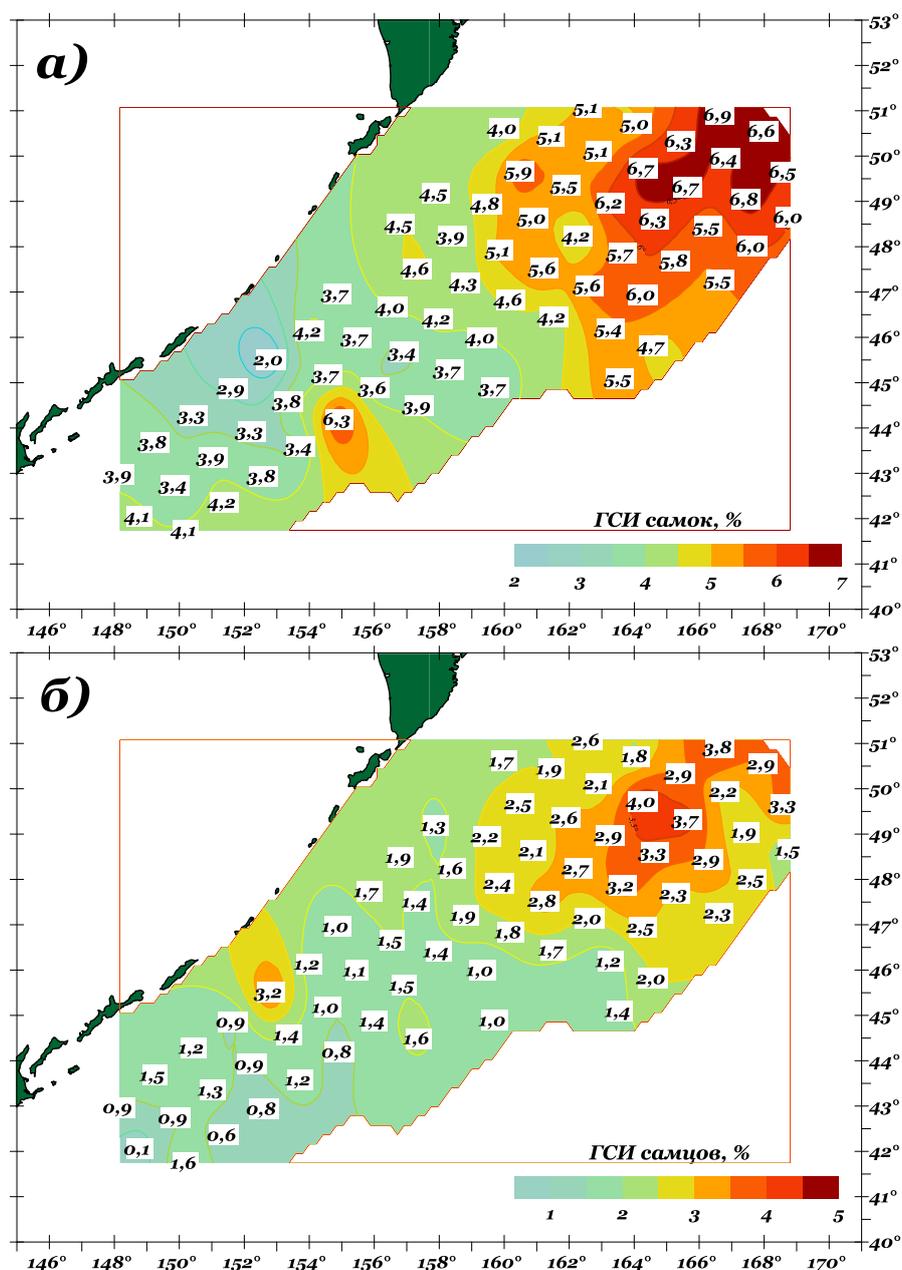


Рис. 7. Пространственное распределение средних значений гонадосоматического индекса (ГСИ) самок (а) и самцов (б) горбуши 02.06–07.07.2023 г., %

Fig. 7. Spatial distribution of average gonad-somatic index (%) for pink salmon females (a) and males (b) in the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023

В широтном и меридианальном направлении распределение зрелости производителей горбуши имело следующие особенности: в северной части съемки у рыб обоих полов существенно более зрелая рыба отмечалась на крайних восточных разрезах съемки, а западнее, на 2–4-м разрезах, индексы зрелости гонад и самок, и самцов были в среднем ниже (рис. 7).

Эта закономерность была хорошо заметна и на схемах распределения индекса зрелости горбуши обоих полов: так в северо-западной части преобладали средние показатели индекса зрелости самцов от 1,3 до 2,6 %, а самок — от 3,9 до 5,1 %. На восточной периферии разрезов, выполненных в открытых водах, индекс зрелости самцов варьировал от 2,7 до 3,3 %, а у самок преобладали особи со средним значением ГСИ в пределах от 5,5 до 6,8 % и выше (рис. 7).

На основании приведенных выше данных по биологическим показателям преданадромной горбуши в первом приближении можно сделать определенные выводы о региональной принадлежности отдельных особей и их агрегаций. Так, очевидно, что в северных районах присутствовала главным образом более зрелая горбуша раннего нереста, в южных районах, напротив, — менее зрелая, позднего осеннего.

Ежегодно при разделении горбуши на группы позднего (или «осенней») и раннего нереста (или «летней») использовали «экспертную» разбивку по индексу зрелости гонад отдельно самок и самцов. По частотному распределению индекса зрелости (ГСИ) самок и самцов горбуши выделены значения ГСИ горбуши обоих полов соответствующие модальным группам рыб менее средних значений экстремумов зрелости и более средних значений этого показателя. Эти значения соответствовали значениям ГСИ у самок до 4,0 % и более, а у самцов — до 1,5 % и более (рис. 8).

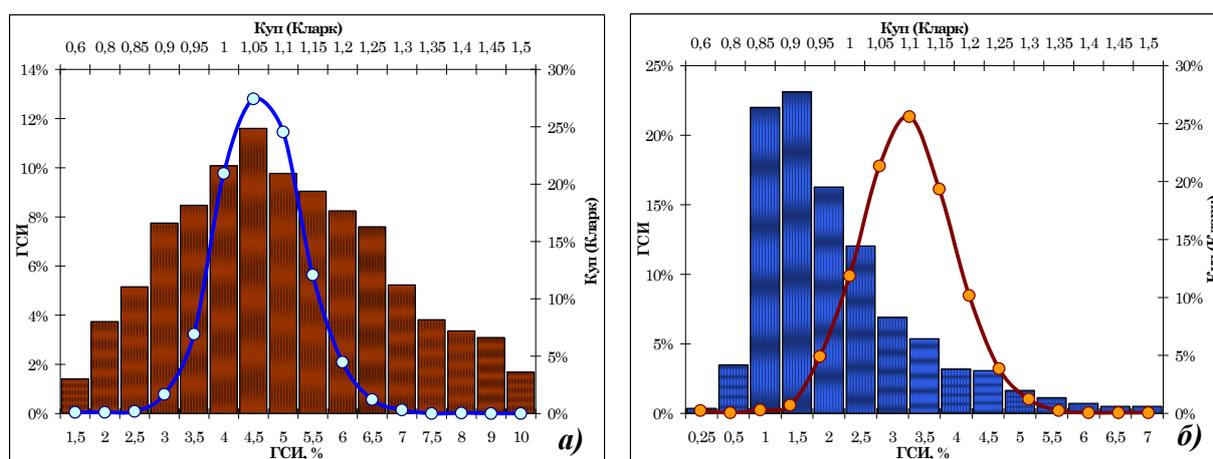


Рис. 8. Распределение доли самок (а) и самцов (б) половозрелой горбуши по интервалам ГСИ (*гистограммы*) и коэффициента упитанности по Кларк (*кривая*) в северо-западной части Тихого океана 02.06–07.07.2023 г.

Fig. 8. Frequency (%) distribution for average gonad-somatic index (*bars*) and Clark fatness coefficient (*curve*) for females (а) and males (б) of mature pink salmon in the northwestern Pacific on June 2 — July 7, 2023

Еще один показатель — коэффициент упитанности по Кларк — аналогично частотному распределению ГСИ, имел вид типичного нормального распределения Гаусса с пиковыми значениями для самок и самцов соответственно 1,05 и 1,10 (рис. 8).

Одинаковый тип распределения (нормальный равномерный или близкий к нормальному) этих показателей (ГСИ и Куп) связан, на наш взгляд, со следующим: несмотря на то, что большинство рыб имели схожие физиологические кондиции, у части из них соматический рост еще превышал генеративный (поздние — упитанность более 1,0–1,1), а у части уже преобладал прирост массы половых продуктов (ранние — упитанность менее 1,0–1,1).

Ориентируясь на отмеченные границы, отдельно для самок и самцов получены следующие количественные соотношения производителей горбуши более раннего нереста (северных регионов) и

более позднего нереста (преобладают южные регионы): первых — 57 %, вторых — 43 %, или 387,5 против 291,3 млн экз. горбуши поздней формы.

Заключение

В результате траловой съемки, выполненной в тихоокеанских водах Курильских островов в пределах ИЭЗ РФ и конвенционном районе СЗТО за пределами внешней границы ИЭЗ РФ, определены численность и биомасса всех представителей нектона и макропланктона. Выявлены особенности пространственного распределения массовых представителей пелагического нектона и медуз.

По данным летней съемки верхней эпипелагиали СЗТО учтены численность и биомасса тихоокеанских лососей в период их преданадромных миграций к рекам охотоморского бассейна и оконтурены основные скопления производителей горбуши. Получены новые данные о пространственном распределении плотности, биологическом состоянии, численности и биомассе тихоокеанских лососей и других массовых видов рыб в летний период 2023 г. в СЗТО.

Наиболее важным результатом экспедиции стали рекордные оценки численности и биомассы преданадромной горбуши, оконтуренной на площади 1,157 млн км², которые составили 678,7 млн экз., или 549,9 тыс. т. Полученный результат в ряду нечетных лет оказался вторым после аналогичной съемки 2021 г., когда в водах СЗТО было учтено 901 млн экз. (726 тыс. т) преданадромной горбуши, мигрировавшей к рекам охотоморского бассейна. Уровень учтенной численности производителей горбуши в 2023 г., как и 2 годами ранее, дает все основания для краткосрочного прогноза еще одного исторически максимального вылова горбуши в бассейне Охотского моря при должной организации промысла.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Выражаю благодарность экипажу НИС «ТИНРО» за добросовестный труд и качественный сбор первичных материалов.

The author is grateful to the crew and scientific team of RV TINRO for their diligent work and high-quality collection of primary research materials.

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.

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

Список литературы

Атлас количественного распределения нектона в северо-западной части Тихого океана / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — М. : Нац. рыб. ресурсы, 2005. — 1082 с.

Волвенко И.В. Проблемы количественной оценки обилия рыб по данным траловых съемок // Изв. ТИНРО. — 1998. — Т. 124. — С. 473–500.

Нектон северо-западной части Тихого океана. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2005. — 544 с.

Темных О.С. Азиатская горбуша в морской период жизни: биология, пространственная дифференциация, место и роль в пелагических сообществах : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2004. — 47 с.

Шунтов В.П. Биология дальневосточных морей России. Т. 1 : моногр. — Владивосток : ТИНРО, 2001. — 580 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Т. 1 : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — 481 с.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Т. 2 : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — 606 с.

Поступила в редакцию 16.01.2024 г.

После доработки 30.01.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 16.01.2024; approved after reviewing 30.01.2024;
accepted for publication 29.03.2024*

Научная статья

УДК 597.552.511–152.6:005.521

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-171-184

EDN: FYBDYA

ПРОБЛЕМЫ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЗАПАСОВ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ

В.И. Островский*

Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО),
680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

Аннотация. Рассмотрены методы прогнозирования запасов тихоокеанских лососей в Хабаровском крае. Показано, что ошибки прогнозов на основе теоретических моделей «родители–потомки» связаны с изменчивостью погодных условий в местах размножения. При дополнении однофакторных моделей факторами, связанными с изменчивостью погоды в местах размножения, значительно лучше объясняется динамика численности потомков. Это позволяет надеяться на уменьшение ошибок прогнозов, основанных на многофакторных моделях, при условии надежных оценок численности родителей и потомков, что весьма проблематично в условиях растущего дефицита квалифицированных кадров.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, динамика численности, методы прогнозирования, погодноклиматические факторы, *Oncorhynchus*

Для цитирования: Островский В.И. Проблемы и перспективы прогнозирования запасов тихоокеанских лососей в Хабаровском крае // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 171–184. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-171-184. EDN: FYBDYA.

Original article

Problems and prospects in forecasting the stocks of pacific salmon in Khabarovsk Region

Vladimir I. Ostrovsky

Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia
Ph.D., head of department, ostrovskiy@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413

Abstract. Methods for forecasting the stocks of pacific salmon in Khabarovsk Region are considered. Errors of the forecasts based on theoretical parent-offspring models are associated with variability in weather conditions on the spawning grounds. The progeny dynamics is modeled much better when weather factors are assimilated into the single-factor models. The errors reduction would be expected for multifactor models, assuming that they will be based on reliable data on the number of parents and offspring, though this condition seems questionable in the face of a growing shortage of qualified observers and modelers.

Keywords: pacific salmon, population dynamics, forecasting method, weather-climatic factors, *Oncorhynchus*

For citation: Ostrovsky V.I. Problems and prospects in forecasting the stocks of pacific salmon in Khabarovsk Region, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 171–184. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-171-184. EDN: FYBDYA.

Введение

Динамика численности популяций животных зависит от рождаемости, смертности, эмиграции и иммиграции. Учитывая относительно хорошо развитый хоминг у тихоокеанских лососей, последними двумя составляющими динамики можно пренебречь и рассматривать её как результат взаимодействия двуединого процесса рождаемости и смертности. Вполне очевидно, что при постоянной рождаемости численность популяции зависит от смертности, при постоянной смертности — от рождаемости. Допуская постоянство одной из двух составляющих динамики, её можно описать однофак-

* Островский Владимир Иванович, кандидат биологических наук, начальник отдела, ostrovskiy@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413.

торными моделями, но результат прогнозирования будет зависеть от оправданности принятых допущений.

В предположении постоянства условий воспроизводства, влияющих на смертность лососей, разработаны теоретические модели «родители–потомки» [Максименко, Антонов, 2003], но известно, что смертность потомков, иногда близкая к тотальной, зависит от влияния множества внешних факторов, действующих преимущественно в пресноводный или ранний морской период жизни [Коновалов, 1985]. Прогнозы динамики численности популяций тихоокеанских лососей не отличаются высокой точностью, что отчасти может быть связано с попытками описания многофакторного процесса формирования численности однофакторными моделями.

В поиске разрешения явного противоречия между теоретическими моделями и сведениями о смертности потомков в связи с влиянием внешних факторов в Хабаровском филиале ВНИРО (ХабаровскНИРО) разрабатываются многофакторные модели, основанные на поиске причин отклонений фактической численности потомков от численности, рассчитанной с использованием однофакторных моделей «родители–потомки».

Цель настоящей работы — сравнить результаты прогнозирования численности потомков лососей на основе однофакторных и многофакторных моделей с обзором эволюции методов прогнозирования в текущем веке и оценкой перспектив их дальнейшего развития.

Материалы и методы

Работа основана на обзоре прогнозов численности тихоокеанских лососей, возвращающихся из моря в конкретном году (подход), разрабатываемых ХабаровскНИРО в текущем веке. Прогнозы обычно основываются на анализе предполагаемой или выявленной связи численности потомков с численностью родителей, которая оценивается прямым учетом количества рыб, пропущенных на нерестилища. Численность потомков относительно просто оценивается только у горбуши, которая практически вся созревает в одинаковом возрасте, вследствие чего каждый год из моря возвращаются рыбы, принадлежащие к одному поколению. Численность потомков горбуши равна численности подхода, т.е. сумме численности выловленных и пропущенных на нерестилища рыб. Потомки лососей с более сложной возрастной структурой возвращаются из моря в течение нескольких лет, их принадлежность к конкретному поколению устанавливается после определения возрастного состава рыб с последующей оценкой абсолютной численности рыб каждого возраста. Численность потомков складывается из численности рыб, принадлежащих к одному и тому же поколению, в подходах нескольких смежных лет.

В зависимости от уровня информационной обеспеченности в качестве косвенной меры численности родителей и потомков могут выступать такие характеристики, как улов, улов на усилие, популяционная плодовитость, численность производителей, численность покатной молодежи, количество нерестовых бугров и др. Описать все возможные методические аспекты оценок, используемых в прогнозах параметров за длительный период, в рамках данной работы не представляется возможным, можно лишь сослаться на использование рекомендованных методов исследований лососей [Глубоковский и др., 2017].

Значения коэффициентов уравнений подбирали итерационными методами, реализованными в пакете прикладных программ SYSTAT. При построении моделей использованы методы множественного нелинейного регрессионного анализа [Дрейпер, Смит, 2007]. Полагая, что остатки уравнений связаны с погодными условиями в местах размножения, анализировали связь их величины с изменчивостью метеорологических факторов из числа приведенных на сайте «Погода и климат» (<http://www.pogodaiklimat.ru/history.htm>). Дополнительные факторы включали в модель при условии статистически значимого (с вероятностью не менее 95 %) увеличения объясненной доли дисперсии зависимой переменной [Поллард, 1982].

Результаты и их обсуждение

Прогнозы запасов тихоокеанских лососей в границах Хабаровского края специалистами ХабаровскНИРО разрабатываются для 7 районов прогнозирования и насчитывают 18 прогнозируемых объектов (виды лососей в различных районах). В первой пятилетке текущего века во всех районах (за исключением Охотского района) лососей изучали сотрудники лаборатории тихоокеанских лососей, в штате которой числилось до 13 человек. В Охотском районе лососей изучали 8 сотрудников Охотской лаборатории, но кроме тихоокеанских лососей они изучали состояние запасов других морских и проходных видов рыб. Учитывая большую протяженность морской береговой линии Хабаровского края (около 2,5 тыс. км), множество нерестовых рек, время, затрачиваемое на полевые и камеральные исследования, разработку прогнозов, число сотрудников не казалось избыточным. Непосредственно в разработке всех прогнозов запасов лососей от стадии расчетов до написания текстов участвовали до 11 сотрудников.

До 2008 г., как и в прошлом веке, прогнозы основывались на предположении относительного постоянства среднесуточного отношения численности потомков к популяционной плодовитости или численности молоди, мигрирующей в море. При отсутствии соответствующих данных относительно постоянной принимали среднесуточную кратность воспроизводства (отношение численности потомков к численности родителей). Логика расчетов сводилась к умножению оцененной факторной переменной (численность родителей, популяционная плодовитость, численность покатной молоди) на среднесуточные значения соответствующих пересчетных коэффициентов. В некоторые годы значения факторных переменных предоставляли сотрудники Амурского филиала Главрыбвода (ранее — Амуррыбвод), а пересчетные коэффициенты при отсутствии оригинальных данных заимствовались из литературных источников.

Нельзя сказать, что экспертный уровень прогнозов не вызывал нареканий со стороны кураторов, поэтому во второй пятилетке стали внедрять методы прогнозирования на основе теоретических однофакторных моделей, с 2008 по 2010 г. модели были разработаны для 4 объектов прогнозирования, а в прогнозах запасов лососей на 2017 г. — для 9 основных объектов. Внедрению теоретических моделей для остальных районов (Аяно-Майский, Тугуро-Чумиканский районы, Амурский лиман) препятствовало прекращение исследований по причине сокращения числа сотрудников. В 2016 г. в лаборатории тихоокеанских лососей насчитывалось 8 человек, в Охотской лаборатории — 5, в разработке всех прогнозов участвовали 8 сотрудников (рис. 1).

Сокращение штата было связано с тем, что в Хабаровском крае нет учебных заведений для подготовки ихтиологов, а специалисты других регионов, поступившие в ХабаровскНИРО в прошлом веке по распределению, постепенно выходили на пенсию. Однако, несмотря на растущее несоответствие необходимых трудовых затрат для полноценного выполнения требуемого объема работ реальному количеству сотрудников, разработка прогнозов оставалась посильной. Прогнозы имели характер технического документа «разового прочтения», поэтому допускалось произвольное изложение текста в соответствии с регламентированными разделами. Изложение прогнозов порой не отличалось изысканным стилем, с их разработкой справлялись инженерно-технические работники под руководством заведующих лабораториями. Судя по отчетам об итогах лососевых путин, ежегодно приводимых в настоящем сборнике трудов, гуру в области прогнозирования подходов тихоокеанских лососей не было и нет. «Вердикт» о корректности методов прогнозирования и прогнозов выносили коллегиальным решением заседания Дальневосточного лососевого совета, прогноз утверждали на заседании ученого совета ВНИРО, где его представляли либо сотрудники региональных институтов, либо кураторы. Порой спорные вопросы по поводу прогнозируемых объемов вылова устраняли в итоговых таблицах сразу после заседания ученого совета без внесения изменений в текст прогноза.

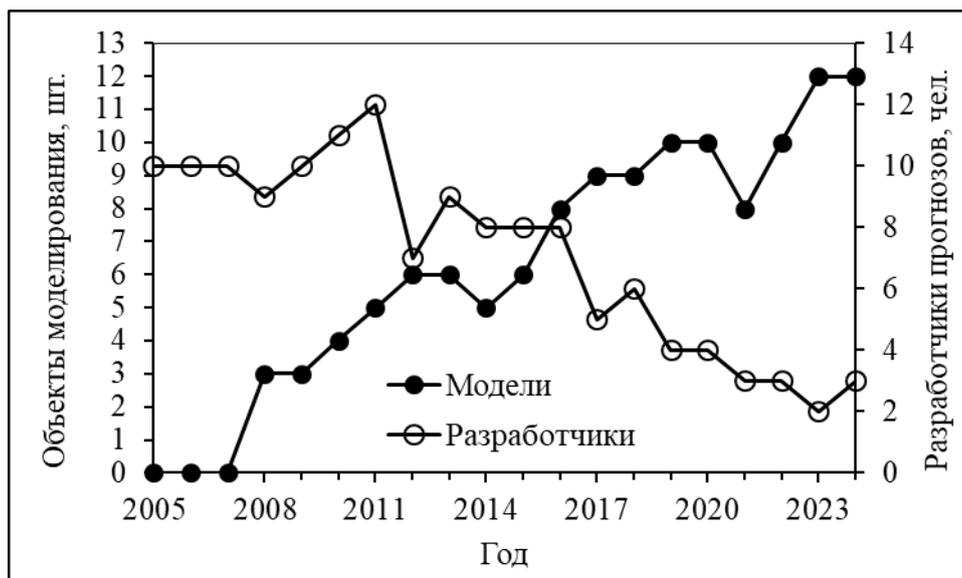


Рис. 1. Динамика численности сотрудников, принимавших непосредственное участие в разработке прогнозов и количества объектов прогнозирования с использованием математических моделей

Fig. 1. Dynamics of the number of employees directly involved in forecasting and the number of objects for forecasting with numerical models

Упразднение Дальневосточного лососёвого совета (последнее заседание было в 2018 г.) преобразило роль кураторов — вместо посредников между исполнителями прогнозов и заказчиком они стали выполнять функцию научного наставника, рецензента, научного и технического редактора в одном лице. Отчасти переформатирование их деятельности объяснимо возросшей ответственностью за соблюдение обновлённых регламентов, рекомендаций, усложненных правил оформления документов, которые стали сопоставимыми с правилами редакций научных журналов, но прогнозы разрабатываются в сжатые сроки ограниченным и постепенно сокращающимся штатом как сотрудников лабораторий, так и непосредственных разработчиков прогнозов. Переписка, корректировка, согласование текстов с кураторами затягивается на несколько месяцев, как правило, существенно не влияя ни на прогнозируемый объём вылова, ни на оправдываемость прогнозов, но значительно сокращая время, которое могло быть использовано на исследование закономерностей воспроизводства лососей.

Полагаем, что именно возросшие требования к видимой стороне качества прогнозов ускорили сокращение численности прогнозистов. Для продолжения исследований в более значимых для промысла районах Хабаровского края в них направлялись сотрудники из менее значимых районов, в 2017 г., под угрозой прекращения исследований в подзоне Приморье, ответственность за разработку прогнозов «в нагрузку» была возложена на Советско-Гаванскую лабораторию, созданную для исследования прибрежных морских видов животных и растений. В штате лаборатории насчитывалось шесть человек, в настоящее время их осталось двое, столько же и в Охотской лаборатории, причем участие в исследовании лососей сотрудников обеих лабораторий ограничивается сбором первичных данных, все лососевые прогнозы на 2023 г. разрабатывали два сотрудника, на 2024 г. — три (рис. 1).

Внедрение методов прогнозирования, основанных на однофакторных теоретических моделях «родители–потомки», предполагало реализацию возможности «всестороннего аналитического оценивания» результатов прогнозирования, разработку научно-обоснованных «ориентиров управления промыслом», долгосрочных прогнозов, однако опыт их применения не оправдал ожиданий, по-прежнему требовались постоянные корректировки прогнозов в ходе путин. Так, например, в период роста запасов осенней амурской кеты прогнозы обычно были заниженными, требовалась их корректировка в большую сторону, в период уменьшения — завышенными, регулярно вводились меры ограничения вылова.

При анализе остатков однофакторных моделей было установлено, что в отклонениях запаса амурской осенней кеты от прогнозных значений выявляется отчетливый временной тренд, который может быть объяснен только направленной изменчивостью условий воспроизводства, влияющих на выживаемость потомства [Островский и др., 2022]. Причина изменчивости выживаемости неизвестна, но вполне очевидно, что объективность её наличия должна учитываться в прогнозах. Впервые попытка реализовать эту идею в Хабаровском крае была предпринята в прогнозе вылова кеты Охотского района на 2021 г. [Островский, Пономарёв, 2020]. В прогнозе использовались методы пошагового нелинейного регрессионного анализа в сочетании с методами анализа временных рядов [Дуброва, 2003]. В прогнозе на 2022 г. такие методы применили к прогнозам запасов приморской [Островский, Козлова, 2023а] и охотоморской горбуши, осенней амурской кеты [Островский и др., 2022] и кеты Сахалинского залива. Уверенность в большей надежности этих прогнозов основана на увеличении доли дисперсии численности потомков, объясняемой совместным влиянием численности родителей и направленной изменчивости условий воспроизводства.

Модели, включающие обе факторные переменные, лучше имитировали реальную динамику численности потомков, чем однофакторные модели, что позволяло надеяться на лучшую оправданность прогнозов, но каждая составляющая таких моделей описывалась гладкими кривыми, поэтому не избавляла от проблемы выбросов. Для её решения необходимо было из множества погодноклиматических факторов вычлнить те, изменчивость которых коррелирует с отклонениями от зависимости «родители–потомки». Такая цель впервые была достигнута на примере кеты Охотского района [Островский, 2022], было показано, что синусоидальный тренд межгодовой изменчивости численности потомков полностью исчезает после включения в модель конкретных метеорологических факторов, действующих в пресноводный период жизни. Построенная модель хорошо объясняет причину «аномально» большой численности поколения кеты Охотского района 2005 г. С использованием аналогичного подхода были установлены наиболее вероятные причины необъяснимых однофакторными и двухфакторными моделями отклонений прогнозов численности потомков амурской [Островский, 2023] и приморской [Островский, Козлова, 2023б] горбуши.

Опыт, полученный в ходе разработки многофакторных моделей, учитывающих изменчивость параметров среды, использован в прогнозе на 2023 г. для охотоморской и приморской горбуши, кижуча Охотского района, кеты Охотского района и Сахалинского залива, а в прогнозе вылова на 2024 г. для всех объектов прогнозирования, для которых имелись валидные данные. Он был положительно воспринят сотрудниками СахНИРО и используется ими в прогнозах вылова горбуши.

Сравним результаты описания динамики численности потомков лососей в Хабаровском крае однофакторными (нечетные номера, как правило, уравнение Рикера) и многофакторными (четные номера) моделями отдельно по объектам прогнозирования (табл. 1). Во всех уравнениях численность родителей обозначена R (млн рыб), численность потомков — R (млн рыб), за исключением уравнений (11) и (12), в которых описывается связь уловов амурской горбуши в год нереста родителей (CR , тыс. т) с уловами потомков (CR , тыс. т), и уравнений 17 и 18, в которых численность родителей и потомков приведена в тысячах рыб. Факторные переменные, характеризующие количество осадков, измерялись в миллиметрах, температура воздуха в °С. Названия объектов прогнозирования и результаты дисперсионного анализа уравнений приведены в табл. 2.

Краткое описание объектов прогнозирования и переменных в уравнениях, приведенных в табл. 1.

Горбуша Северо-Охотоморской подзоны (уравнения (1) и (2)). В начале текущего века была предпринята попытка отдельного прогнозирования численности потомков горбуши для четырех подрайонов — Охотского, Аяно-Майского, Тугуро-Чумиканского и Николаевского (Сахалинский залив) муниципальных районов. Полагая, что улов горбуши в этих районах частично состоит из транзитных рыб [Островский, 2018], прогнозы стали разрабатывать для Северо-Охотоморской подзоны в

целом (здесь и далее — в границах Хабаровского края). Зависимость численности потомков от численности родителей описывается уравнением Рикера (1). В уравнении (2) факторная переменная M2 соответствует сумме максимального количества осадков, выпадавших за одни сутки в августе и сентябре в год нереста, переменная T — средней температуре воздуха в июле и августе в год миграции потомков в море (метеостанция пос. Охотск).

Таблица 1

Уравнения зависимости численности потомков тихоокеанских лососей (R, млн рыб) от численности родителей (P, млн рыб) и изменчивости погодных факторов в пресноводный период жизни (пояснения в тексте)

Table 1

Equations describing dependence of the number of progeny (R, 10⁶ ind.) on the number of parents (P, 10⁶ ind.) and weather factors in freshwater period of their life for pacific salmon (see explanation in the text)

Уравнение, №	Уравнение
(1)	$R = 5,924 \cdot P \cdot \exp(-P/5,799)$
(2)	$R = 10,442 \cdot P \cdot \exp(-P/5,942 - 0,019 \cdot M2 + ((T - 13,650)/0,833)^2)$
(3)	$R = 3,388 \cdot P \cdot \exp(-P/3,587)$
(4)	$R = 11,507 \cdot P \cdot \exp(-P/3,953 - (((O4 - 44,672)/154,897)^2)) \cdot O10^{-0,246} \cdot O5^{-0,171} \cdot O6^{0,152}$
(5)	$R = 8,164 \cdot P \cdot \exp(-P/0,048)$
(6)	$R = 3,776 \cdot P \cdot \exp(0,111 \cdot T - P/0,042)$
(7)	$R = 11,154 \cdot P \cdot \exp(-P/0,08)$
(8)	$R = 17,770 \cdot P \cdot \exp(-P/0,074 - 0,010 \cdot M + ((T8 - 13,812)/1,802)^2)$
(9)	–
(10)	$R = 97,912 \cdot P \cdot \exp(0,0171 \cdot T12 - ((M9 - 50,155)/50,155)^2 - P/0,317) \cdot T10^{-0,534} \cdot M3^{0,199}$
(11)	$CR = 1,784 \cdot CP^{0,631}$
(12)	$CR = 0,103 \cdot CP^{0,949} \cdot \exp(0,041 \cdot O)$
(13)	$R = 3,181 \cdot P \cdot \exp(-P/10,970)$
(14)	$R = 0,602 \cdot P \cdot \exp(-P/9,395 + 0,006 \cdot O + 0,309 \cdot T)$
(15)	$R = 9,821 \cdot P \cdot \exp(-P/3,864)$
(16)	$R = 1,561 \cdot P \cdot \exp(0,575 \cdot T - P/4,820)$
(17)	$R = 5,782 \cdot P \cdot \exp(-P/3455,263)$
(18)	$R = 1,753 \cdot P \cdot \exp(-P/3595,955 + O \cdot 0,009 + ((T5 - 6,577)/2,413)^2 + ((T12 - 1,686)/0,883)^2)$

Кета Охотского района (уравнения (3) и (4)). В уравнении (4) переменная O4 — суммарное количество осадков в марте и апреле в год нереста и в год миграции молоди в море, O10 — суммарное количество осадков, выпавших в сентябре и октябре в год нереста, O5 — количество осадков в мае в год нереста, O6 — количество осадков в июле в год нереста по метеостанции пос. Охотск [Островский, 2022],

Нерка (уравнения (5) и (6)). Воспроизводится и осваивается в промышленных масштабах в Охотском районе. Переменная T (уравнение (6)) — сумма средних температур воздуха в феврале на первом и втором году жизни (метеостанция пос. Охотск).

Кижуч (уравнения (7) и (8)). Кижуч, как и нерка, в промышленных масштабах осваивается промыслом в Охотском районе. Кроме численности родителей численность потомков связана с изменчивостью суммы максимальных значений суточных осадков в апреле и августе в год выклева личинок (уравнение (8), фактор M), а также с изменчивостью температуры воздуха (фактор T) в августе в год нереста по метеостанции пос. Охотск.

Кета Сахалинского залива (Николаевский район, уравнение (10)). Описать зависимость численности потомков кеты Сахалинского залива от численности родителей однофакторным уравнением (9) не удастся, линия тренда точечной диаграммы «родители–потомки» имеет U-образный вид (при

сглаживании полиномом второй степени). Типичный для кривой Рикера вид линии тренда слабо прослеживается лишь после устранения влияния на зависимую переменную метеорологических факторов, из числа которых численность потомков наиболее тесно связана с изменчивостью средней температуры воздуха (данные ближайшего метеорологического пункта пос. Литке) в декабре в год нереста (Т12) (рис. 2). Кроме того, в уравнение включены факторы Т10 (средняя температура воздуха в октябре в год нереста), М9 (максимальное количество осадков, выпадавших за 1 сут в сентябре в год нереста) и М3 (максимальное количество осадков, выпадавших за 1 сут в марте в год миграции молоди в море).

Таблица 2

Результаты дисперсионного анализа уравнений (1)–(18) (табл. 1) и имитации прогноза численности потомков*

Table 2

Results of variance analysis of Equations (1)–(18) at Table 1 and simulated forecast of the number of progeny

Район	Вид	Уравнение, №	N	R^2_c	pI	«Прогноз»			
						n	r	$p2$	W, %
СОМ	Горбуша	(1)	16	0,219	> 0,05	8	0,264	> 0,05	47,6
СОМ	Горбуша	(2)	16	0,918	< 0,000	8	0,958	< 0,001	14,3
Охотский	Кета	(3)	38	0,301	< 0,000	19	0,575	< 0,05	25,1
Охотский	Кета	(4)	38	0,840	< 0,000	19	0,952	< 0,001	10,7
Охотский	Нерка	(5)	15	0,118	> 0,05	7	0,422	> 0,05	31,5
Охотский	Нерка	(6)	15	0,843	< 0,000	7	0,929	< 0,01	11,9
Охотский	Кижуч	(7)	16	0,403	< 0,001	8	0,906	< 0,01	16,4
Охотский	Кижуч	(8)	16	0,924	< 0,000	8	0,98	< 0,001	5,9
Николаевский	Кета	(9)	24	–		12	–		
Николаевский	Кета	(10)	24	0,865	< 0,000	12	0,948	< 0,001	11,1
Р. Амур	Горбуша	(11)	39	0,373	< 0,000	18	0,871	< 0,001	34,5
Р. Амур	Горбуша	(12)	39	0,922	< 0,000	18	0,983	< 0,002	20,6
Р. Амур	Кета летняя	(13)	13	0,324	< 0,05	6	0,674	> 0,05	134,2
Р. Амур	Кета летняя	(14)	13	0,851	< 0,001	6	0,949	< 0,01	42,6
Р. Амур	Кета осенняя	(15)	13	0,201	> 0,05	6	0,461	> 0,05	63,4
Р. Амур	Кета осенняя	(16)	13	0,935	< 0,000	6	0,973	< 0,001	13,6
Приморье	Горбуша	(17)	26	0,425	< 0,000	13	0,625	< 0,05	65,8
Приморье	Горбуша	(18)	26	0,847	< 0,000	13	0,97	< 0,001	26,8

* N — объём выборок при построении моделей, приведенных в табл. 1, R^2_c — скорректированный коэффициент детерминации, pI — уровень статистической значимости уравнений, n — объём тестовой (контрольной) выборки, r — парный коэффициент корреляции Пирсона между «прогнозной» и фактической численностью потомков, $p2$ — уровень статистической значимости коэффициента корреляции, W — взвешенная абсолютная ошибка «прогнозирования», СОМ — Северо-Охотоморская подзона.

Амурская горбуша (уравнения (11) и (12)). Численность родителей и потомков горбуши не известна. Принимая её вылов в качестве косвенной меры запаса, сопоставляли уловы в год нереста родителей (СР) с уловами через два года (СR), когда на нерест возвращаются потомки. Кроме факторной переменной СР, улов положительно коррелирует с количеством осадков в июне, октябре, ноябре и декабре в год нереста, а также в апреле в год миграции молоди в море. В качестве факторной переменной, характеризующей изменчивость количества осадков (О), использовали среднее их значение в указанных месяцах [Островский, 2023]. В настоящее время центр воспроизводства амурских лососей смещен в нижние притоки Амура. По этой причине сведения по погодным факторам, на фоне которых воспроизводились амурские лососи, брались по метеостанции г. Николаевск-на-Амуре.

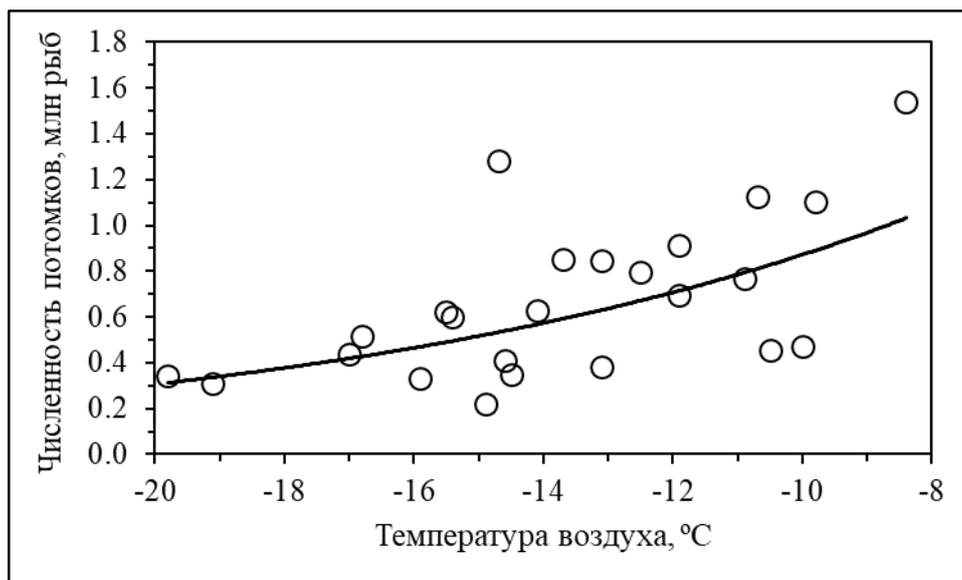


Рис. 2. Зависимость численности потомков кеты Сахалинского залива от температуры воздуха в декабре по метеостанции пос. Литке в год нереста

Fig. 2. Number of chum salmon progeny in the Sakhalin Bay in dependence on air temperature at Litke weather station in December of spawning years

Летняя амурская кета (уравнения (13) и (14)). Кроме численности родителей численность потомков летней кеты статистически связана со средним значением количества осадков за два смежных года — в год нереста и в год покатной миграции (O), а также с температурой воздуха в октябре в год нереста (переменная T).

Осенняя амурская кета (уравнения (15) и (16)). Связь численности потомков с численностью родителей слабая, она четче проявляется после исключения влияния на численность потомков температуры воздуха в июне в год покатной миграции, в июне и сентябре в год нереста, значения факторной переменной (T) рассчитаны как среднее значение температур в указанных месяцах.

Приморская горбуша (в границах Хабаровского края, уравнения (17) и (18)). Численность потомков зависит не только от численности родителей, но и от условий среды, в частности — от суммарного количества осадков в январе и феврале в год выклева личинок (переменная O). Кроме количества осадков, изменчивость численности поколений горбуши статистически связана ещё с двумя факторами — со среднегодовой температурой воздуха в год нереста (T12) и в мае в год покатной миграции (T5) по метеорологическому пункту пос. Советская Гавань [Островский, Козлова, 2023б].

Статистически значимые связи, выявляемые в пошаговом регрессионном анализе, свидетельствуют лишь о её наличии, а не о причинах формирования связей. В некоторых случаях на возможные механизмы формирования связей указывают литературные данные, свидетельствующие о влиянии температуры воздуха и, соответственно, воды на темп роста молоди и на её выживаемость в зависимости от размеров тела, о связи высоты снежного покрова и зимней температуры воздуха с урожайностью поколений, о влиянии паводков на смертность личинок. С.М. Коновалов [1985], анализируя литературные источники, насчитывал более 30 факторных переменных, способных влиять на численность популяций тихоокеанских лососей, и полагал, что сочетания градаций таких переменных могут приводить к формированию сотен вариантов воздействия, что усложняет их выявление и классификацию по степени влияния на численность популяций.

Задача вычленения факторов, потенциально способных влиять на численность потомков, действительно сложная, но разрешимая. Приведенные нами результаты свидетельствуют о том, при использовании однофакторных моделей для всех объектов прогнозирования характерна слабая связь численности потомков с численностью родителей либо её отсутствие. Об этом можно судить по ма-

лым значениям скорректированных коэффициентов детерминации уравнений с нечетными порядковыми номерами и по значениям уровней статистической значимости (табл. 2). Многофакторные модели значительно улучшают качество описания динамики численности потомков, что предполагает предпочтение их использования в практическом прогнозировании. Однако априорная оценка надежности прогнозов, основанная на сравнении результатов дисперсионного анализа однофакторных и многофакторных моделей (табл. 1 и 2), может отличаться от апостериорной, связанной с несовершенством моделей, в том числе и по причине неизвестных ошибок измерений.

Для апостериорной оценки надежности прогнозов не обязательно ждать несколько лет, задача решается методами имитационного моделирования. С этой целью разделили исходный временной ряд на два временных отрезка — обучающий и контрольный («прогнозируемый»), подобрали значения коэффициентов моделей к обучающей выборке, симутировали прогноз численности следующего поколения. Пошагово включая в модель данные последующих лет уточняли значения коэффициентов и рассчитывали численность потомков. Так для каждого объекта прогнозирования получили ряды «прогнозируемых» значений численности потомков, полностью идентичные результатам реального прогнозирования при условии использования в прошлом однофакторных и многофакторных моделей, приведенных в табл. 1. Точность «прогнозов» оценивали по взвешенной абсолютной процентной ошибке (W , отношение суммы абсолютных значений разностей «факт–прогноз» к сумме всех фактических значений численности потомков за период «прогнозирования», $WAPE$) (табл. 2).

Среднее арифметическое значение коэффициентов парной корреляции Пирсона между «прогнозируемой» и фактической численностью потомков при использовании однофакторных моделей (нечетные номера уравнений в табл. 2) равно 0,60, для 4 из 9 объектов прогнозирования значения этого коэффициента статистически не значимы, для одного случая связь «родители–потомки» не описывается уравнением Рикера. Среднее арифметическое значение взвешенных ошибок прогнозирования однофакторных моделей превышает 52 %. Из этого следует, что практически все однофакторные модели фактически непригодны как для краткосрочного, так и для долгосрочного прогнозирования. Более-менее удовлетворительные результаты описания динамики численности потомков можно получить лишь на относительно коротких специально отобранных временных отрезках либо исключением из анализа «плохих» точек.

Использование в прогнозировании многофакторных моделей (четные номера уравнений, табл. 2) имеет явные преимущества перед однофакторными — среднее значение коэффициентов корреляции рядов «прогноз–факт» многофакторных моделей равно 0,96, средняя ошибка — 18,3 %. Рассмотрим последний критерий на примере динамики «прогнозируемой» и фактической численности потомков амурской летней кеты (рис. 3) с использованием однофакторного (13) и многофакторного уравнения (14).

Как пики, так и провалы в динамике численности амурской летней кеты не объяснимы уравнением Рикера (рис. 3, уравнение (13)), без учета влияния изменчивости погодных факторов оно «схватывает» лишь общую тенденцию уменьшения численности потомков, связанную с уменьшением численности родителей. Несмотря на очевидное (рис. 3) сходство «прогнозной» и фактической численности потомков, рассчитанной по уравнению (14), высокую и с вероятностью более 99 % статистически значимую корреляцию «прогнозной» и фактической численности потомков (табл. 2), взвешенная абсолютная ошибка для этого объекта прогнозирования самая большая (42,6 %) из числа многофакторных уравнений (табл. 2). При заданной точности модели ≤ 20 % (по крайней мере при ошибке прогноза вылова более 20 % на административном уровне обычно требуются объяснения причин больших отклонений прогноза) можно сделать вывод о неадекватности модели. Еще большее несоответствие демонстрируют абсолютные ошибки «прогноза» (модуль остатка, отнесенный к фактическому значению) за отдельные годы контрольного периода — они варьируют в пределах 21,3–129,7 % (рис. 4).

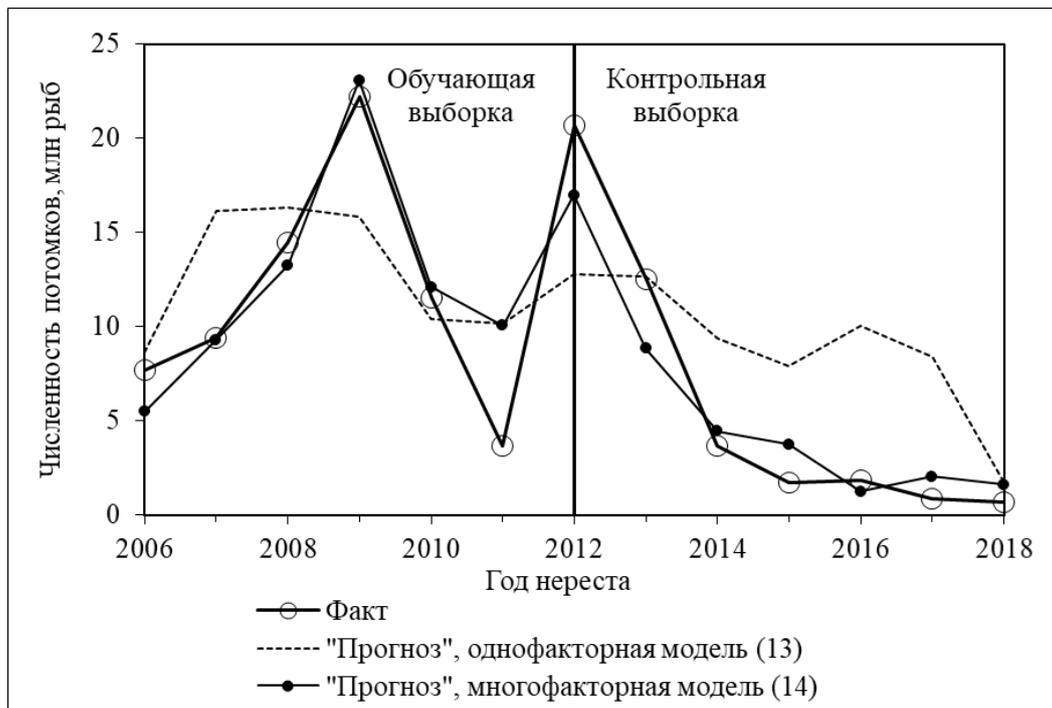


Рис. 3. Динамика фактической и «прогнозируемой» по уравнениям (13) и (14) численности потомков летней амурской кеты, пояснения в тексте

Fig. 3. Dynamics of the progeny number predicted using Equations (13) and (14) compared to actual values for summer Amur chum salmon (see explanation in the text)

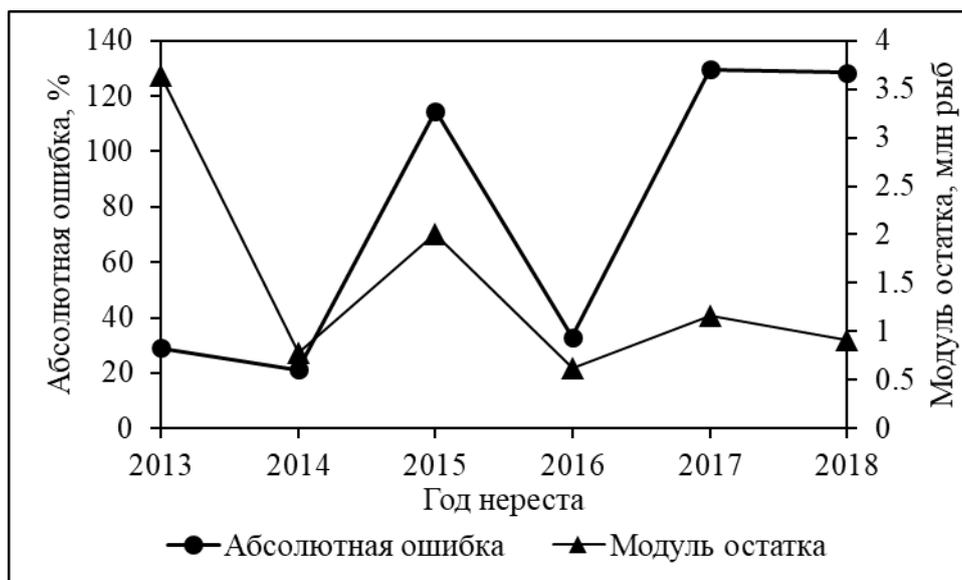


Рис. 4. Абсолютные значения разности фактической и «прогнозируемой» по уравнению (14) численности потомков летней кеты и ошибки «прогноза»

Fig. 4. Absolute values of the difference between the actual and predicted with Equation (14) number of progeny for summer chum salmon and errors of the forecast

Среднее арифметическое значение абсолютных ошибок «прогноза» за разные годы (MAPE) для рассматриваемого объекта равно 76 %, наибольший вклад в величину данного показателя вносят ошибки за те годы, в которых модуль остатка (абсолютное значение разности «прогноз–факт») относительно мал (например, 2017–2018 гг., рис. 4), а вклад лет с гораздо большим модулем остатка (например, 2013 г.) значительно меньше. Частично диспропорция между разностью «прогноз–факт» и ошибкой прогноза устраняется оценкой взвешенной ошибки, она уменьшается до 42,6 % (табл. 2), но полностью не исчезает.

На наш взгляд, более наглядно степень расхождения прогнозных и фактических значений модели отражает разность «прогноз-факт» в процентах от исторического максимума фактической численности потомков. Исторический максимум задаёт вероятностное поле событий, прогноз в процентах от максимума может занимать любое значение, в том числе и превышать максимум, абсолютная разность прогноза и факта, выраженных в процентах от максимума, соответствует ошибке прогноза, которую условно назовем ординатной.

Ординатная ошибка (рис. 5) задаёт приоритет в оценке отклонения теоретически возможному значению, оцененному на основе исторического опыта. Среднее арифметическое значение ординатной ошибки «прогноза» обучающей выборки равно 9,7 %, контрольной — 6,9 %, её величина за все годы прямо пропорциональна разности прогноза и факта по модулю, в отличие от общепринятых мер ошибок, она не создает диссонанса между очевидной (см. рис. 3) и расчетной (рис. 4) мерой расхождения прогноза и факта. Полагаем, что такой способ расчёта будет удобен для сравнения точности прогнозов различных объектов прогнозирования независимо от масштабов их фактической численности.

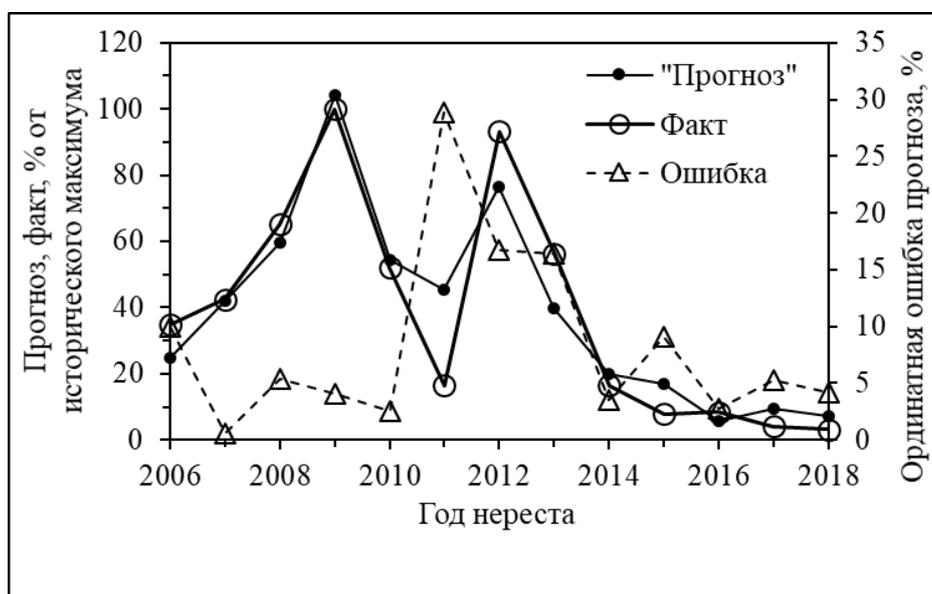


Рис. 5. Динамика фактической и «прогнозируемой по уравнению (14) численности потомков и ординатной ошибки прогноза, пояснение в тексте

Fig 5. Dynamics of the progeny number predicted using Equation (14) compared to actual values, with ordinate errors of the forecast (see explanation in the text)

Внешние факторы, влияющие на численность поколений лососей, непрерывно изменяются, одни со временем стабилизируются, их роль в формировании численности поколений ослабевает, изменчивость других и их влияние на численность увеличивается, поэтому модели нуждаются в постоянной корректировке как по перечню вовлеченных в описание факторов, так и по значениям коэффициентов. Согласно существующим регламентам разработки прогнозов, прогнозируемая величина вылова задаётся точно и часто отождествляется с точным прогнозом, в то время как в действительности прогноз имеет вероятностный характер, по определению он разрабатывается тогда, когда точные расчеты невозможны. Это не означает, что фактическая численность потомков не может в точности совпасть с прогнозируемым значением, но требование такого события можно сравнить с требованием совпадения размера первой рыбы в улове со средним размером рыб в популяции. Как справедливо считали Б.Н. Котенёв с соавторами [2006] — совпадение прогноза и факта либо случайность, либо результат манипулирования данными.

Приведенные результаты свидетельствуют о том, что изменчивость численности потомков удовлетворительно объяснима влиянием численности родителей и погодных факторов, действующих

в пресноводный период жизни, но вполне очевидно, что оправдываемость прогнозов не удастся существенно улучшить без надежных оценок входных данных, в том числе и метеорологических. Вероятно, качество моделей можно улучшить при наличии расширенного перечня гидрометеорологических факторов, измерения которых приближены к местам размножения конкретных самовоспроизводящихся группировок лососей. Однако полагаем, что глобальные перестройки климата приводят к корреляции значений факторов, характеризующих погоду на обширной территории. По крайней мере об этом свидетельствует сходство моделей динамики численности горбуши северной (табл. 1, уравнение (18)) и южной [Островский, Лысенко, наст. бюл.] частей подзоны Приморье, для которых использованы данные разных метеорологических пунктов, а также удовлетворительное качество модели для горбуши всей Северо-Охотоморской подзоны по данным единственной метеостанции.

Доверительный интервал среднего прогнозного значения может превышать 20 % от прогнозируемой величины, и уменьшить его невозможно без увеличения точности оценки численности родителей и потомков, чему не способствует сокращение штата сотрудников. При построении моделей значения коэффициентов уравнений подгоняются под оценки факторных переменных, которые не всегда надежны, поэтому даже детерминация модели, близкая к 1, не спасает от больших ошибок прогнозов. Так, например, согласно прогнозу подхода приморской горбуши на 2023 г., основанному на двухфакторной модели $R(P, O)$, где O — количество зимних осадков, при численности родителей, оцененной в 2021 г. в 0,1 млн рыб, в 2023 г. ожидался возврат менее 0,5 млн рыб, который по факту составил около 3,5 млн рыб, т.е. при соотношении полов, близком 1 : 1, для обеспечения такого возврата половозрелое потомство одной самки должно было составить около 70 рыб. Такая эффективность воспроизводства абсолютно нереальна, поэтому можно быть уверенным в сильно заниженной оценке численности родителей.

Из-за дефицита специалистов численность родителей и потомков вынужденно оценивается выборочным методом — численность рыб, пропущенных на нерестилища, учитывается на ограниченных участках контрольных рек с последующей экстраполяцией на все нерестилища реки, затем на нерестилища прочих рек района. Метод основан на предположении одинаковой плотности рыб во всех реках района прогнозирования и, соответственно, прямой пропорциональности численности рыб площадям нерестилищ в разных реках, хотя хорошо известно, что, например, приморская горбуша в последние годы воспроизводится в основном в реках южной части района прогнозирования, при этом нерестовые реки северной части практически пусты.

Причина ошибок оценки численности родителей может быть связана и с разницей численности рыб, пропущенных на нерестилища, и численности отнерестившихся рыб, уменьшающейся вследствие как влияния хищников, так и ННН-промысла. Кроме того, точность учета зависит от времени посещения нерестилищ — в начале нереста численность рыб на нерестилищах постепенно увеличивается, в конце уменьшается. Динамика заполнения нерестилищ в разные годы различается, она зависит как от погоды, так и от изменчивой структуры стада [Островский, 1985], поэтому заранее определить оптимальное время проведения учетных работ с заданной точностью вряд ли реально, хотя количество отнерестившихся рыб можно оценить по количеству нерестовых бугров, они хорошо видны на снимках беспилотных летательных аппаратов. Данный метод внедряется в ХабаровскНИРО, но пока не избавляет от проблемы экстраполяции из-за дефицита кадров.

В прошлом веке «всеобщего финансового равенства» профессию выбирали по интересам, в текущем — в основном по доходности. Вероятно, уровень оплаты труда ихтиологов перестал соответствовать трудозатратам, перевод научных сотрудников в разряд специалистов уменьшил не только размер их заработной платы, но и надежду на реализацию научных амбиций. Научные школы ведомственных институтов деградируют и вряд ли в ближайшие годы стоит ожидать появления учёных, по авторитету сопоставимых с корифеями изучения лососей прошлого века — И.Б. Бирманом, О.Ф. Гриценко, С.М. Коноваловым, В.Л. Костаревым, Ф.В. Крогиус, В.Я. Леванидовым и др. Таким образом, проблема повышения надежности прогнозов без решения кадрового вопроса вряд ли устранима.

Заключение

В текущем веке методы прогнозирования численности потомков тихоокеанских лососей в Хабаровском крае претерпели существенные изменения — в начале века они носили экспертный характер, позже их заменили классические аналитические модели, которые впоследствии были дополнены трендовой составляющей динамики численности. В настоящее время принципиально возможно усложнение моделей за счет их дополнения метеорологическими факторами в пресноводный период жизни. Такие модели лучше описывают динамику численности потомков по сравнению с предыдущими вариантами и подтверждают первостепенную роль пресноводного периода в формировании численности поколений. Во многих рассмотренных случаях погодные факторы пресноводного периода сильнее влияли на численность потомков, чем родителей. Из чего следует принципиальная невозможность разработки долгосрочных прогнозов. Результаты имитационного моделирования подтверждают преимущество многофакторных моделей в прогнозировании численности поколений лососей — увеличивается доля дисперсии численности потомков, объясненная влиянием факторных переменных, уменьшается ошибка прогноза, однако сокращающийся штат квалифицированных кадров не вселяет оптимизма по поводу перспектив повышения надежности прогнозов.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Выражаю глубокую признательность всем сотрудникам ХабаровскНИРО, принявшим участие в сборе первичных данных, камеральной обработке и разработке прогнозов численности лососей в Хабаровском крае.

The author is deeply grateful to all colleagues in KhabarovskNIRO who took part in collection of primary data, desk processing, and forecasting the salmon abundance in Khabarovsk Region.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках программы научно-исследовательских работ ХабаровскВНИРО.
The study was conducted in the framework of research program of the KhabarovskNIRO.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Работа проведена без непосредственного контакта с рыбами в качестве объекта исследования. Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

The study was performed without direct contact with fish as an object of investigations. The author declares that he has no conflict of interest.

Список литературы

- Глубоковский М.К., Марченко С.Л., Темных О.С., Шевляков Е.А. Методические рекомендации по исследованию тихоокеанских лососей. — М. : ВНИРО, 2017. — 79 с.
- Дрейпер Н.Р., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ : моногр. — М. : Издат. дом «Вильямс», 2007. — 912 с. (Пер. с англ.)
- Дуброва Т.А. Статистические методы прогнозирования : учеб. пособие для вузов. — М. : Юнити-Дана, 2003. — 206 с.
- Коновалов С.М. Факторы, лимитирующие численность и биомассу тихоокеанских лососей // Биологические исследования лососевых. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985. — С. 5–25.
- Котенев Б.Н., Гриценко О.Ф., Кловач Н.В. Об организации промысла тихоокеанских лососей. — М. : ВНИРО, 2006. — 32 с.
- Максименко В.П., Антонов Н.П. Количественные методы оценки рыбных запасов : моногр. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2003. — 256 с.
- Островский В.И. Динамика захода нерки *Oncorhynchus nerka* (Walb.) озера Азабачьего на нерестилища и биологическая структура субизолятов в репродуктивный период // Биологические исследования лососевых. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985. — С. 26–35.

Островский В.И. Закономерности воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* р. Иска // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 194. — С. 54–67. DOI:10.26428/1606-9919-2018-194-54-67.

Островский В.И. Причины изменчивости урожайности поколений амурской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 2. — С. 264–280. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-264-280.

Островский В.И. Факторы, определяющие численность поколений кеты *Oncorhynchus keta* в Охотском районе // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 4. — С. 810–827. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-810-827.

Островский В.И., Козлова Т.В. «Неблагодарная» горбуша. Случайность или закономерность? // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023а. — С. 152–158. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-152-158.

Островский В.И., Козлова Т.В. Закономерности воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в реках материкового побережья Татарского пролива // Лососевые рыбы: биология, воспроизводство, промысел : мат-лы Всесрос. науч.-практ. конф. — Мурманск, 2023б. — С. 307–314.

Островский В.И., Лысенко А.В. Закономерности воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* материкового побережья Японского моря // Наст. бюл.

Островский В.И., Подорожнюк Е.В., Шмигирилов А.П. Закономерности воспроизводства осенней кеты (*Oncorhynchus keta*) реки Амур // Вопр. рыб-ва. — 2022. — Т. 23, № 4. — С. 44–56. DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-44-56.

Островский В.И., Пономарев А.С. Зависимость численности потомков кеты *Oncorhynchus keta* Охотского района от численности родителей и условий воспроизводства // Изв. ТИНРО. — 2020. — Т. 200, вып. 3. — С. 605–617. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-605-617.

Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики : пер. с англ. — М. : Финансы и статистика, 1982. — 344 с.

Поступила в редакцию 22.02.2024 г.

После доработки 28.02.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 22.02.2024; approved after reviewing 28.02.2024;
accepted for publication 29.03.2024*

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРОМЫСЛА ГОРБУШИ В РОССИЙСКИХ ВОДАХ БЕРИНГОВА И ОХОТСКОГО МОРЕЙ В 2024 Г. ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНАЛИЗА ТРАЛОВЫХ СЪЕМОК МОЛОДИ НА НИС «ТИНРО» И «ПРОФЕССОР КАГАНОВСКИЙ» ОСЕНЬЮ 2023 Г.

**А.А. Сомов, Е.А. Шевляков, А.Н. Старовойтов, В.А. Шевляков,
Н.А. Дедерер, И.В. Мельников***

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. Учёт сеголеток горбуши в период осеннего нагула в море является важнейшим этапом прогнозирования возвратов, поскольку к этому времени их смертность уже менее вариабельна, чем в предшествующие критические периоды онтогенеза. Применяемая в последние годы методика проведения морских траловых съемок по учету сеголеток горбуши с использованием двух научно-исследовательских судов обеспечивает возможность охвата района работ в сжатые сроки, а также позволяет исключить повторные учеты рыбы на смежных галсах. В 2023 г. за счет качественного планирования экспедиций и эффективной работы (НИС «ТИНРО», «Профессор Кагановский») удалось оконтурить основные скопления горбуши в российской части Берингова и Охотского морей, что дало возможность получить репрезентативные данные о численности горбуши в период осеннего морского нагула, которые будут использоваться при прогнозировании объемов вылова горбуши в 2024 г. Кластерный анализ (метод EM-кластеризации) скоплений молоди горбуши Охотского моря позволил выделить и оценить численность региональных группировок северного и южного комплексов в соотношении 60/40 % в пользу южной группировки. По результатам проведенных учетных траловых съемок осенью 2023 г. были получены оценки численности горбуши в Беринговом (330 млн экз.) и Охотском (1,4 млрд экз.) морях. По предварительным оценкам численность возврата в 2024 г. составит около 100 млн экз. в Беринговом и около 208 млн экз. в Охотском морях.

Ключевые слова: прогнозирование, кластеризация, вылов, подходы, лососевая путина, горбуша, траловые съемки, дифференциация, сеголетки, численность, температура

Для цитирования: Сомов А.А., Шевляков Е.А., Старовойтов А.Н., Шевляков В.А., Дедерер Н.А., Мельников И.В. Перспективы промысла горбуши в российских водах Берингова и Охотского морей в 2024 г. по результатам анализа траловых съемок молоди на НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» осенью 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 185–201. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-185-201. EDN: FZHGNO.

* Сомов Алексей Александрович, и.о. заведующего лабораторией, aleksey.somov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-8459-0498; Шевляков Евгений Александрович, кандидат биологических наук, начальник отдела, evgeniy.shevlyakov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-8556-6737; Старовойтов Александр Николаевич, кандидат биологических наук, главный специалист, aleksandr.starovoytov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X; Шевляков Валерий Александрович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, valeriy.shevlyakov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-3753-4650; Дедерер Никита Александрович, специалист, nikita.dederer@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-3618-7706; Мельников Игорь Владимирович, кандидат биологических наук, заместитель руководителя, igor.melnikov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-2327-2979.

Prospects for the pink salmon fishery in the Russian waters of the Bering and Okhotsk Seas in 2024 based on the analysis of the juveniles trawl surveys aboard RV TINRO and RV Professor Kaganovsky in the fall of 2023

Aleksey A. Somov*, **Evgeny A. Shevlyakov****, **Alexander N. Starovoitov*****,
Valery A. Shevlyakov****, **Nikita A. Dederer*******, **Igor V. Melnikov*******

*—***** Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

* acting head of the laboratory, aleksey.somov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-8459-0498

** Ph.D., head of department, evgeniy.shevlyakov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-8556-6737

*** Ph.D., chief specialist, aleksandr.starovoytov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X

**** Ph.D., leading researcher, valeriy.shevlyakov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-3753-4650

***** specialist, nikita.dederer@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-3618-7706

***** Ph.D., deputy head, igor.melnikov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-2327-2979

Abstract. Trawl surveys on juvenile pink salmon in fall season provide crucial information for forecasting their returns because of lower mortality of the juveniles in this season compared to their mortality during downstream migration in rivers or in the early marine period. Surveys by two research vessels give an opportunity to cover vast areas in a short time and to exclude repeated counts of actively migrating fish on adjacent transects. The surveys in the Bering and Okhotsk Seas in the fall of 2023 were well planned and done, so the main aggregations of pink salmon in the offshore areas were assessed, ensuring good reliability of the data on this species abundance used for forecasting pink salmon adults returns and catch. Two regional groupings of juvenile pink salmon in the Okhotsk Sea were differentiated in mixed catches using the EM clustering method; the ratio of the «northern» and «southern» groupings was 40:60%. The total counted abundance of juvenile pink salmon was $0.33 \cdot 10^9$ ind. in the Bering Sea and $1.40 \cdot 10^9$ ind. in the Okhotsk Sea that allowed to expect preliminarily the returns of approximately $100 \cdot 10^6$ ind. to the Bering Sea rivers and $208 \cdot 10^6$ ind. to the Okhotsk Sea rivers in 2024.

Keywords: fishery forecasting, clustering, catch of fish, salmon returns, salmon fishery, pink salmon, trawl survey, differentiation, juvenile, fish abundance, water temperature

For citation: Somov A.A., Shevlyakov E.A., Starovoitov A.N., Shevlyakov V.A., Dederer N.A., Melnikov I.V. Prospects for the pink salmon fishery in the Russian waters of the Bering and Okhotsk Seas in 2024 based on analysis of the juveniles trawl survey aboard RV TINRO and RV Professor Kaganovsky in the fall of 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 185–201. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-185-201. EDN: FZHGN0.

Введение

Горбуша является одним из главных объектов рыбной промышленности Дальнего Востока, обеспечивающих основу промысла лососевых рыб. Успешность лососевой путины во многом зависит от величины возврата производителей горбуши. Благодаря комплексному научному обеспечению путины на всех этапах жизненного цикла горбуши удастся хорошо или удовлетворительно предсказывать величины возвратов. Особое значение в комплексном мониторинге имеют морские траловые съемки молоди горбуши в двух основных бассейнах — Беринговом и Охотском морях. Поскольку на этапе морских миграций и освоения обширных морских пространств сеголетки горбуши уже преодолели периоды высокой и крайне изменчивой смертности в пресноводный и раннеморской периоды [Шунтов, Темных, 2010], их дальнейшая смертность не столь вариабельна. В связи с этим, а также благодаря короткому жизненному циклу горбуши, данные о численности молоди в открытом море позволяют достаточно хорошо предсказывать величину ее возврата на следующий год.

Мониторинговые работы по учёту молоди горбуши в период осеннего нагула проводятся с конца 1980-х гг. и фактически с самого начала учитывались при прогнозировании возвратов [Karpenko et al., 1998; Темных, 2001]. С начала 2000-х гг. такие работы осуществляются по стандартным схеме и срокам в Беринговом и Охотском морях [Шунтов, Темных, 2010], а с 2018 г. съемки проводятся двумя судами одновременно.

Использование двух судов позволяет охватывать районы работ в более сжатые сроки, чем при использовании одного судна, что дает возможность в Беринговом море учитывать откочевывающие

скопления горбуши до ее отхода из российской зоны и в Охотском море учитывать горбушу разных региональных стад до образования полностью смешанных скоплений.

В Беринговом море подавляющее большинство учитываемых особей горбуши происходят из рек Карагинского и Олюторского заливов, в Охотском море горбуша образует смешанные скопления различных региональных стад (западнокамчатского, континентального побережья, восточносахалинского, южных Курильских островов, о. Хоккайдо). Для оценки региональных возвратов проводится дифференциация горбуши по районам происхождения морфометрическими (ТИНРО) и генетическими (КамчатНИРО) методами.

Цель данной работы — оценить численность сеголеток горбуши в Беринговом и Охотском морях (с учетом соотношения региональных группировок) осенью 2023 г. и рассчитать ожидаемые величины возвратов и перспективы промысла горбуши на 2024 г.

Материалы и методы

Для оценки численности молоди горбуши в Беринговом и Охотском морях осенью 2023 г. использовали данные траловых уловов с борта двух научно-исследовательских судов — «ТИНРО» и «Профессор Кагановский». Съёмка в Беринговом море была выполнена в течение 13 сут, с 23.09 по 04.10.2023 г., двумя судами. Суммарно проведено 68 тралений (33 — НИС «ТИНРО», 35 — НИС «Профессор Кагановский») на акватории площадью 511 тыс. км². Работы на судах были начаты одновременно в районе к юго-западу от прол. Ближнего. Характер движения судов предполагал общее генерализованное направление параллельными галсами с юго-востока на северо-запад против миграционного потока лососей. НИС «Профессор Кагановский» двигался по внешнему контуру полигона работ, в то время как НИС «ТИНРО» охватил его центральную часть.

Съёмка в Охотском море была выполнена в течение 18 сут, с 07 по 24.10.2023 г., также двумя судами. Суммарно сделано 90 тралений (по 45 каждым НИС) на акватории площадью 814 тыс. км². Характер движения судов соответствовал направлению с юга на север и из удаленных районов по направлению к берегу против миграционного потока лососей. НИС «Профессор Кагановский» работал в восточной части моря, НИС «ТИНРО» — в западной.

Отсутствие существенных задержек из-за погодных условий и удачно спланированный маршрут движения судов позволили избежать значительных интервалов между разрезами на большей части района работ как в Беринговом, так и в Охотском море.

Траления выполняли с использованием разноглубинных канатных тралов РТ 80/396 м. Тралы были вооружены по 4-кабельной схеме и имели мелкочейную вставку (дель — 10 мм) в кутце. Длина кабелей тралов составляла 120 м. Верхняя подбора — щиток (лента брезентовая) шириной 60 см и длиной 8 м, оснащенный по верхнему краю кошельковыми наплавами (30 шт.). Нижняя подбора трала оборудована якорной цепью длиной 12 м и массой 200 кг. Применялись груза-углубители в виде набора из якорной цепи массой по 120 кг. В качестве распорных средств использовали прямоугольные щелевые доски «Юпитер-Полар» площадью 6 м². Скорость тралений во время съёмки составляла 4,5 ± 0,3 уз, а продолжительность тралений — 1 ч. Длина вытравленных ваеров изменялась от 250 до 300 м. Все траловые работы выполнялись круглосуточно. Контроль за ходом трала на обоих судах осуществлялся с помощью датчиков прибора Simrad FS 70. Данное гидроакустическое оборудование позволяло производить фактические измерения вертикального и горизонтального раскрытия устья трала, которые в дальнейшем были использованы для расчета численности горбуши. Среднее вертикальное раскрытие трала составило 26,9 ± 3,6 м, горизонтальное раскрытие — 44,2 ± 2,8 м.

Численность молоди горбуши оценивали площадным методом [Нектон..., 2006] с использованием коэффициента уловистости 0,4 и технических характеристик трала по следующей формуле:

$$N_{st} = \frac{n}{1,852 \cdot v \cdot t \cdot 0,001 \cdot a \cdot k'}$$

где N_{st} — относительная численность горбуши на станции, экз./км²; n — количество рыб в улове; v — скорость траления, уз; t — продолжительность траления, ч; a — горизонтальное раскрытие устья тра- ла, м; k — коэффициент уловистости.

Тотальную численность горбуши рассчитывали с учётом площади исследованной акватории, а именно многоугольника, соединяющего краевые станции с буфером 30 морских миль:

$$N_{tot} = \frac{\bar{N}_{st} \cdot S}{1\,000\,000},$$

где N_{tot} — тотальная численность горбуши на исследованной акватории, млн экз.; \bar{N}_{st} — средняя ариф- метическая относительной численности по всем станциям, экз./км²; S — исследованная площадь, км².

Расчёт величины возврата проводили ориентируясь на соотношение оценок численности се- голеток в море и последующих возвратов горбуши за ряд лет предыдущих наблюдений: для Беринго- ва моря за период 1989–1990 и 2002 гг. (съёмки КамчатНИРО) и 2003–2022 гг. (съёмки ТИНРО), для Охотского моря за период 2004–2022 гг. (съёмки ТИНРО).

Для Охотского моря ввиду наличия в уловах горбуши разных региональных группировок бы- ла проведена её дифференциация (северный комплекс — стада западной Камчатки и материкового побережья, южный комплекс — стада восточного Сахалина и южных Курильских островов) по дан- ным индивидуальной массы самок с помощью алгоритма EM-кластеризации [Шевляков и др., 2020] в среде R с использованием пакета *mclust* [Scrucca et al., 2016]. В отличие от предыдущих лет, когда кластеризация проводилась для всего массива данных [Сомов и др., 2023], в настоящей работе мы модифицировали метод кластеризации путем дискретного анализа выявленных скоплений, предпо- ложительно представляющих собой либо совокупности морфометрически однородных особей одного района происхождения, либо зоны смешения молоди из разных районов воспроизводства. Учитывая приуроченность миграции молоди к крупным элементам циркуляции вод в Охотском море, её про- странственное распределение и протяженность маршрута, предположили, что молодь на более позд- них стадиях откочевки от берегов в открытые воды, достигая зон смешения, будет отличаться отно- сительно более крупными размерами от молоди этих же районов происхождения, но нагуливавшихся в открытых водах меньшее количество времени. Для каждой группы тралений кластеризацию прово- дили отдельно, в последующем суммируя результаты для крупных региональных комплексов.

Расчёт площадей и построение карт распределения всех показателей проводились в про- граммной среде QGIS.

Источники данных температуры поверхности моря:

- данные собраны гидрологической научной группой на каждой станции с помощью комплекса Sea Bird Electronics model 911 plus, Carousel Deck Unit model 33, USA; данный массив использован для анализа приуроченности уловов сеголеток горбуши к определенным диапазонам температуры;
- сайт Национального управления океаническими и атмосферными исследованиями (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), ncdc.noaa.gov); данный массив использован для анализа термической ситуации в западной части Берингова моря как в границах съёмки, так и за ее пределами;
- сайт Японского метеорологического агентства (Japan Meteorological Agency NEAR-GOOS RRTDB, ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/database.html); данный массив использован для анализа тер- мической ситуации в Охотском море как в границах съёмки, так и за ее пределами.

Результаты и их обсуждение

Берингово море

На большей части акватории съёмки временной интервал между двумя соседними разрезами составлял от нуля до двух суток и лишь между первым и вторым разрезами НИС «ТИНРО» 7 сут

(рис. 1). Поскольку уловы на трех удаленных разрезах в юго-восточной части съемки не были результативными (рис. 2), то данной разницей можно пренебречь. Основная часть скоплений была учтена и оконтурена всего за 9 сут.

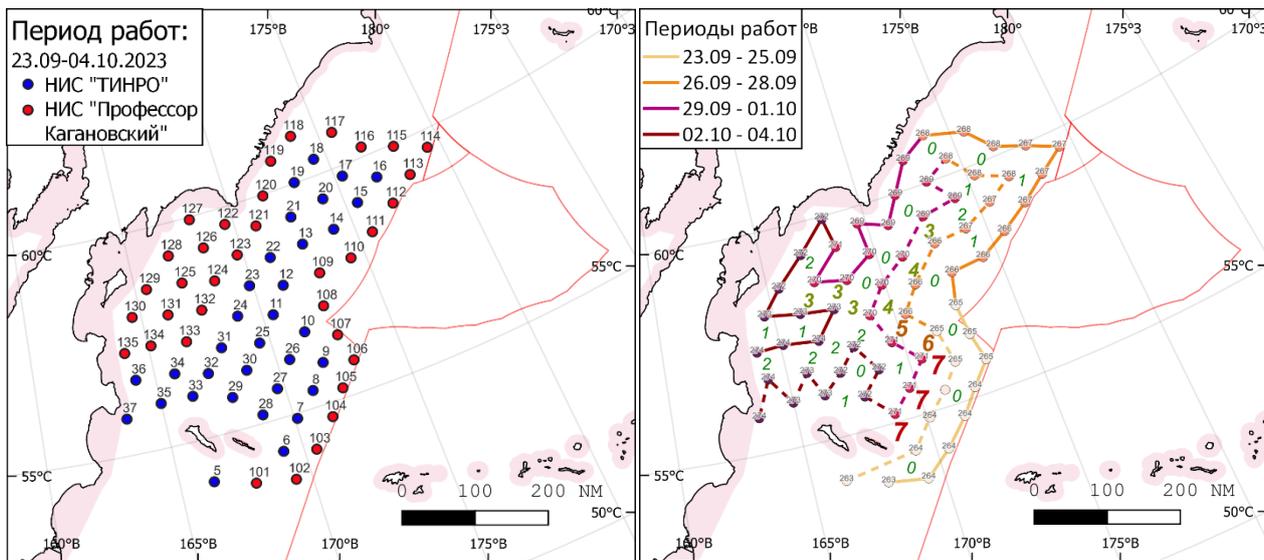


Рис. 1. Карта-схема тралений (слева) и разбивка работ по временным отрезкам (справа) в Беринговом море. Цифрами между разрезами указана разница в днях. Здесь и далее розовым цветом вдоль побережий указана 12-мильная зона территориальных вод РФ

Fig. 1. Scheme of trawl survey in the Bering Sea (left panel) and schedule of the vessels routes (right panel). Numbers between the transects indicate time intervals in days. Hereinafter: pink colored shading along coasts indicate the territorial sea of Russia (12-mile zone)

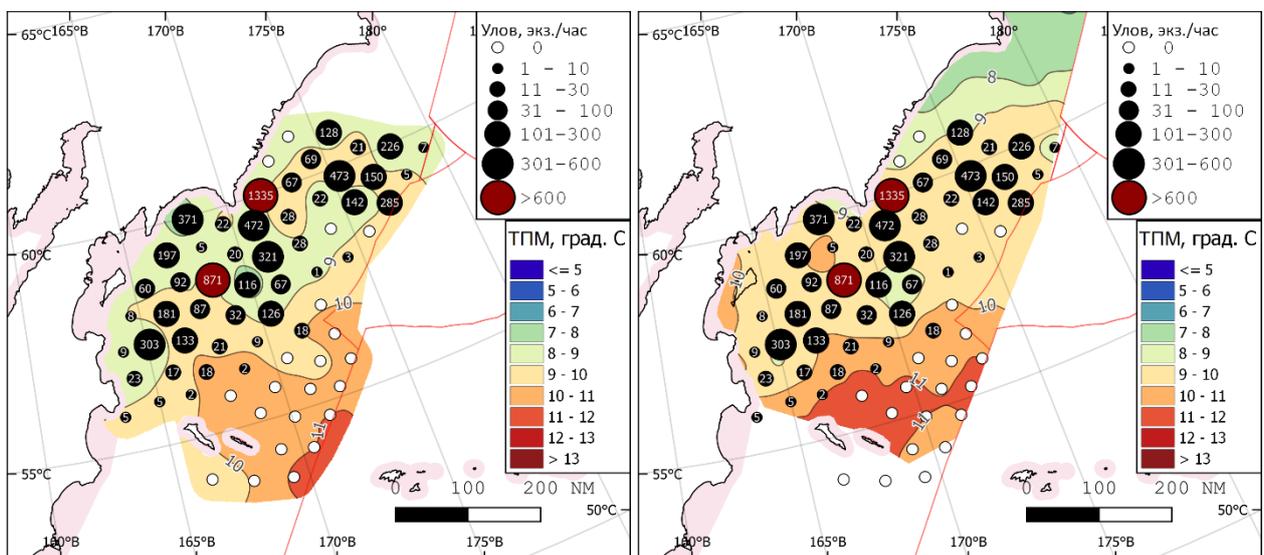


Рис. 2. Карта-схема уловов сеголеток горбуши в западной части Берингова моря на фоне температуры поверхности моря (ТПМ) по рейсовым (слева) и модельным данным о ТПМ на 28.09.2023 г. (Optimal Interpolation Sea Surface Temperature (OISSTv2.1) [https://doi.org/https://doi.org/10.25921/RE9P-PT57, 2020]) (справа)

Fig. 2. Catches of pink salmon juveniles in the western Bering Sea on the background of sea surface temperature observed in the survey (left panel) and modeled for September 28, 2023 using the on-line reanalysis OISSTv2.1 (Optimal Interpolation Sea Surface Temperature (OISSTv2.1) [https://doi.org/https://doi.org/10.25921/RE9P-PT57, 2020]) (right panel)

Пространственное распределение уловов сеголеток горбуши в 2023 г. было характерным для поколений чётных лет: ограниченное распространение на юго-восток и восток, уловы отмечались не далее 150–200 миль от берега, растянутость скоплений параллельно береговой линии. Такой характер

распределения уловов (рис. 2), а также распределение средней массы особей, несомненно, указывают на происхождение обловленных особей — реки Карагинского залива — и их миграцию из залива в восточном и северо-восточном направлениях. При этом невысокие уловы у Карагинского залива свидетельствуют, что молодь горбуши в основной своей массе покинула прибрежные воды.

При рассмотрении пространственного распределения относительной численности сеголеток заметно отчетливое разделение на два скопления с границей к северо-западу от мыса Олюторского (рис. 3). Вероятно, что при быстром покрытии полигона работ станциями без существенных задержек удалось зафиксировать первую волну раннеоткочевывающей молоди, размеры тела которой (более 80 г) превышали таковые у сеголеток в Командорской котловине (50–70 г) (рис. 3). При этом стоит отметить, что в сравнении с предыдущими годами средние размеры тела сеголеток горбуши существенно уменьшились (рис. 4), особенно в 2017–2023 гг., что может являться как результатом откочевки более крупной молоди в глубоководные районы в более ранние сроки, так и влиянием значительно меньшей продолжительности съемок в 2018–2023 гг. и соответствующим сокращением периода наблюдений.

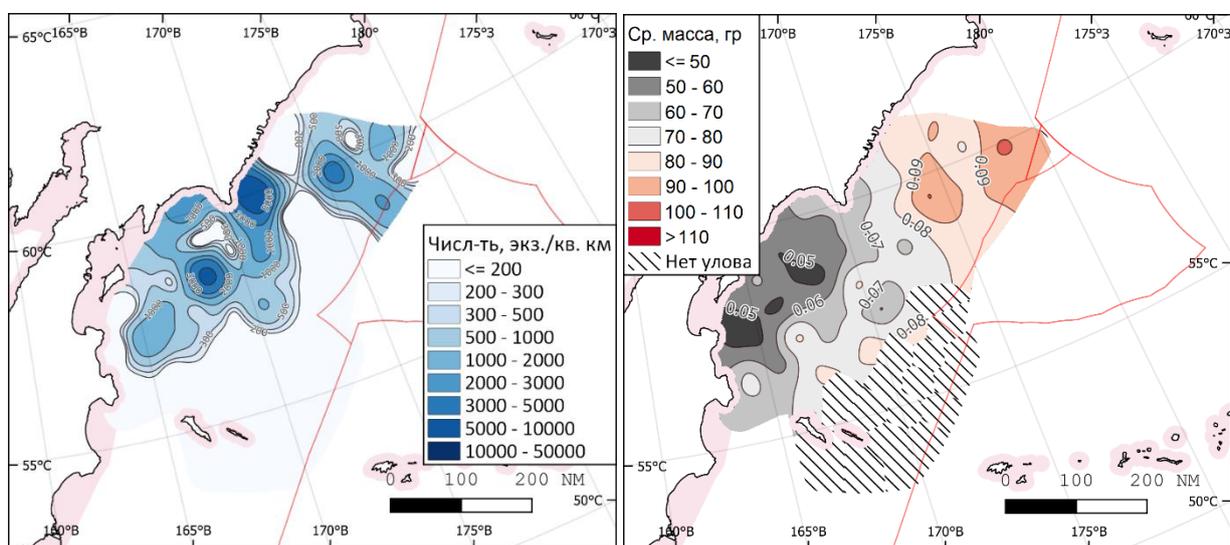


Рис. 3. Пространственное распределение относительной численности, экз./км² (слева), и средней массы особей, г (справа), сеголеток горбуши осенью 2023 г.

Fig. 3. Distribution density, ind./km² (left panel) and average weight of individuals, kg (right panel) of pink salmon juveniles in the Bering Sea in fall 2023

Большинство значимых уловов сеголеток горбуши было отмечено в диапазоне температур 8–9 °С (рис. 5), как и в предыдущие годы исследований. Распределение уловов в 2023 г. напоминает ситуацию 2021 г. [Старовойтов и др., 2022], когда основные скопления сеголеток были вытянуты вдоль берега и ограниченно распространены на юго-восток и восток, поскольку с севера уже отмечались процессы осеннего охлаждения, а южнее температура воды была относительно высокой. Северная граница распространения сеголеток в 2021 г. находилась на той же широте, что и наиболее северные станции в 2023 г. Помимо этого, снижение температуры поверхности моря к северу от полигона работ в 2023 г. позволяет предположить, что неучтенной съемкой осталась небольшая часть всех скоплений сеголеток горбуши.

Стоит отметить, что уровень ТПМ в сентябре в последние годы в глубоководных котловинах западной части Берингова моря увеличился (см. рис. 4) и с 2017 г. стабильно выше среднееголетних значений, за исключением 2020 г. При этом в сентябре на севере — в Анадырском заливе — уже активно начинаются процессы осеннего выхолаживания. В результате в глубоководных котловинах формируется относительно ограниченная зона оптимальной ТПМ для сеголеток горбуши. В годы урожайных поколений (четные годы учёта) сеголетки горбуши за счёт плотностного фактора распро-

страняются на более обширные акватории, в меньшей степени приурочены к диапазону оптимальных температур и чаще учитываются и за его пределами. В годы низкой численности (чаще нечетные годы учета) плотностной фактор оказывает меньшее влияние, за счёт чего концентрации сеголеток горбуши более приурочены к оптимальной ТПМ, что отчетливо видно в 2021 и 2023 гг. (см. рис. 5).

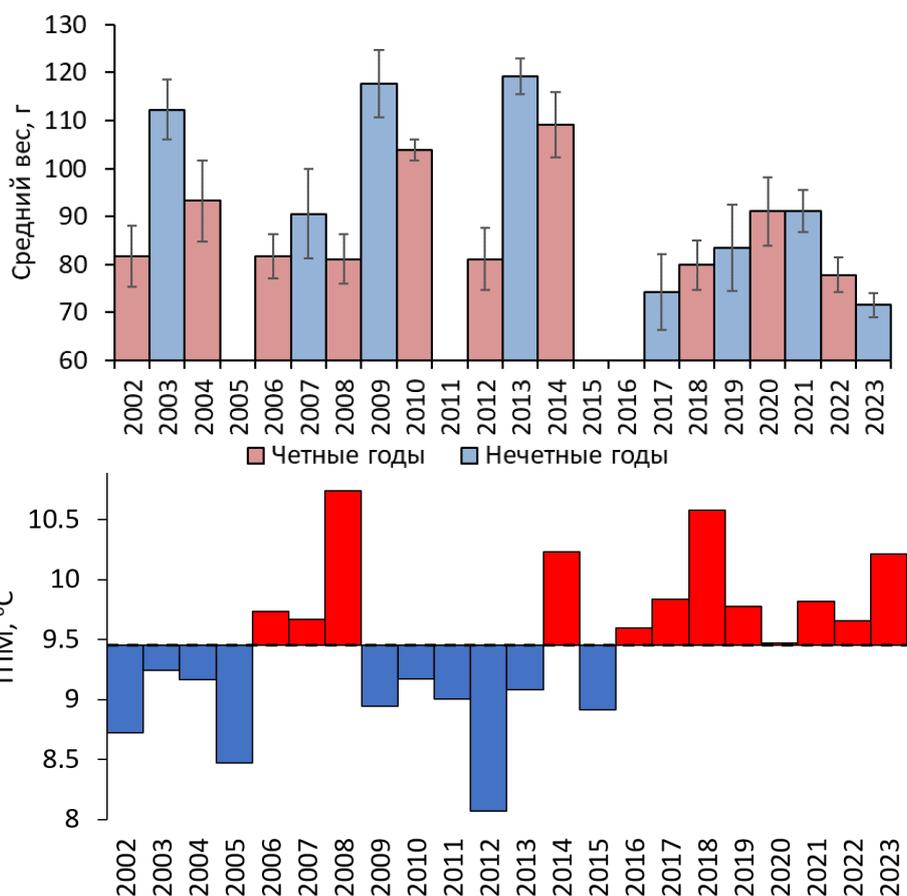


Рис. 4. Межгодовая динамика средней массы тела сеголеток горбуши (сверху), средней ТПМ в сентябре (снизу) в Беринговом море

Fig. 4. Interannual dynamics of average body weight (g) for juvenile pink salmon (top panel) and average SST in September (bottom panel) in the Bering Sea

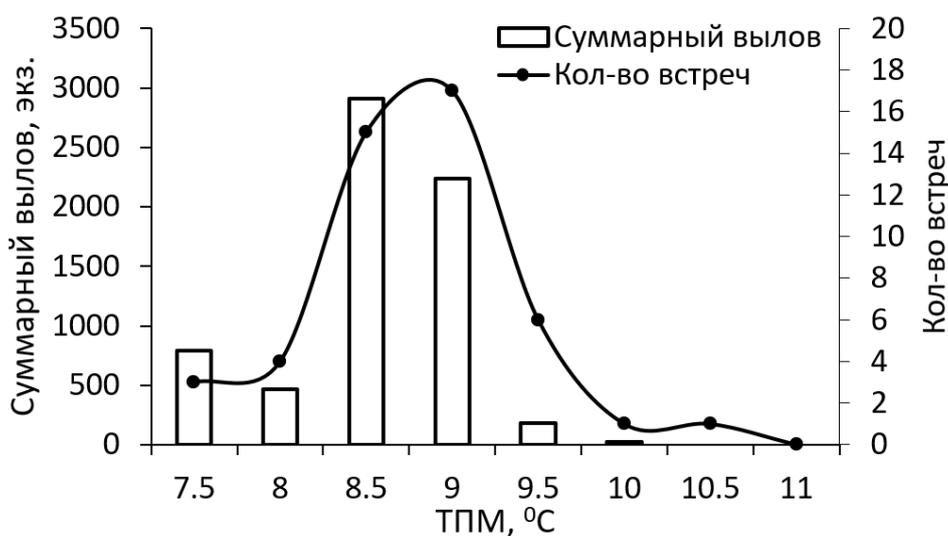


Рис. 5. Количество выловленных особей и количество результативных уловов сеголеток горбуши в Беринговом море в 2023 г. в зависимости от ТПМ

Fig. 5. Number of individuals caught (bars) and number of successful catches (lines) for pink salmon juveniles in the Bering Sea in 2023 in relation to SST

Общая ученная численность сеголеток горбуши в западной части Берингова моря в 2023 г. составила 330 млн экз. Данная оценка численности четного поколения горбуши восточной Камчатки почти вдвое превышает средние оценки для поколений четных лет (рис. 6).

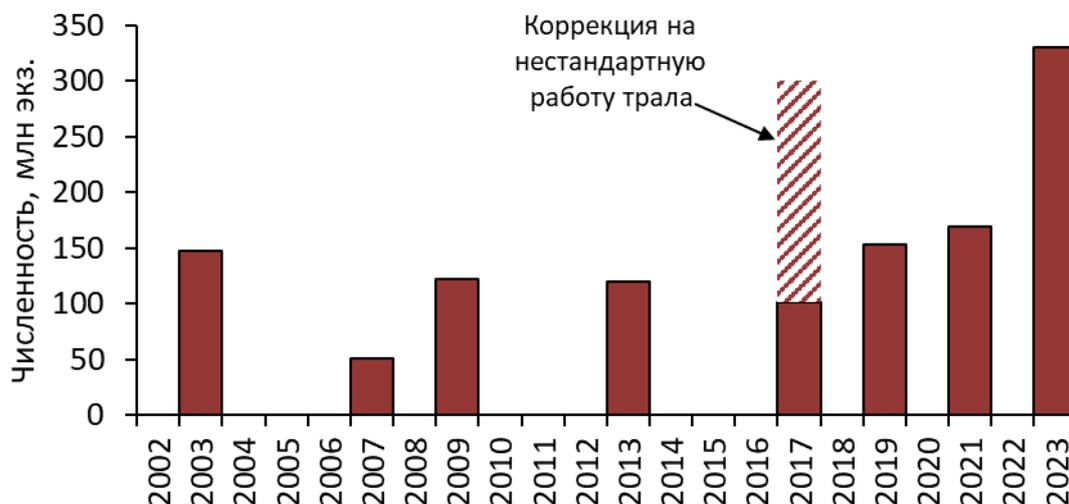


Рис. 6. Межгодовая динамика учтенной численности сеголеток горбуши в Беринговом море в нечетные годы (чётное поколение)

Fig. 6. Interannual dynamics of counted pink salmon juveniles abundance in the Bering Sea in odd-numbered years (for year-classes of even years)

Согласно регрессионной модели «численность сеголеток в море — возврат», описывающей весь доступный ряд данных, подходы горбуши в 2024 г. ожидаются на уровне 76 ± 15 млн экз. (рис. 7). При этом привлекает внимание то, что величины возврата в 2019–2023 гг. превышали ожидаемые значения на основе всех учетов на 30–50 % (рис. 7, слева), что, вероятно, связано с внедрением в практику быстрой съемки двумя судами. Если рассматривать только ряд данных за 2018–2022 гг. проведения съемок, то ожидаемый возврат на 2024 г. составляет 100 ± 19 млн экз. Уровень пропуска для поколения данной линии в последние годы (2018 и 2022 гг.) составлял около 40 млн экз., а средняя навеска — 1,3 кг. Таким образом, ожидаемый вылов составит около 78 ± 25 тыс. т.

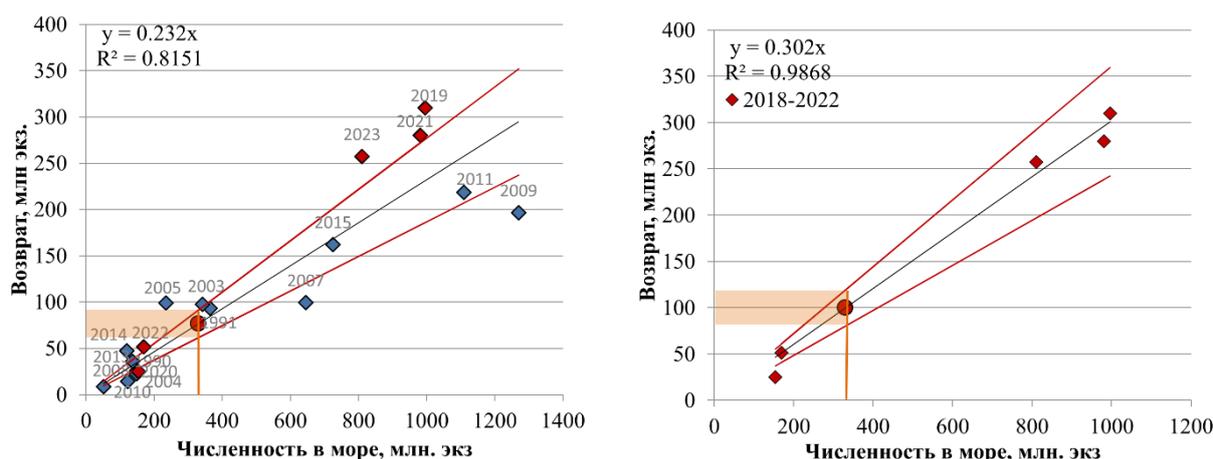


Рис. 7. Зависимость подходов горбуши от результатов учетной осенней траловой съемки в Беринговом море: **слева** — по всему ряду наблюдений, **справа** — ряд лет с одновременным использованием двух судов (2018–2022 гг.). Цифрами обозначены годы возврата; красными кружками — фактическая учтенная численность в 2023 г.; затененная оранжевым цветом область — диапазон численности предполагаемого возврата

Fig. 7. Pink salmon returns to the Bering Sea rivers in dependence on the juveniles abundance in fall of preceding years: **left** — for all fall surveys, **right** — for the fall surveys by two vessels (2018–2022). Numbers indicate the years of returns; red lines – 25% deviations from the regression line; red circle shows the actual estimated abundance in 2023; orange shaded area – the range of estimated return abundance

Охотское море

В среднем временной интервал между галсами не превышал 4 сут, лишь на этапах завершения съемки интервал превысил 10 сут (рис. 8).

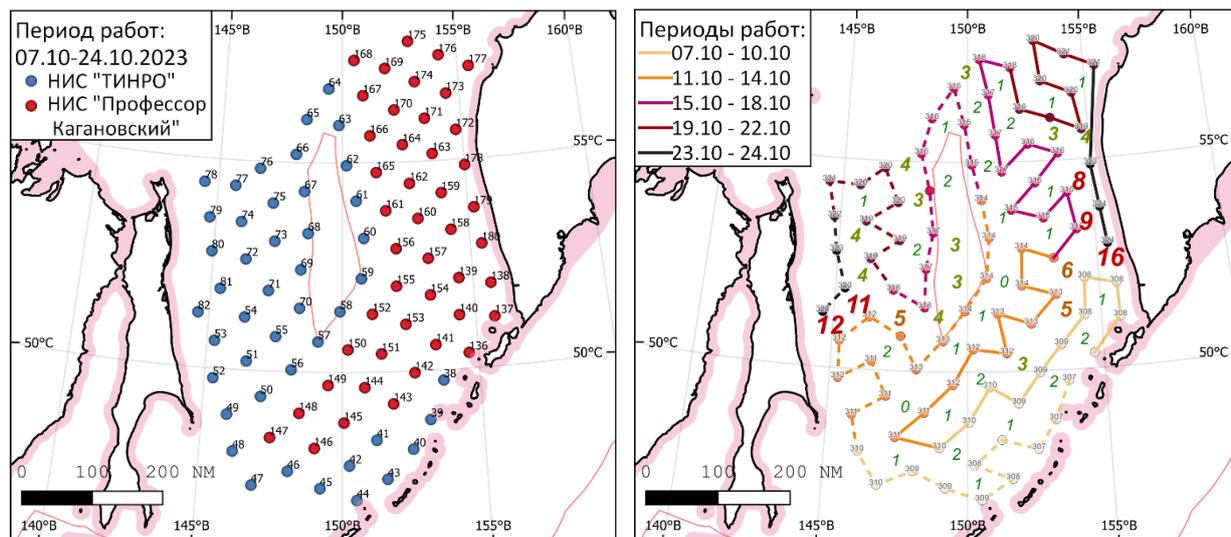


Рис. 8. Карта-схема тралений (слева) и разбивка работ по временным отрезкам (справа) в Охотском море. Цифрами между разрезами указана разница в днях

Fig. 8. Scheme of trawl survey in the Okhotsk Sea (left panel) and schedule of the vessels' routes (right panel). Numbers between the transects indicate time intervals in days

Уловы НИС «Профессор Кагановский» в прибрежной части п-ова Камчатка были низкими, что означает массовую откочёвку молоди в более отдаленные морские районы, где уловы были существенно выше, достигая максимальных значений (до 2042 экз./час) у юго-восточной границы центрального анклава (рис. 9). При продвижении судна галсами на север уловы постепенно снижались (рис. 9). Схожая картина распределения уловов наблюдалась и при работе НИС «ТИНРО» — наибольшие уловы у центрального анклава, однако в северной части полигона исследований НИС «ТИНРО» уловы оставались высокими, как и на прибрежных станциях (рис. 9). Значительное снижение ТПМ за пределами северной части полигона работ (рис. 9 и 10) предполагает отсутствие значимых концентраций сеголеток горбуши вне охваченной съемкой акватории.

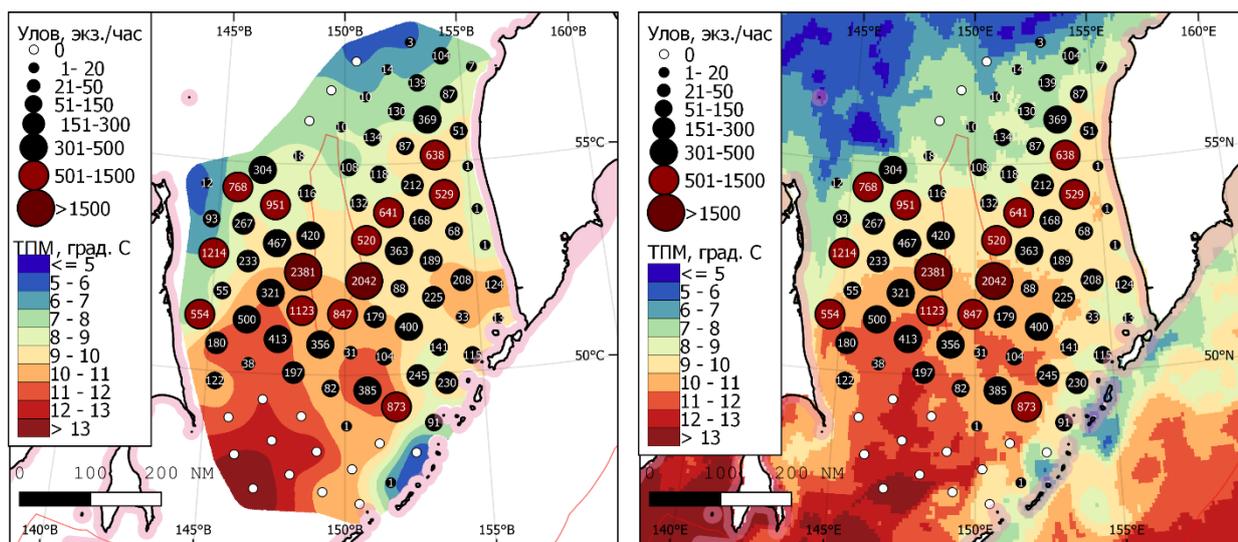


Рис. 9. Карта-схема уловов сеголеток горбуши в Охотском море на фоне температуры поверхности моря по рейсовым (слева) и модельным данным о ТПМ на 28.09.2023 г. (Japan Meteorological Agency NEAR-GOOS RRTDB) (справа)

Fig. 9. Catches of pink salmon juveniles in the Okhotsk Sea on the background of sea surface temperature observed in the survey (left panel) and provided on September 28, 2023 by NEAR-GOOS real-time data base of Japan Meteorological Agency (right panel)

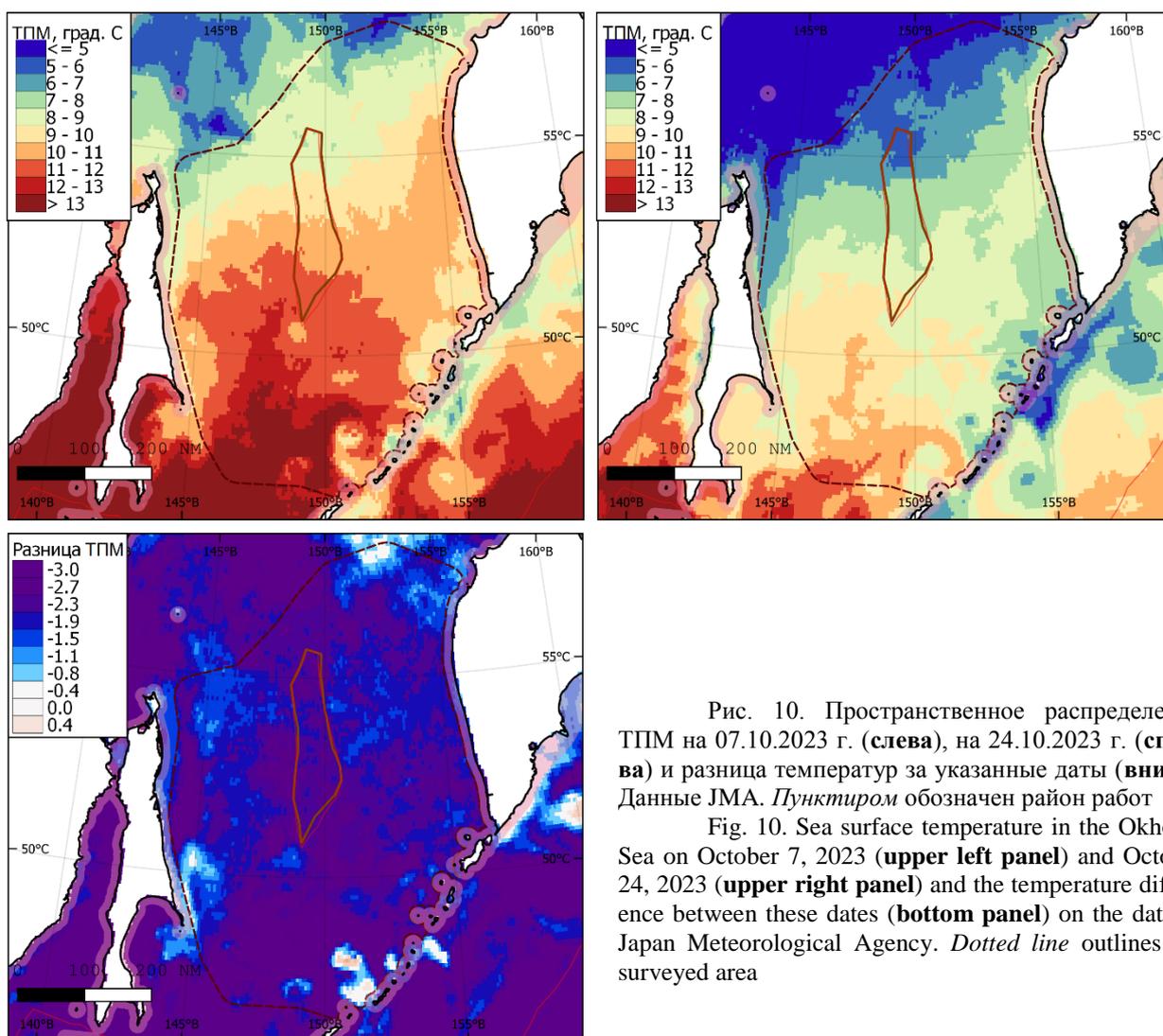


Рис. 10. Пространственное распределение ТПМ на 07.10.2023 г. (слева), на 24.10.2023 г. (справа) и разница температур за указанные даты (внизу). Данные JMA. Пунктиром обозначен район работ

Fig. 10. Sea surface temperature in the Okhotsk Sea on October 7, 2023 (upper left panel) and October 24, 2023 (upper right panel) and the temperature difference between these dates (bottom panel) on the data of Japan Meteorological Agency. Dotted line outlines the surveyed area

Распределение ТПМ в Охотском море к началу работ в 2023 г. характеризовалось постепенным увеличением температуры по направлению с северной части моря на юг, при этом на севере моря изотермы располагались параллельно конфигурации материкового побережья Охотского моря (рис. 10). В южной части моря конфигурация изотерм была изменена значительным влиянием притока теплой воды со стороны южных Курильских островов и прол. Лаперуза (рис. 10). За период работ в Охотском море отмечались активные процессы осеннего выхолаживания, и за 18 сут съемки температура воды на большей части акватории снизилась на 2,5–3,0 °С, а смещение изотерм на юг составило около 150–200 миль (рис. 10).

Сеголетки горбуши встречались в уловах при температуре поверхности от 5,9 до 12,0 °С, при этом основные уловы отмечались в температурном диапазоне 9–10 °С (рис. 11). Для сравнения, в 2022 г. наибольшее количество особей отмечалось при температуре 7–9 °С [Сомов и др., 2023], а в 2021 г. — 8–10 °С [Старовойтов и др., 2022].

Распределение размерно-массовых показателей сеголеток горбуши (рис. 12) указывает на некоторую пространственную разнокачественность. Например, скопления в северо-восточной части района работ имели низкие показатели средней длины (< 23 см), массы тела (< 120 г), а также показатели упитанности (по Фультону) (< 1,00). В центральной части моря отмечались особи с более высокими показателями средней длины (> 24 см) и массы тела (> 140 г), а также умеренным показателем упитанности (1,00–1,05). В западной части района работ, у восточного и северо-восточного Сахалина, наблюдались сеголетки с относительно низкими показателями длины (22,0–23,5 см) и массы тела (120–140 г), но довольно высокими показателями упитанности (> 1,05) (рис. 12).

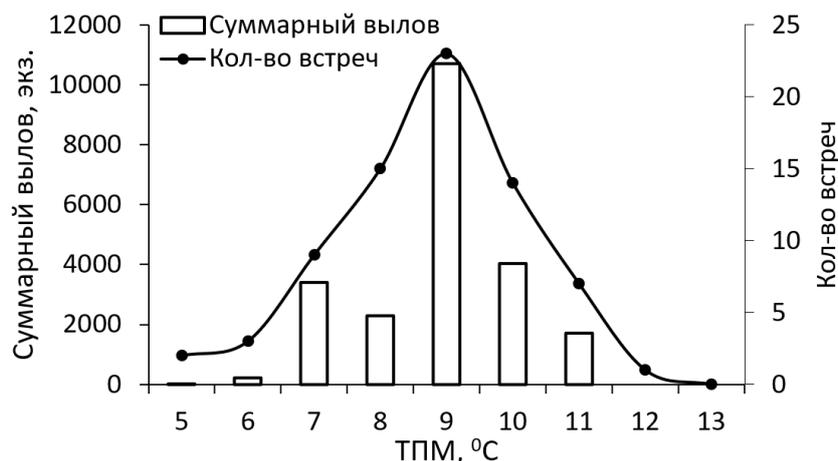


Рис. 11. Количество выловленных особей и количество результативных уловов сеголеток горбуши в Охотском море в 2023 г. в зависимости от ТПМ

Fig. 11. Number of individuals caught (*bars*) and number of successful catches (*lines*) for pink salmon juveniles in the Okhotsk Sea in 2023 in relation to SST

По результатам EM-кластеризации (рис. 13) в группах тралений 2–5 преобладали более мелкие самки средней массой тела 90–120 г при общей тенденции на увеличение этого показателя при продвижении против часовой стрелки. Доля мелкоразмерных рыб в этих группах тралений составляла 75–95 %. Мы относим эту мелкоразмерную молодь к северным стадам.

В группах тралений 1 и 6–8 в уловах преобладали более крупные самки со средней массой тела 133–156 г. Доля крупноразмерных самок в уловах указанных групп тралений составляла 78–96 %. Мы относим данную крупноразмерную молодь к южной группировке. Поскольку метод EM-кластеризации позволяет каждую проанализированную особь ассоциировать с конкретным кластером, это даёт возможность оценки пространственного распределения выделенных региональных комплексов (рис. 14).

Таким образом, сеголетки горбуши северных стад были распределены преимущественно в северной, северо-западной и западной частях района работ. Такое распределение в совокупности с трендом на увеличение средней массы в западном направлении указывает на генерализованное направление миграции против часовой стрелки. Сеголетки горбуши южных стад были преимущественно распределены в центральной и юго-восточной частях моря. При этом в центральной и северо-западной частях района работ отмечена высокая степень смешения скоплений (рис. 14).

Общая численность сеголеток горбуши в Охотском море осенью 2023 г. оценена в 1430 млн экз., и это второй по величине показатель после 2017 г. (2700 млн экз.) для поколения четных лет (учёт сеголеток в нечётные годы) (рис. 15).

Соотношение численности выделенных региональных группировок составило 40/60 в пользу южной группировки (соответственно 580 и 900 млн экз.). Судя по данным вылова родительского поколения горбуши по регионам Охотского моря в 2022 г. (рис. 15) доля южного комплекса (восточный Сахалин + южные Курильские острова) составила 54 %, а северного комплекса (западная Камчатка + материковое побережье Охотского моря) — 46 %, что в целом соответствует вкладу региональных комплексов, оцененному по итогам настоящей съемки и дальнейшего анализа.

Стоит отметить, что снижающийся уровень вылова горбуши на западной Камчатке для чётной линии наблюдается с 2018 г., когда был зафиксирован рекордный вылов [Шунтов, Темных, 2018], при этом наблюдается существенное увеличение вылова в Хабаровском крае (17 тыс. т в 2022 г.). Информация о величине ската молоди из рек Охотского моря в 2023 г. (по устным сообщениям сотрудников дальневосточных филиалов ВНИРО) указывает на низкий относительно прежних нечетных лет уровень ската на западной Камчатке, повышенный на восточном Сахалине и южных Курильских островах и высокий в Хабаровском крае.

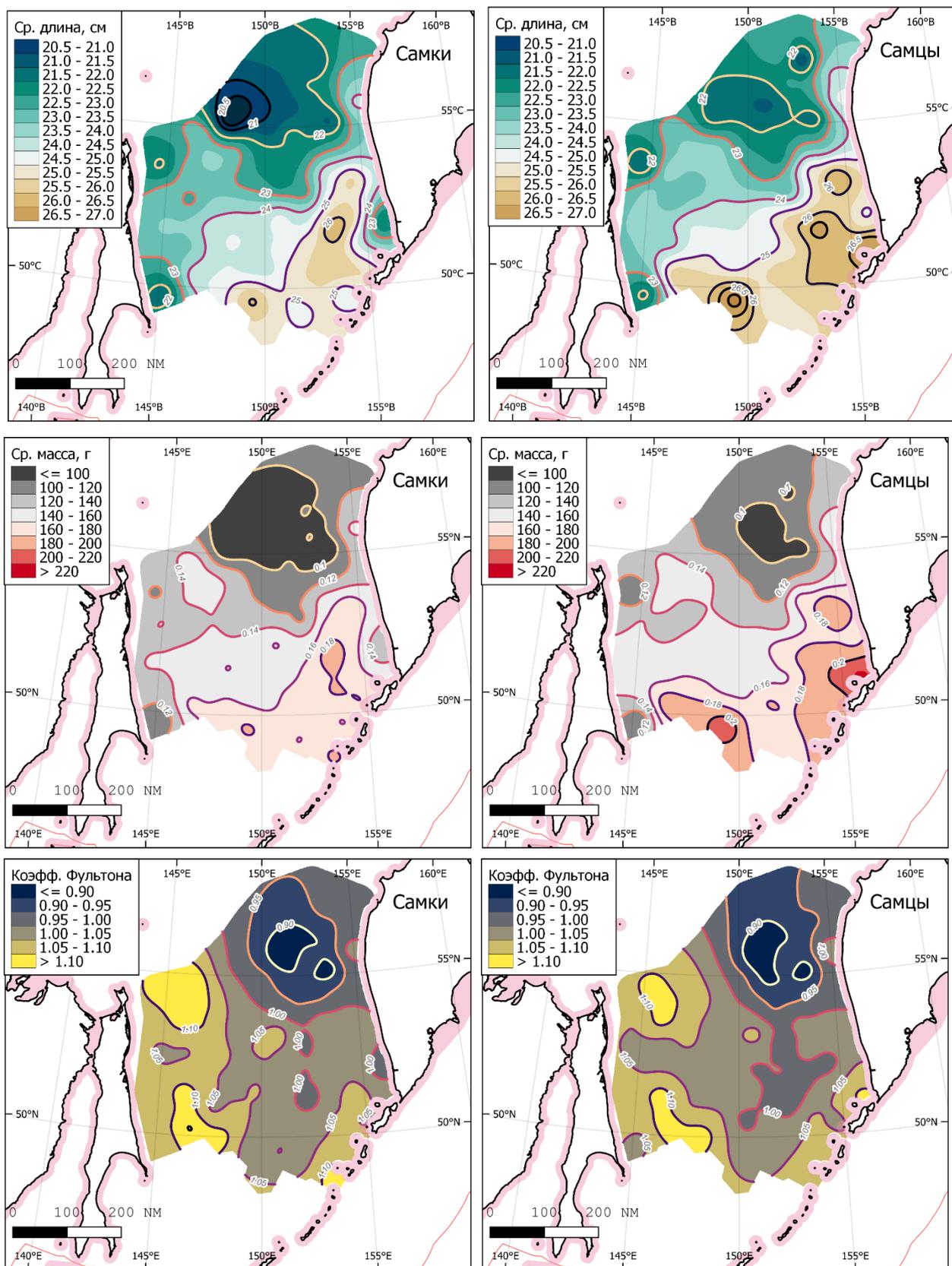


Рис. 12. Пространственное распределение средней длины (верхний ряд), средней массы тела (средний ряд) и показателя упитанности по Фультону (нижний ряд) сеголеток горбуши: слева — самки, справа — самцы
 Fig. 12. Average length (top row), average body weight (middle row), and Fulton condition factor (bottom row) for juvenile pink salmon: left panels — females, right panels — males

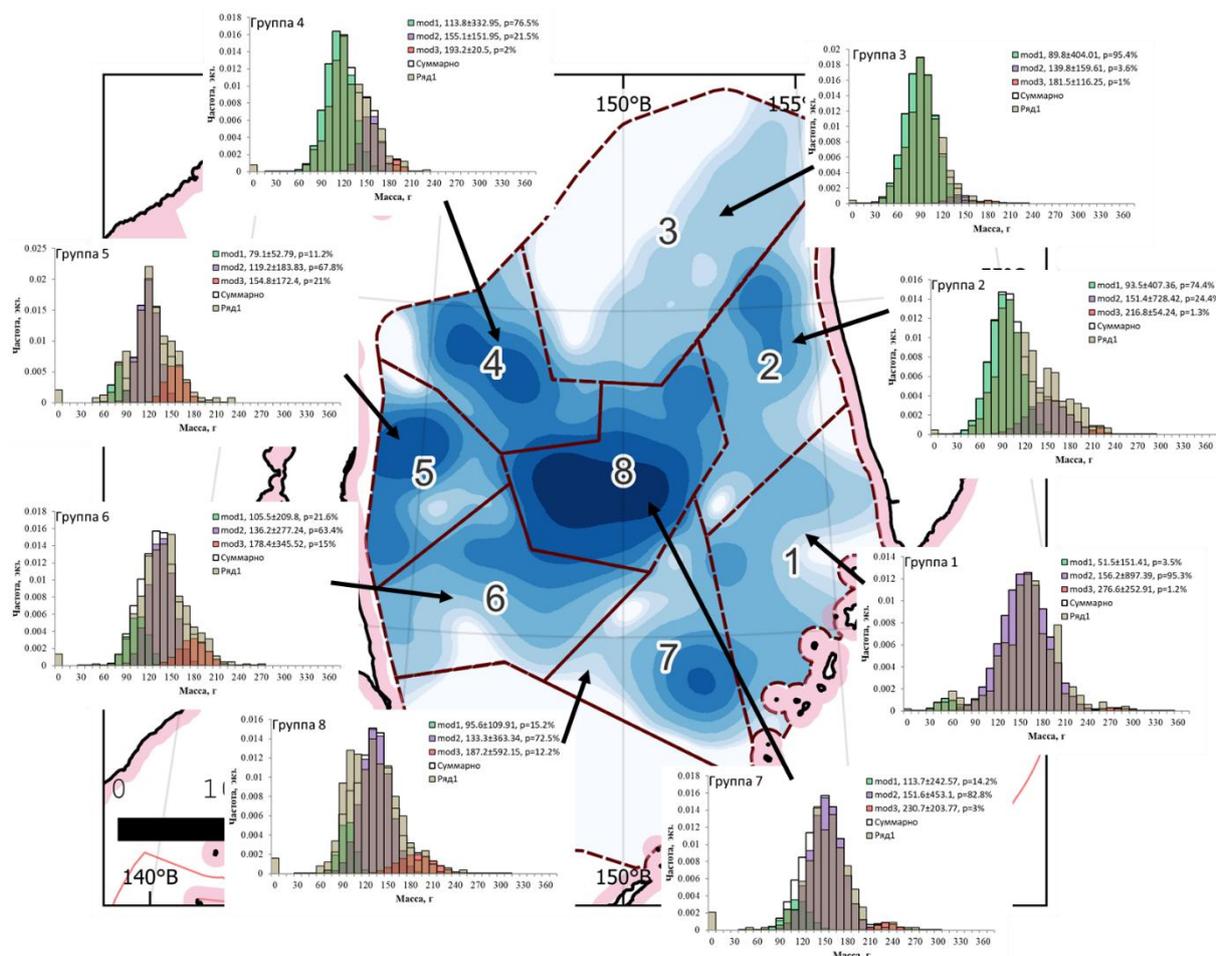


Рис. 13. EM-кластеризация смешанных скоплений сеголеток горбуши в различных областях района работ. Кластеризация проведена по массе самок (без внутренностей)

Fig. 13. Results of EM clustering of mixed aggregations of pink salmon juveniles in certain areas of the survey by individual weight of females (without entrails)

Таким образом, учитывая соотношение оценок численности сеголеток горбуши вышеуказанных региональных комплексов, величину вылова по регионам Охотского моря в 2022 г. и устные сообщения о величине ската молоди в 2023 г., мы предполагаем, что в структуре вылова горбуши охотоморского бассейна в 2024 г. будут преобладать рыбы южных регионов. Дальнейшая работа по проведению региональной дифференциации генетическими методами позволит более предметно судить о перспективах подхода горбуши разных региональных комплексов Охотского моря.

Отметим, что предлагаемое разделение численности смешанных скоплений на региональные группировки весьма условно и субъективно. По результатам прошлогодней съемки (2022 г.) соотношение сезонных региональных группировок по результатам EM-кластеризации было оценено как 50/50 [Сомов и др., 2023], однако фактические данные указывают на преобладание в подходах 2023 г. западнокамчатской горбуши (более 80 %) [Шевляков и др., наст. бюл.]. Очевидно, что степень смешения региональных группировок в уловах была существенно выше, чем мы предполагали, особенно в центральной части моря, где, вероятно, подросшая камчатская горбуша ранней волны миграции была отнесена к южному комплексу.

При анализе данных 2022 г. в отличие от данных текущего года EM-кластеризацию проводили для всего массива данных, без разбивки по группам тралений, что очевидно привело к некорректным результатам, поскольку средние размеры сеголеток горбуши за период проведения работ (18 сут) существенно изменились. Применение метода EM-кластеризации для данных 2022 г. дифференцировано по зонам повышенной концентрации сеголеток (по аналогии с анализом текущего года, см. рис. 13) при ретроспективном анализе траловой съемки 2022 г. показало увеличение доли западнокамчатской горбуши с 50 до 65 %.

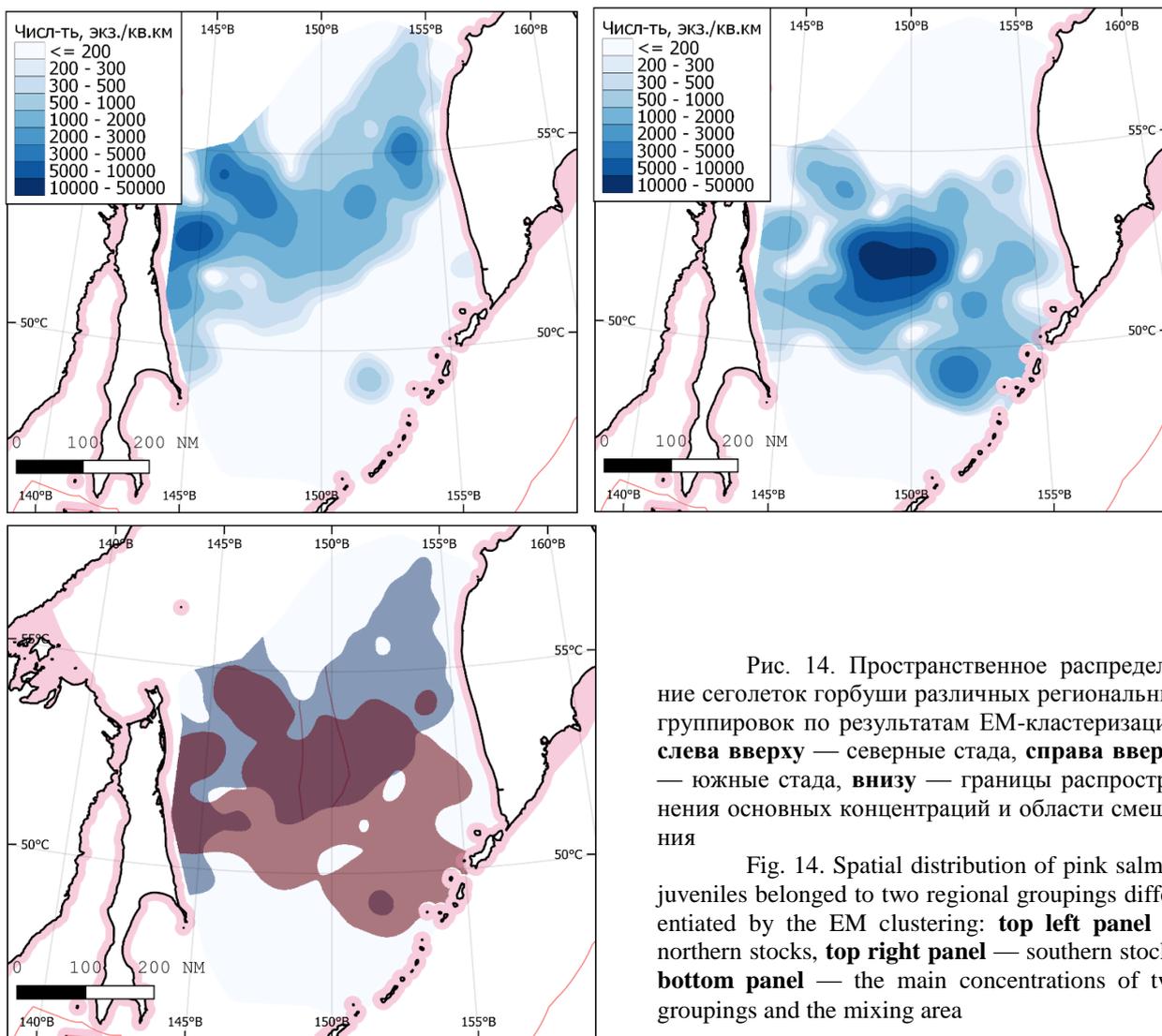


Рис. 14. Пространственное распределение сеголеток горбуши различных региональных группировок по результатам EM-кластеризации: **слева сверху** — северные стада, **справа сверху** — южные стада, **внизу** — границы распространения основных концентраций и области смешения

Fig. 14. Spatial distribution of pink salmon juveniles belonged to two regional groupings differentiated by the EM clustering: **top left panel** — northern stocks, **top right panel** — southern stocks, **bottom panel** — the main concentrations of two groupings and the mixing area

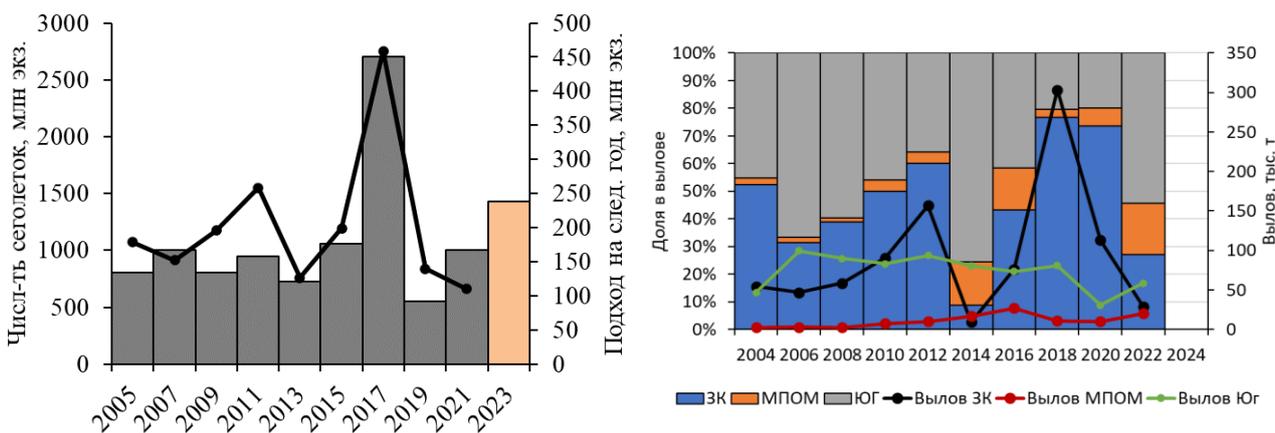


Рис. 15. Динамика численности сеголеток в Охотском море (столбцы) и их последующие возвраты для чётной линии лет (линия) (слева) и динамика вылова горбуши по крупным региональным группам и их соотношение (справа): ЗК — западная Камчатка, МПОМ — материковое побережье Охотского моря, ЮГ — восточный Сахалин и южные Курильские острова

Fig. 15. Dynamics of juvenile pink salmon abundance (bars) in the Okhotsk Sea and their returns for even-numbered years (line) (left panel) and dynamics of pink salmon landing by major regional groups and their ratio (right panel): ЗК — West Kamchatka, МПОМ — continental coast of the Okhotsk Sea, ЮГ — East Sakhalin and southern Kurile Islands

При уровне численности 1430 млн экз. ожидаемая величина возврата горбуши в охотоморский бассейн в 2024 г., полученная на основе регрессионной модели «численность сеголеток в море — возврат» по общему ряду наблюдений с 2004 г. (рис. 16, слева), составляет $250,0 \pm 65,2$ млн экз. Отметим, что в последние годы прогнозная величина по данной регрессии систематически превышала реальные величины подходов, по всей видимости, вследствие внедрения в практику компактной съемки двумя судами. Учитывая, что ряд наблюдений по новой методике составляет уже пять лет, была построена регрессионная модель «численность сеголеток в море — возврат» только по данным съемок с 2018 г. (рис. 16, справа). По данной модели наиболее вероятный возврат горбуши в Охотское море в 2024 г. составит около 208 ± 52 млн экз. С учетом возможного пропуска производителей в реки в количестве до 50 млн особей и средней навески 1,3 кг общий ожидаемый вылов горбуши в бассейне Охотского моря в 2024 г. может составить около 203 ± 73 тыс. т.

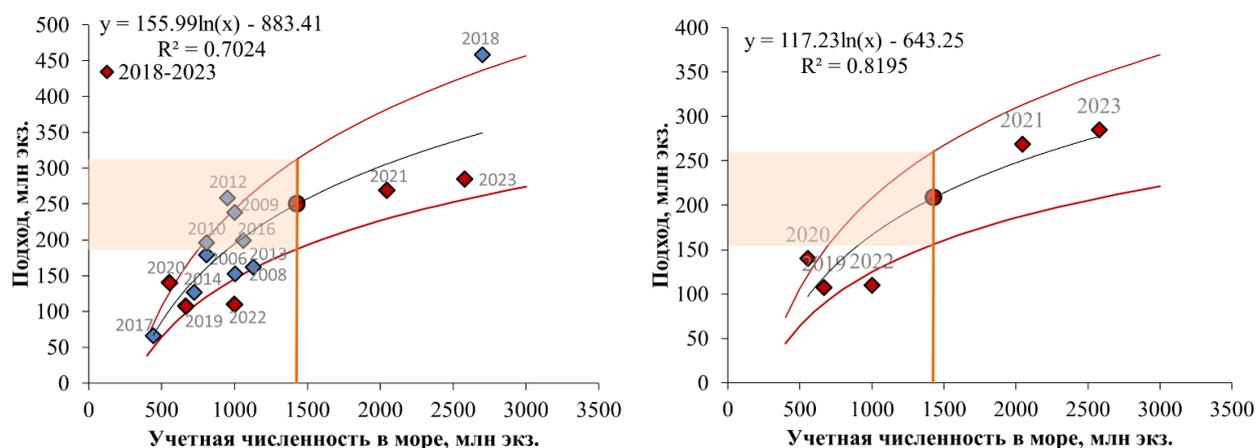


Рис. 16. Зависимость подходов горбуши от результатов учетной осенней съемки сеголеток в Охотском море: **слева** — по всему ряду наблюдений, **справа** — ряд лет с одновременным использованием двух судов (2018–2022 гг.). Цифрами обозначены годы возврата; красными линиями — 25 %-ные отклонения от линии регрессии; красным кружком — фактическая учетная численность в 2023 г.; затененная оранжевым цветом область — диапазон численности предполагаемого возврата

Fig. 16. Pink salmon returns to the Okhotsk Sea rivers in dependence on the juveniles abundance in fall of preceding years: **left** — for all fall surveys, **right** — for the fall surveys by two vessels (2018–2022). Numbers indicate the years of returns; red lines – 25% deviations from the regression line; red circle shows the actual estimated abundance in 2023; orange shaded area – the range of estimated return abundance

Заключение

Морские осенние траловые съемки, проведенные ТИНРО в 2023 г., позволили оценить численность сеголеток горбуши в Беринговом море на уровне 330 млн экз., что является рекордной величиной для нечетных лет наблюдений. Данная оценка численности подразумевает возврат горбуши в Карагинский залив в 2024 г. на уровне 100 млн экз. и вылов на уровне около 100 тыс. т. В Охотском море численность сеголеток оценена в 1,4 млрд экз. — четвертый результат за все время наблюдений и второй по четным поколениям. Такая величина предполагает общий возврат в бассейн в 2024 г. на уровне около 208 млн экз. и вылов около 200 тыс. т.

Соотношение численности региональных группировок по результатам EM-кластеризации составило 60/40 % в пользу южных (сахалино-курильских) стад. Исходя из распределения учетной молоди горбуши по сезонным группировкам, пространственного распределения молоди внутри группировок, регионального соотношения в пропуске производителей, можно полагать примерно равный возврат ранней формы к западной Камчатке, северной (магаданское побережье) и южной (побережье Хабаровского края) частям материкового побережья Охотского моря. Характер распределения горбуши северной группировки у побережья северо-восточного Сахалина может указывать на увеличе-

ние численности горбуши Охотского района. В подходах поздней формы будет абсолютно преобладать восточносахалинская горбуша.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Выражаем благодарность экипажам НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» за добросовестный труд и качественный сбор первичных материалов.

The authors are grateful to the crews and scientific teams of RV TINRO and RV Professor Kaganovskiy for their diligent work and high-quality collection of primary research materials.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена согласно тематическому плану Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО).
The study was carried out according to the thematic plan of the Pacific branch of VNIRO (TINRO).

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.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Все авторы принимали участие в обсуждении результатов и редактировании текста рукописи. В сборе первичных материалов участвовали А.Н. Старовойтов и Н.А. Дедерер.

Data for the study were collected by A.N. Starovoytov and N.A. Dederer. All authors jointly analyzed the data, discussed the results, wrote, illustrated and edited the manuscript.

Список литературы

Нектон западной части Берингова моря. Таблицы численности, биомассы и соотношения видов / под ред. В.П. Шунтова и Л.Н. Бочарова. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — 416 с.

Сомов А.А., Шевляков Е.А., Старовойтов А.Н. и др. Перспективы промысла горбуши в дальневосточных регионах Берингова и Охотского морей в 2023 г. по результатам анализа траловых съемок молоди на НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» осенью 2022 г. // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 87–100. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-87-100. EDN: SVAJWC.

Старовойтов А.Н., Пономарев С.С., Чульчиков Д.Н. Результаты тралового учета посткатадромной молоди тихоокеанских лососей в Беринговом и Охотском морях осенью 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022. — С. 51–65. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-51-65.

Темных О.С. Опыт прогнозирования подходов горбуши в Охотское море по данным морских траловых съемок // Вопр. рыб-ва. — 2001. — Т. 2, № 1(5). — С. 140–153.

Шевляков Е.А., Фельдман М.Г., Шевляков В.А., Канзепарова А.Н. К методике разделения мигрирующих популяционных комплексов охотоморской горбуши в прикурильских водах Тихого океана с использованием гонадо-соматического индекса // Изв. ТИНРО. — 2020. — Т. 200, вып. 1. — С. 24–37. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-24-37.

Шевляков Е.А., Сомов А.А., Шевляков В.А. и др. Промысел горбуши в Дальневосточном рыбопромысловом бассейне в 2023 г.: предварительные исследования, прогноз, интерпретация итогов путины // Наст. бюл.

Шунтов В.П., Темных О.С. Дальневосточная лососевая путина–2018: абсолютный исторический рекорд, обеспеченный камчатской горбушей // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — С. 3–13.

Шунтов В.П., Темных О.С. Изученность экологии горбуши на разных этапах жизненного цикла в связи с прогнозированием уловов и управлением ее ресурсами и промыслом // Бюл. № 5 реализации «Концепции

дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИПРО-центр, 2010. — С. 226–242.

Karpenko V.I., Erokhin V.G., and Smorodin V.P. Abundance and biology of Kamchatkan salmon during the initial year of ocean residence // NPAFC Bull. — 1998. — № 1. — P. 352–366.

Scrucca L., Fop M., Murphy T.B. and Raftery A.E. mclust 5: clustering, classification and density estimation using Gaussian finite mixture models // The R Journal. — 2016. — № 8/1. — P. 289–317.

Поступила в редакцию 12.12.2023 г.

После доработки 9.01.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 12.12.2023; approved after reviewing 9.01.2024;

accepted for publication 29.03.2024

Научная статья

УДК 597.552.511–116

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-202-208

EDN:

ЗАКОНОМЕРНОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ГОРБУШИ *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* МАТЕРИКОВОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ЯПОНСКОГО МОРЯ

В.И. Островский¹, А.В. Лысенко^{2*}

¹ Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО),
680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а;

² Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. Проанализирована связь численности половозрелых потомков горбуши материкового побережья Японского моря (Приморский край) с численностью родителей и изменчивостью метеорологических факторов в районе размножения. Показано, что изменчивость численности потомков практически полностью объяснима факторами, действующими в пресноводный период жизни. Основное влияние на численность потомков оказывают численность родителей и суммарное количество зимних осадков.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, динамика численности, горбуша, прогноз, воспроизводство

Для цитирования: Островский В.И., Лысенко А.В. Закономерности воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* материкового побережья Японского моря // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 202–208. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-202-208. EDN: GBOYPI.

Original article

Patterns of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* reproduction on the mainland coast of Japan Sea

Vladimir I. Ostrovsky*, Aleksey V. Lysenko**

* Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia

** Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

* Ph.D., head of department, ostrovskiy@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413

** chief specialist, aleksey.lysenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0005-0572-8601

Abstract. Dependence of the mature pink salmon returns to the mainland coast of Japan Sea (within Primorye Region) on their parents abundance and meteorological factors at the spawning grounds is analyzed. Variations of the progeny number were almost completely determined by factors acted in the freshwater period of their life, mainly by the number of spawners and total precipitation in the first winter after the spawning.

Keywords: pacific salmon, pink salmon, population dynamics, fishery forecast, fish reproduction

For citation: Ostrovsky V.I., Lysenko A.V. Patterns of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* reproduction on the mainland coast of Japan Sea, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 202–208. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-202-208. EDN: GBOYPI.

Введение

Численность поколений лососей, как и всех живых организмов, зависит от численности родителей и множества внешних факторов. Проблема прогнозирования запасов горбуши, как и других видов тихоокеанских лососей, обычно связана с попытками описания многофакторного процесса формирования численности поколений однофакторными моделями «родители–потомки». При таком подходе изменчивость условий воспроизводства приводит к ошибкам прогнозов, что неблагоприятно сказывается на результативности лососевых путин.

* Островский Владимир Иванович, кандидат биологических наук, начальник отдела, ostrovskiy@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413; Лысенко Алексей Владимирович, главный специалист, aleksey.lysenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0005-0572-8601.

При направленной изменчивости условий воспроизводства их влияние отчасти устранимо дополнением однофакторных моделей трендовой составляющей динамики численности потомков [Островский, 2022; Островский и др., 2022]. Однако как классическим однофакторным моделям, так и моделям, дополненным трендовой составляющей динамики численности, присущи общие недостатки. Прогнозы подходов на основе обоих вариантов моделей включают гипотезы относительно неизвестных факторов, характеризующих условия воспроизводства, поэтому всегда содержат элемент неопределенности. Такие модели не избавляют от проблемы уникального сочетания условий, резко уклоняющихся от среднемноголетних значений и от генерального тренда, приводящих к необъяснимым всплескам численности или её депрессии.

Вполне очевидно, что неопределенность можно уменьшить включением в модели конкретных факторов, влияющих на численности потомков, но для этого, как минимум, факторы необходимо выявить. С начала прошлого века проблеме влияния условий воспроизводства на урожайность поколений лососей посвящено множество работ, охватывающих и пресноводный, и морской периоды жизни [Кузнецов, 1928; Смирнов, 1975; Коновалов, 1985; Карпенко, 1998; Рослый, 2002; Бирман, 2004; и др.], однако, как правило, выявленные связи не формализованы, что ограничивает возможность их использования в практическом прогнозировании.

Цель работы — анализ причин изменчивости численности половозрелой горбуши (подход), возвращающейся к материковому побережью Японского моря.

Материалы и методы

Работа выполнена на примере горбуши материковых рек Японского моря (Приморский край, далее приморская горбуша) в период 1998–2020 гг., по причине отсутствия сведений за отдельные годы наблюдалась 21 пара значений «родители–потомки». Численность родителей оценивали по результатам маршрутных съемок в контрольных реках с последующей экстраполяцией на остальные реки. Численность выловленных рыб рассчитывали делением биомассы улова, известной из официальных источников, на среднюю массу тела одной рыбы, рассчитанную по результатам биологических анализов. Подход рассчитывали суммированием численности рыб в улове и на нерестилищах. Сведения об изменчивости метеорологических факторов в районе размножения приведены на сайте «Погода и климат» (<http://www.pogodaiklimat.ru/history/31909.htm>, последняя дата обращения 01.02.2023 г., метеорологический пункт пос. Терней).

В работе использованы методы множественного нелинейного регрессионного анализа [Поллард, 1982; Дрейпер, Смит, 2007], значения коэффициентов уравнений подбирали методом итераций. Во всех уравнениях и в таблице: $a-d$ — коэффициенты; R^2_c — скорректированный коэффициент детерминации; F — критерий Фишера; p — уровень статистической значимости; s.e. — стандартная ошибка; A_s и E_x — коэффициенты асимметрии и эксцесса распределения остатков уравнений; D_r , D_c — остаточная и общая скорректированная сумма квадратов отклонений; k — число степеней свободы, M — среднее значение. Стандартные ошибки коэффициентов асимметрии и эксцесса для всех уравнений равны соответственно 0,500 и 0,961. Гипотезу о нормальном распределении остатков уравнений принимали при $A_s/s.e.$ и $E_x/s.e.$ меньше 3 (Т-критерий). Дополнительные факторы включали в модель при условии статистически значимого ($p < 0,05$) увеличения доли объясненной дисперсии зависимой переменной [Поллард, 1982].

Результаты и их обсуждение

Зависимость численности потомков приморской горбуши R (тыс. рыб) от численности родителей (P , тыс. рыб) описали уравнением У.Е. Рикера [1979]:

$$R = a \cdot P \cdot \exp(-P/b). \quad (1)$$

Значения коэффициентов, дисперсионный анализ и анализ остатков всех уравнений приведены в таблице. Кратность отклонений D фактической численности потомков R_f от численности, рассчитанной по уравнению (1) R_r : $D1 = R_f/R_r$, поочередно пытались связать с каждым фактором из набора, имеющегося в нашем распоряжении. В перечень факторов входили значения среднемесячных температур воздуха, месячных сумм осадков, максимальных значений количества осадков, выпавших за одни сутки в каждом месяце в год нереста и в год миграции молоди в море.

Значения коэффициентов и результаты анализа уравнений (1)–(5)
Empirical coefficients and parameters of the Equations (1)–(5)

Коэффициент и критерий	№ уравнения				
	1	2	3	4	5
a	2,491	0,540	1,586	0,715	1,263
b	4670,398	0,005	3822,646	3,850	2684,822
c	–	–	0,005	–	0,006
d	–	–	–	–	3,967
Дисперсионный анализ уравнений					
D_c	53974400	4,466	53974400	4,002	53974400
k_c	20	20	20	20	20
D_r	19983900	2,500	8606341	2,454	2566007
k_r	19	19	18	19	17
R^2_c	0,630	0,440	0,841	0,387	0,952
F	32,351	14,929	47,604	11,995	112,389
p	0,00002	0,00105	0,00000	0,00260	0,00000
s.e.	1053,668	0,373	711,516	0,369	400,469
Анализ остатков уравнений					
M	–41,063	0,002	–15,559	–0,010	–43,582
s.e.	217,937	0,077	143,106	0,076	77,554
A_s	1,418	1,048	1,488	1,020	0,703
T_{A_s}	2,835	2,096	2,976	2,040	1,406
E_x	3,078	0,230	2,551	1,678	1,447
T_{E_x}	3,203	0,239	2,655	1,746	1,506

Оказалось, что наиболее тесно отклонения уравнения (1) связаны с суммарным количеством зимних осадков, выпадающих в период с декабря в год нереста по февраль включительно в год покатной миграции (OZ , мм). Аналогичный результат получен при изучении причин изменчивости подходов амурской горбуши [Островский, 2023], а также горбуши в сопредельном районе (материковое побережье Татарского пролива) [Островский, Козлова, 2023, а, б]. Связь $D1(OZ)$, как и в сопредельном районе, аппроксимировали экспоненциальной функцией:

$$D1 = a \cdot \exp(OZ \cdot b). \quad (2)$$

Вид поверхности $R(P, OZ)$, сглаженной методом наименьших квадратов (рис. 1), наглядно объясняет причину выбора для описания связи $R(P)$ уравнения У.Е. Рикера [1979]. По мере увеличения количества зимних осадков точка максимума и максимум кривой Рикера смещаются в область бóльших значений численности родителей (рис. 1). С одной стороны, этот факт объясняет причину изменчивости уровня воспроизводства и большой ошибки коэффициента b уравнения (1): $M = 4670 \pm 3047$, соответствующего точке максимума, с другой — свидетельствует о том, что значение оптимальной численности производителей непостоянно, оно зависит от уровня воспроизводства.

Зависимость численности потомков горбуши от численности родителей и количества зимних осадков выразили уравнением:

$$R = a \cdot P \cdot \exp(-P/b + OZ \cdot c). \quad (3)$$

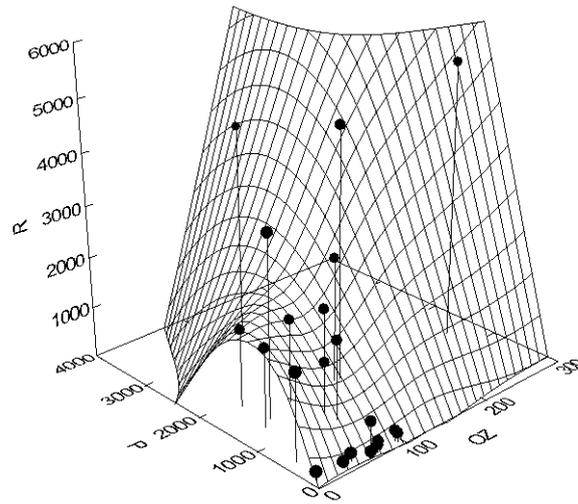


Рис. 1. Зависимость численности потомков приморской горбуши (R , тыс. рыб) от численности родителей (P , тыс. рыб) и количества зимних осадков (OZ , мм)

Fig. 1. Pink salmon recruitment on the mainland coast of Japan Sea (R , 10^3 ind.) in dependence on the spawners abundance (P , 10^3 ind.) and winter precipitation (OZ , mm)

Этим уравнением объяснимо более 80 % дисперсии численности поколений приморской горбуши ($R^2_c = 0,841$), гипотеза о равенстве коэффициентов 0 отвергается на высоком уровне ($F = 47,6; p = 6 \cdot 10^{-8}$), остатки уравнения умеренно отклоняются от закона нормального распределения, асимптотическая стандартная ошибка коэффициента b уменьшается до 36 % от среднего значения (3823 ± 1374). Таким образом, можно заключить, что в целом уравнение адекватно описывает причины изменчивости численности поколений.

Отклонение фактической численности потомков от численности, рассчитанной по уравнению (3), хорошо объяснимо изменчивостью средней температуры воздуха в феврале (T_2 , °C), в год выклева личинок (рис. 2). Для удобства расчетов к фактическим значениям среднемесячной температуры воздуха прибавили константу, равную 13 (смещает факторную переменную в область положительных значений, не влияя на характер зависимости, рис. 2).

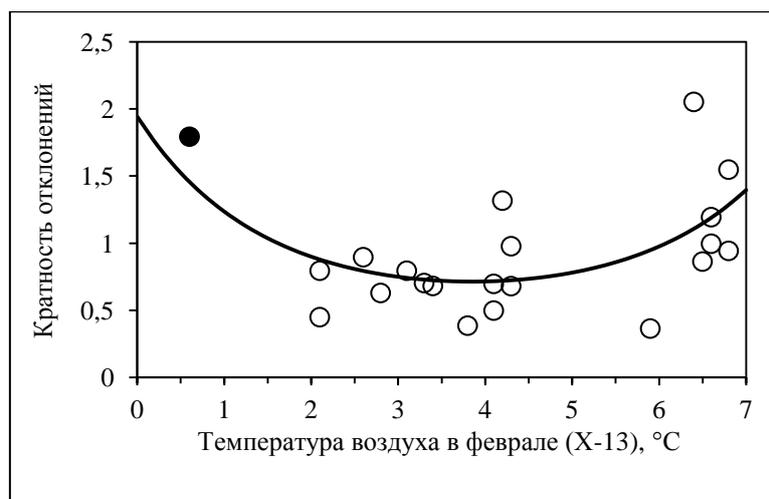


Рис. 2. Зависимость кратности отклонений уравнения (3) от температуры воздуха в феврале в год выклева личинок, сглаженная уравнением (4)

Fig. 2. Deviations of the pink salmon recruitment calculated with Equation (3) from the actual recruitment in dependence on the air temperature in February in the year of hatching smoothed with Equation (4) (see details in the Table and in the text)

Кратность отклонений фактической численности потомков от численности, рассчитанной по уравнению (3) ($D3$), сгладили уравнением:

$$D3 = a \cdot \exp(((T2 - b)/b)^2). \quad (4)$$

Данное уравнение объясняет изменчивость 38,7 % дисперсии отклонений уравнения (3), регрессия статистически значима на уровне 0,0026.

Причина увеличения численности потомков с ростом количества зимних осадков (см. рис. 1) интуитивно понятна (для прибрежных рек Приморья типичен низкий зимний уровень воды, высота снегового покрова может влиять на водоснабжение нерестовых бугров или непосредственно предохранять их от промерзания). Вид связи зависимой переменной с температурой воздуха в феврале (рис. 2) кажется трудно объяснимым, логичнее было бы предположить, что данный фактор положительно влияет на выживаемость потомков. Значения факторной переменной X , близкие к 2–4 (рис. 2), в целом нейтральны по отношению к численности потомков, рост их численности прослеживается при значениях факторной переменной более 4 (температура воздуха более $4-13 = -9$ °C). Таким образом, большинство наблюдений свидетельствуют о положительной связи численности поколений с зимней температурой воздуха. Данную зависимость, вероятно, следовало бы аппроксимировать возрастающей функцией и попытаться найти причину отклонений выделенной точки (рис. 2), но ряд наблюдений пока слишком мал для усложнения модели.

Совместное влияние численности родителей, количества зимних осадков и температуры воздуха в феврале на численность поколений приморской горбуши описали уравнением:

$$R = a \cdot P \cdot \exp(-P/b + c \cdot OZ + ((T2 - d)/d)^2). \quad (5)$$

Уравнение (5) хорошо описывает динамику численности потомков (рис. 3).

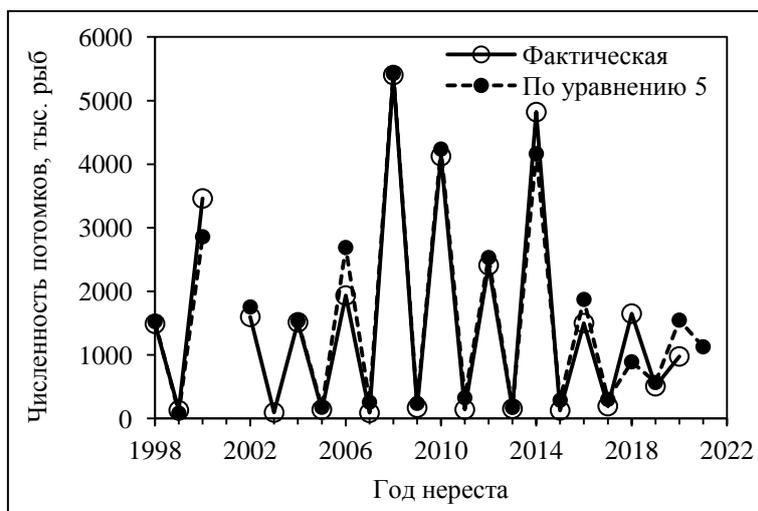


Рис. 3. Динамика фактической и расчетной численности потомков горбуши
Fig. 3. Actual and modeled with Equation (5) dynamics of the pink salmon progeny abundance

Остатки уравнения (5) в среднем равны 0 ($M = -43,6 \pm 77,6$), их распределение не имеет явно выраженной асимметрии и эксцесса, коэффициент детерминации равен 0,952, $F = 112,4$; $p = 2,1 \cdot 10^{-11}$ (см. таблицу). Средние значения и дисперсии расчетной и фактической численности потомков практически одинаковы ($MR_t = 1593 \pm 340$ рыб, $MR_f = 1550 \pm 358$ рыб, $F = 1,1$).

Заклучение

Разработанная модель хорошо объясняет динамику численности потомков, что позволяет надеяться на удовлетворительные результаты её использования для прогнозирования подходов. Полученные результаты свидетельствуют о том, что изменчивость численности поколений приморской горбуши, как и горбуши Татарского пролива, амурской горбуши, охотоморской кеты,

хорошо объяснима изменчивостью численности родителей и метеорологических условий в местах размножения.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Выражаем глубокую признательность всем сотрудникам Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО), принимавшим участие в оценке численности рыб, пропущенных в реки Приморского края.

The authors are deeply grateful to TINRO researchers counted the salmon runs and assessed their escapement to the rivers on the mainland coast of Japan Sea.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена по собственной инициативе.

The study was done on personal initiative of the authors, without funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Работа проведена без непосредственного контакта с рыбами в качестве объекта исследования. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

The study was performed without direct contact with fish as an object of investigation. The authors declare that they have no conflicts of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Концепция исследования, статистическая обработка данных, написание предварительного текста работы — В.И. Островский; участие в сборе, первичной обработке материала, в доработке и редактировании окончательного варианта работы — А.В. Лысенко.

V.I. Ostrovsky proposed a concept of the study, made statistical processing of the data, and wrote draft text of the manuscript; A.V. Lysenko participated in the data collection and primary processed the data; both authors jointly wrote, illustrated and edited the final paper.

Список литературы

Бирман И.Б. Морской период жизни и вопросы динамики стада тихоокеанских лососей : моногр. — Изд. 2-е, доп. — М. : Нацрыбресурсы, 2004. — 171 с.

Дрейпер Н.Р., Смит Г. Прикладной регрессионный анализ : моногр. : пер. с англ. — Изд. 3-е. — М. : Издат. дом «Вильямс», 2007. — 912 с.

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

Коновалов С.М. Факторы, лимитирующие численность и биомассу тихоокеанских лососей // Биологические исследования лососевых. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985. — С. 5–25.

Кузнецов И.И. Некоторые наблюдения над размножением амурских и камчатских лососей : Изв. ТОИС. — 1928. — Т. 2, вып. 3. — 196 с.

Островский В.И. Причины изменчивости урожайности поколений амурской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 2. — С. 264–280. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-264-280. EDN: XXMBСА.

Островский В.И. Факторы, определяющие численность поколений кеты *Oncorhynchus keta* в Охотском районе // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 4. — С. 810–827. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-810-827. EDN: HXVMLB.

Островский В.И., Козлова Т.В. Закономерности воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* материкового побережья Татарского пролива // Лососевые рыбы: биология, воспроизводство, промысел : материалы Всесер. науч.-практ. конф. — Мурманск, 2023а. — С. 307–314.

Островский В.И., Козлова Т.В. «Неблагодарная» горбуша. Случайность или закономерность? // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023б. — С. 152–158. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-152-158.

Островский В.И., Подорожник Е.В., Шмигирилов А.П. Закономерности воспроизводства осенней кеты (*Oncorhynchus keta*) реки Амур // *Вопр. рыб-ва.* — 2022. — Т. 23, № 4. — С. 44–56. DOI: 10.36038/0234-2774-2022-23-4-44-56.

Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики. — М. : Финансы и статистика, 1982. — 344 с.

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

Рослый Ю.С. Динамика популяций и воспроизводство тихоокеанских лососей в бассейне Амура : моногр. — Хабаровск : Хабаровск. кн. изд-во, 2002. — 210 с.

Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей : моногр. — М. : МГУ, 1975. — 335 с.

Поступила в редакцию 19.12.2023 г.

После доработки 27.12.2023 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 19.12.2023; approved after reviewing 27.12.2023;
accepted for publication 29.03.2024*

Научная статья

УДК 597.552.511–152.6(282.257.6)

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-209-220

EDN: GNTIXZ

ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ ПОКАТНОЙ МОЛОДИ ГОРБУШИ В РЕКАХ ОСТРОВОВ САХАЛИН И ИТУРУП В 2023 Г.

А.М. Каев¹, Г.Н. Дзен¹, Ю.И. Игнатъев¹, Н.И. Чеснаков¹, П.С. Сухонос², И.С. Бобров^{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. Представлены результаты количественного учета молоди горбуши, скатившейся с нерестилищ, в реках Даги, Малая Хузи, ручей Холодный (приток р. Поронай), Лазовая, Пугачевка, Вознесенка, Очепуха, Таранай, Кура (восточное побережье о. Сахалин), Рыбацкая и Оля (о. Итуруп). 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 расчёты для восточного побережья о. Сахалин проведены раздельно по районам нереста локальных стад горбуши. Согласно проведенным исследованиям всего с нерестилищ рек восточного побережья о. Сахалин в 2023 г. скатилось 848,0 млн мальков, из рек о. Итуруп — 265,4 млн мальков горбуши. В дополнение к ним с лососевых рыбопроизводных заводов выпущено соответственно 145,1 и 152,5 млн мальков этого вида лососей.

Ключевые слова: Сахалин, Итуруп, горбуша, покатная молодь, численность, индекс ската

Для цитирования: Каев А.М., Дзен Г.Н., Игнатъев Ю.И., Чеснаков Н.И., Сухонос П.С., Бобров И.С. Оценка численности покатной молоди горбуши в реках островов Сахалин и Итуруп в 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 209–220. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-209-220. EDN: GNTIXZ.

Original article

Estimation of abundance for migrating juvenile pink salmon in the rivers of Sakhalin and Iturup Islands in 2023

Alexander M. Kaev*, German N. Dzen**, Yuri I. Ignatiev***, Nikita I. Chesnakov****, Pavel S. Sukhonos*****, Igor S. Bobrov*****

*-**** Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO), 196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

***** Sakhalin branch of Glavrybvod (Sakhrybvod), 43a, Emelyanova Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 69306, Russia

* D.Biol., principal researcher, kaev@outlook.com, ORCID 0000-0002-5989-3988

** specialist, dzengerman@mail.ru, ORCID 0009-0002-9709-8958

*** head of sector, pices@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2096-5769

**** engineer, nikita.hesnakov@mail.ru, ORCID 0009-0001-5910-2664

***** deputy head, ichtiologia@mail.ru, ORCID 0009-0007-9870-09454

***** head of department, lavita1982@mail.ru, ORCID 0009-0000-2134-6711

* Каев Александр Михайлович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, kaev@outlook.com, ORCID 0000-0002-5989-3988; Дзен Герман Николаевич, специалист, dzengerman@mail.ru, ORCID 0009-0002-9709-8958; Игнатъев Юрий Иванович, заведующий сектором, pices@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2096-5769; Чеснаков Никита Игоревич, инженер, nikita.hesnakov@mail.ru, ORCID 0009-0001-5910-2664; Сухонос Павел Сергеевич, заместитель начальника, ichtiologia@mail.ru, ORCID 0009-0007-9870-09454; Бобров Игорь Сергеевич, начальник отдела, lavita1982@mail.ru, ORCID 0009-0000-2134-6711.

© Каев А.М., Дзен Г.Н., Игнатъев Ю.И., Чеснаков Н.И., Сухонос П.С., Бобров И.С., 2024

Abstract. Number of juvenile pink salmon migrated from the spawning grounds in the rivers of East Sakhalin (Dagi, Malaya Khuzi, Kholodny (tributary of Poronay), Lazovaya, Pugachevka, Voznesenka, Ochebukha, Taranaï, and Kura) and Iturup Island (Rybatskaya and Olya) was assessed. The downstream migration index was calculated for each of these rivers as the ratio between the number of spawners entered the river and the number of juveniles migrated down. The number of wild pink salmon juveniles from all rivers of the islands was evaluated separately for several local stocks spawned on East Sakhalin and the stock spawned on Iturup Island on the data of pink salmon spawners number for each local stock and the downstream migration index determined for the abovementioned control rivers. The total number of the fry migrated from the rivers of East Sakhalin in 2023 was assessed as $848.0 \cdot 10^6$ ind. and from the rivers of Iturup — as $265.4 \cdot 10^6$ ind. In addition to wild ones, the fry was released from salmon hatcheries located on East Sakhalin ($145.1 \cdot 10^6$ ind.) and Iturup Island ($152.5 \cdot 10^6$ ind.).

Keywords: Sakhalin, Iturup Island, pink salmon, downstream migration, juveniles abundance, downstream migration index

For citation: Kaev A.M., Dzen G.N., Ignatiev Yu. I., Chesnakov N.I., Sukhonos P.S., Bobrov I.S. Estimation of abundance for the migrating juvenile pink salmon in the rivers of Sakhalin and Iturup Islands in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 209–220. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-209-220. EDN: GNTIXZ.

Введение

Горбуша является важнейшим объектом промысла в Сахалино-Курильском регионе. Основной промысловый запас (95 % вылова в текущем веке) приходится на восточный Сахалин и о. Итуруп, где воспроизводятся наиболее крупные группировки этого вида. На восточном побережье Сахалина они представлены рыбами, нерестящимися в реках северо-восточного и юго-восточного побережий острова, а также заливов Терпения и Анива. Эти группировки сходны между собой по основным биологическим характеристикам рыб и типу динамики стада и отличаются от таких группировок из других районов, что позволяет считать их локальными стадами [Иванков, 1993, 2011], принимая за отдельные единицы запаса [Каев, 2007]. Исходные данные для прогнозирования уловов — заполнение рек производителями и численность скатившейся из рек молоди. Соотношение этих показателей фактически отражает эффективность пресноводного цикла воспроизводства этого вида. Это весьма важно, так как давно известно, что точность предсказаний изменения запасов, основанная на регрессионном анализе связи численности родителей и потомков, формализованной различными способами, часто далека от желаемой [Bradford, 1992; Чигиринский, 1993].

Цель настоящего исследования — оценка численности молоди, скатившейся с нерестилищ рек в районах воспроизводства основных единиц запаса горбуши в Сахалино-Курильском регионе.

Материалы и методы

В 2023 г. учет численности покатыков проведен сотрудниками Сахалинского филиала ВНИРО (далее СахНИРО) в реках Малая Хузи, Лазовая, Вознесенка, Кура и Рыбацкая, сотрудниками Сахалинского филиала Главрыбвода (далее Сахрыбвод) — в ручье Холодном, в реках Даги, Пугачевка, Очепуха, Таранай и Оля (рис. 1). На четырех из указанных рек находятся лососевые рыбопроизводные заводы (ЛРЗ). На реках Лазовая, Очепуха и Таранай пункты учета расположены выше по течению от мест выпуска молоди с ЛРЗ, на р. Пугачевка — ниже, что связано с топографией нерестилищ. Поэтому во избежание обловов заводской молоди учет, как и в предыдущие годы, вели до начала ее выпуска (после 15 июня). Его преждевременное прекращение в данном случае не ведет к существенному искажению результатов мониторинга, так как к этому времени обычно завершается массовый скат молоди горбуши с нерестилищ этой реки [Каев и др., 2020а,б].

Учет вели методом выборочных обловов [Воловик, 1967; Каев, 2010], однако методически эти операции несколько различались при проведении работ сотрудниками разных ведомств. На подконтрольных реках Сахрыбвода 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 умноже-

ния величины уловов на кратную разницу между площадью живого сечения реки на створе и площадью облова молоди ловушкой. На подконтрольных реках СахНИРО учётные ловы вели в стрежневой части потока. Долю пойманных мальков от их общей численности, мигрировавших в это же время через весь учетный створ, определяли по результатам периодически проводимых серий ловов в его разных позициях, при этом расчет доли вели с учетом быстро менявшейся в течение ночи интенсивности покатной миграции [Каев, 2010].

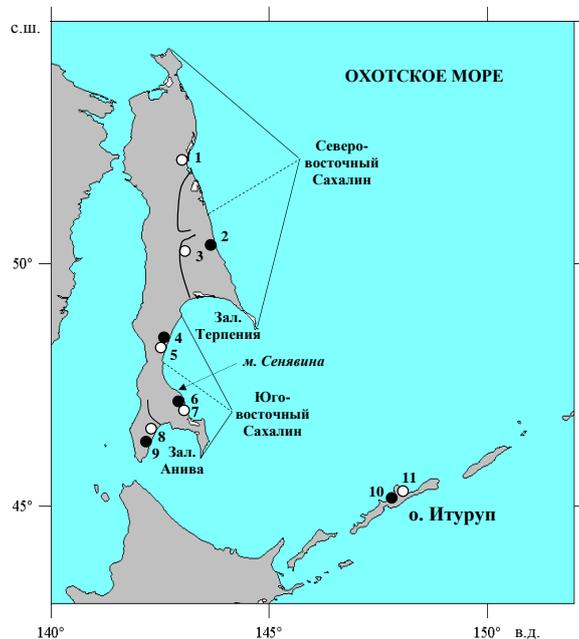


Рис. 1. Схема расположения пунктов СахНИРО (черные кружки) и Сахрыбвода (белые кружки) учета покатной молоди горбуши на реках Даги (1), Малая Хузи (2), ручей Холодный (3 — приток Пороная), Лазовая (4), Пугачевка (5), Вознесенка (6), Очепуха (7), Таранай (8), Кура (9), Рыбачья (10), Оля (11)

Fig. 1. Scheme of the counting points location established by SakhNIBRO (dark symbols) and Sakhrybvod (light symbols) on the rivers Dagi (1), Malaya Khuzi (2), Kholodny (3, tributary of the Poronay), Lazovaya (4), Pugachevka (5), Voznesenka (6), Ochepukha (7), Tarabay (8), Kura (9), Rybatskaya (10), and Olya (11) for observations on the downstream migration of juvenile pink salmon

Затем следовали одинаковые для обоих ведомств расчеты численности молоди в соответствии с ритмикой ловов в контрольной позиции в течение ночи. Так как учет вели, как правило, в режиме ночь через ночь, численность скатившейся молоди в пропущенные ночи принимали средней между учтенной в смежные ночи. Если наблюдения за скатом были проведены с неполным охватом его периода, профили динамики ската достраивали пропорционально его изменениям, зарегистрированным в ближайшие ночи, а также исходя из имевшихся результатов учета в другой реке данного района. Величина коррекций составила в среднем 2,54 % от суммарной численности покатников, наибольшие корректировки были выполнены для динамик покатной миграции в реках южной части Сахалина, что было связано с ранними сроками начала ската в 2023 г. Так, в реках Вознесенка, Кура и Таранай она составила соответственно 4,57, 5,72 и 12,10 %. Известны случаи более крупных коррекций (вплоть до двукратного увеличения численности покатников), неоднократно осуществлявшихся фактически на основе экспертной оценки с использованием ранее известных данных о сроках и динамике ската в исследуемой и других реках данного района, метеорологических условий и так далее. При их проведении полагали, что такие экспертные оценки могут быть полезными для оценки выживаемости новых поколений горбуши и ретроспективной оценки прогноза возврата производителей [Павлов и др., 2015; Кириллов и др., 2018].

Для каждого из районов воспроизводства основных единиц запаса, за исключением побережья зал. Терпения, осуществлен принцип дублирования получаемых результатов на основе проведе-

ния учета покотников в разных реках. Возникает вопрос о правомочности сопоставления данных по скату молоди из разных рек, так как, с одной стороны, они получены методом выборочных обловов, с другой — при частично различающихся методических подходах. Ранее [Воловик, 1967] было показано, что применение метода выборочных обловов дает вполне удовлетворительные результаты, судя по сравнению тотального (100 %) и выборочного (118 %) учетов молоди горбуши в р. Очепуха. 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 ската на 3,4 % [Чупахин, 1973]. При проведении учета молоди горбуши в р. Малая Хузи по методике, применяемой в СахНИРО, одновременно провели расчеты численности покотников 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].

Использованные в статье данные по заходам горбуши в реки основаны на результатах ежегодных оценок этих параметров стандартными методами [Каев, Irvine, 2016]. Приведённые данные по численности молоди горбуши, выпущенной с ЛРЗ, соответствуют статистике Сахалино-Курильского территориального управления Росрыболовства.

Результаты и их обсуждение

Река Даги. Несколько пробных ловов 22 мая не показали наличия скатывающейся молоди. Первые результативные ловы проведены в ночь на 26 мая. Интенсивность покотной миграции быстро нарастала, ее максимум пришелся на третью пятидневку июня. Но уже в пятой пятидневке этого месяца уловы мальков резко сократились вплоть до их полного прекращения в следующей пятидневке (рис. 2). Всего учтено 10416 тыс. мальков горбуши (122 малька от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

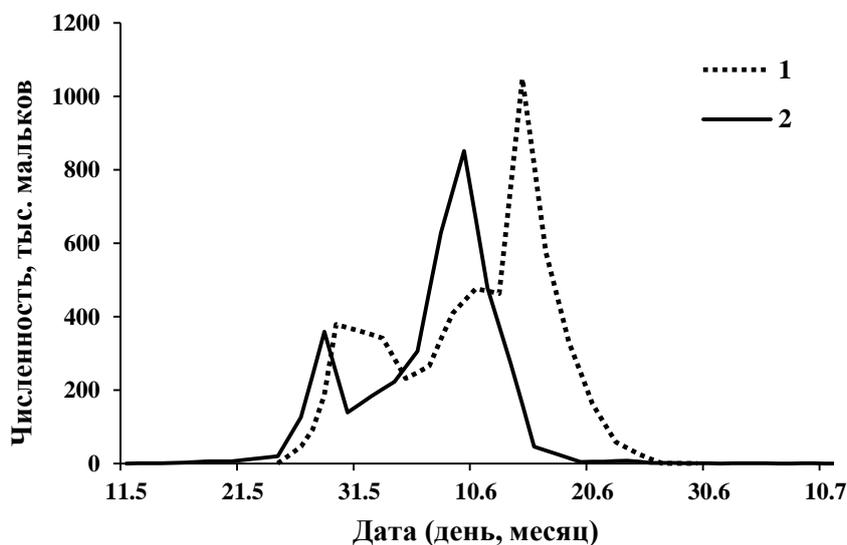


Рис. 2. Динамика покотной миграции молоди горбуши в реках Даги (1) и Малая Хузи (2) в 2023 г.

Fig. 2. Dynamics of pink salmon juveniles downstream migration in the rivers Dagi (1) and Malaya Khuzi (2) in 2023

Река Малая Хузи. К учету приступили 17 мая, при 11 пятиминутных постановках ловушки в течение ночи поймано 4 малька, что свидетельствовало о начале покотной миграции. Интенсивный прирост числа покотников, как и в р. Даги, начался в конце мая. Затем после кратковременного спада

их прирост продолжился с достижением максимума, после которого последовал резкий спад. Таким образом, в целом динамика поклатной миграции молоди горбуши в реках Даги и Малая Хузи была схожей, лишь с той разницей, что в последней она протекала в несколько более сжатые сроки, пик ската отмечен в ночь на 9 июня, в то время как в р. Даги на 5 ночей позже (рис. 2). Расчетная численность молоди, скатившейся из реки, составила 7413 тыс. экз. (256 экз. от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

Ручей Холодный. Учет поклатников вели с 10 мая по 27 июня, охватив тем самым практически весь период их миграции. Интенсивность ската была весьма слабой. Наибольшее число молоди (около 65 %) мигрировало с 21 мая по 10 июня. Расчетная величина численности поклатников в этом левом притоке р. Поронай составила 222 тыс. экз. От нереста одного условного производителя в 2022 г. скатилось по 51 мальку.

Река Лазовая. К учету поклатников приступили 6 мая при уже сравнительно высокой интенсивности ската, что потребовало реконструкции начального периода поклатной миграции на основе его тенденции по результатам наблюдений с 6 по 13 мая. Быстрый прирост численности скатывающейся молоди произошел во второй половине мая. Затем после непродолжительного периода стабилизации интенсивности ската на уровне 1,2–1,8 млн мальков, скатывавшихся за ночь, в ночь на 26 мая интенсивности миграции вновь резко увеличилась уже до 5,3 млн мальков за ночь (рис. 3). В дальнейшем происходил постепенный спад числа скатывающейся молоди с завершением миграции в конце второй декады июня. Расчетная численность молоди, скатившейся в 2023 г. из р. Лазовой, составила 61741 тыс. экз. (137 мальков от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

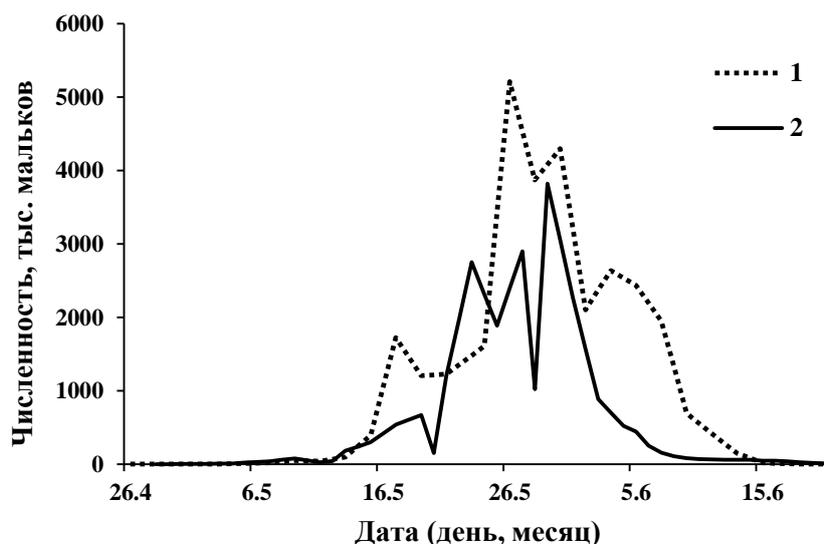


Рис. 3. Динамика поклатной миграции молоди горбуши в реках Лазовая (1) и Пугачевка (2) в 2023 г.

Fig. 3. Dynamics of pink salmon juveniles downstream migration in the rivers Lazovaya (1) and Pugachevka (2) in 2023

Река Пугачевка. Учет проведен с 2 мая по 20 июня. Интенсивный прирост числа скатывавшихся мальков произошел в начале третьей декады мая, столь же интенсивный спад — в начале июня. В целом сроки массовой миграции мальков мало различались с таковыми в р. Лазовой (рис. 3). С учетом небольших коррекций, выполненных для начального и завершающего этапов миграции, численность поклатников горбуши с нерестилиц оценена в 34288 тыс. экз. (62 малька от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

Река Вознесенка. Учет поклатников начали с 12 мая. Уже первые уловы показали, что учет начал с опозданием. Начало ската реконструировано на основе установленной тенденции прироста числа мигрантов по наблюдениям с 12 по 17 мая и с учетом динамики поклатной миграции молоди горбуши в р. Очепуха. Наблюдения проведены до 12 июня, когда величина уловов снизилась в среднем

до 2 мальков при 7 пятиминутных ловах за ночь. В этой связи осуществлена небольшая реконструкция завершающей фазы покатной миграции. Массовый скат протекал во второй половине мая (рис. 4), в течение этого периода мигрировало 84 % мальков. Расчетная численность покатников горбуши составила 1391 тыс. экз. (17 экз. от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

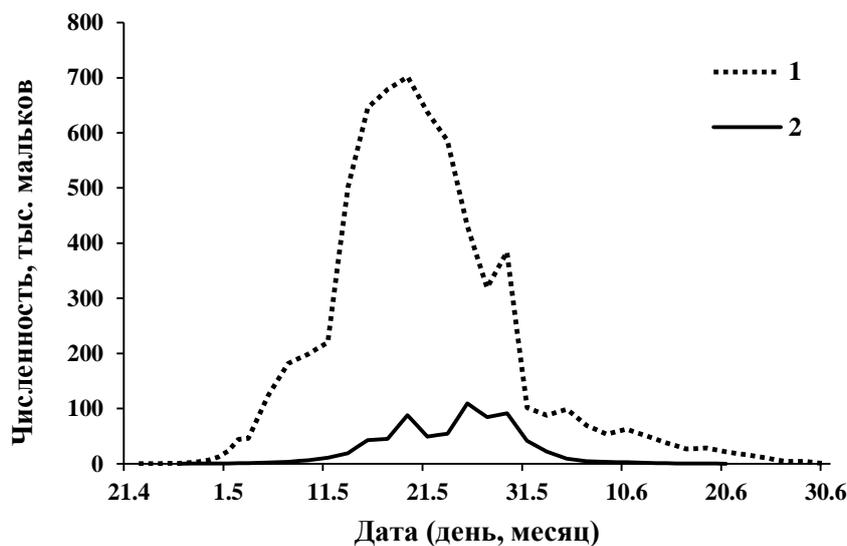


Рис. 4. Динамика покатной миграции молоди горбуши в реках Очепуха (1) и Вознесенка (2) в 2023 г.

Fig. 4. Dynamics of pink salmon juveniles downstream migration in the rivers Ocheputka (1) and Voznesenka (2) in 2023

Река Очепуха. Учет покатной молоди проведен с 1 мая по 30 июня. Результаты первых ловов показали, что уже началась массовая покатная миграция. Начало ската реконструировано в соответствии с темпом нарастания уловов в первые ночи проведения учета. Пикового значения скат достиг 19 мая, после чего началось быстрое снижение его интенсивности. В небольшом количестве молодь продолжала скатываться в течение всего июня (рис. 4). Всего с нерестилищ этой реки мигрировало 12735 тыс. мальков горбуши. Учет производителей на нерестилищах в 2022 г. проведен 20 августа, т.е. до массового захода их в реку, вследствие чего численность горбуши в ней рассчитана по средней плотности заполнения ее нерестилищ в реках Бахура и Долинка, впадающих в море в 8 и 35 км от Очепухи, и в которых также расположены ЛРЗ. В соответствии с этими данными от нереста одного условного производителя скатилось 137 мальков.

Река Таранай. Наблюдения за скатом молоди начали уже в период интенсивного развития миграционной активности, в первую же ночь с 3 на 4 мая скатилось 386 тыс. мальков. Такая ситуация потребовала значительной реконструкции ската, который был рассчитан до 22 апреля на основе установленного темпа его прироста в первые ночи проведения учета. Интенсивный скат молоди продолжался до 18 мая с двумя пиками, с 5 по 7 мая и с 14 по 16 мая. После второго пика последовало быстрое снижение миграционной активности, и к концу первой пентады июня скат практически завершился (рис. 5). Всего с нерестилищ мигрировало 10273 тыс. мальков горбуши (47 экз. от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

Река Кура. Наблюдения за скатом молоди проведены с 4 по 31 мая. Судя по первым уловам (в ночь на 5 мая скатилось 239 тыс. мальков), в это время происходил уже массовый скат молоди горбуши. В соответствии с тенденцией прироста ее численности с 5 по 9 мая произведена реконструкция начальной фазы покатной миграции. Ловы в последующие ночи показали высокий темп прироста уловов покатников, и уже в ночь на 13 мая был зафиксирован пик миграционной активности, после которого начался быстрый спад численности скатывавшихся мальков. С наступлением июня учет прекратили ввиду практически завершившейся покатной миграции (рис. 5). Всего из реки скатилось

11742 тыс. мальков горбуши (45 мальков от одного условного производителя). По срокам и динамике в целом наблюдалось соответствие между скатом молоди в реках Таранай и Кура.

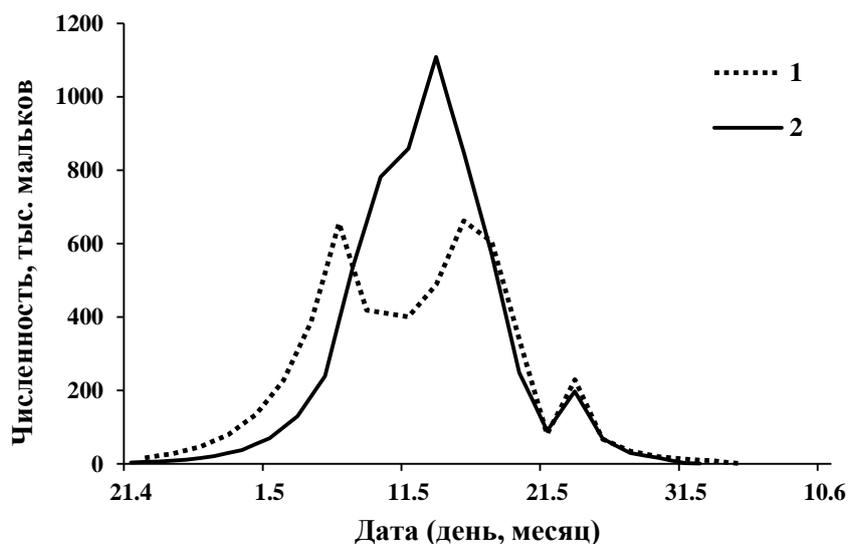


Рис. 5. Динамика покатной миграции молоди горбуши в реках Таранай (1) и Кура (2) в 2023 г.

Fig. 5. Dynamics of pink salmon juveniles downstream migration in the rivers Taranay (1) and Kura (2) in 2023

Река Рыбацкая. Это единственный пункт, где наблюдатели среагировали на очевидную вероятность раннего начала ската в текущем году, начав учет 20 апреля, т.е. на декаду раньше обычных сроков. Тем не менее в ночь на 21 апреля было учтено 66,8 тыс. покатников, что потребовало реконструкции начального этапа покатной миграции в четвертой пентаде апреля. Наблюдения завершены 21 июня, когда уловы снизились в среднем до 2 мальков при 6 постановках ловушки. За период наблюдений отмечено несколько локальных пиков интенсивности покатной миграции, но не было четко выраженного «генерального» пика, вследствие чего на протяжении более месяца не наблюдалось больших различий по численности скатившейся молоди по отдельным пентадам (рис. 6). Всего из реки скатилось 3913 тыс. мальков горбуши (294 малька от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

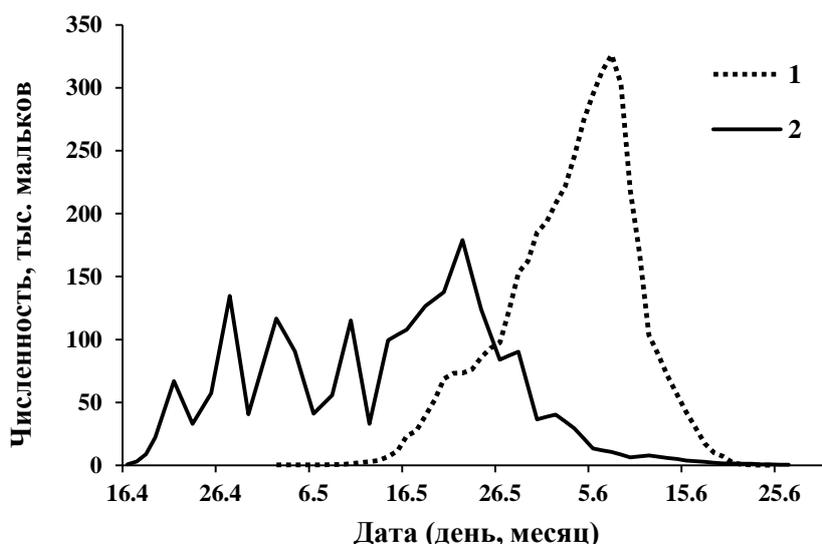


Рис. 6. Динамика покатной миграции молоди горбуши в реках Оля (1) и Рыбацкая (2) в 2023 г.

Fig. 6. Dynamics of pink salmon juveniles downstream migration in the rivers Olya (1) and Rybatskaya (2) in 2023

Река Оля. Наблюдения за скатом молоди проведены с 1 мая по 26 июня. Здесь 95 % мальков мигрировали за сравнительно короткий период — с 19 мая по 14 июня — в виде одной волны. При этом развитие этой волны пришлось на период, когда скат молоди в р. Рыбацкой фактически перешел на фазу завершения (рис. 6). Такой феномен обусловлен различиями температурных режимов этих близко расположенных рек [Каев и др., 2020a]. Расчетная численность покатников горбуши составила 4565 тыс. экз. (105 мальков от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

Интерпретация данных. Расчет численности покатной молоди в других реках соответствующих районов проведен умножением числа учтенных в них производителей на индекс ската (ИС), отражающий соотношение между числом производителей в контрольных реках и числом покатников, скатившихся от их нереста [Каев, Irvine, 2016; Каев и др., 2020a].

Северо-восточное побережье Сахалина. Более 70 % нерестилищ (4,46 млн м²) расположены в сравнительно крупных реках северной части этого побережья (см. рис. 1, выше пунктирной линии). В южной части протекают горные реки, типичные для нереста горбуши (1,68 млн м²) [Каев, 2019]. Численность покатников в реках северной части побережья рассчитываем по результатам учета в р. Даги (ИС = 122). При заходе в 2022 г. 764 тыс. производителей в реки северной части побережья количество покатников от их нереста оценено в 93,0 млн экз. Для рек южной части побережья расчет вели по данным учетов молоди в р. Мелкой, которые с 2003 г. прекращены. С 2015 г. предпринимаются попытки восстановления мониторинга с проведением учета покатной молоди в разные годы в реках Хой, Малая и Большая Хузи. В 2023 г. учет проведен в р. Малая Хузи (ИС = 256). Учитывая, что в реки этой части побережья в 2022 г. зашло 984 тыс. производителей, количество покатников по результатам их нереста оценивается в 251,4 млн экз. Таким образом, из рек всего северо-восточного побережья Сахалина в 2023 г. скатилось 344,4 млн мальков горбуши. Наряду с присущей субъективностью при учете численности производителей в реках появилась еще одна существенная неопределенность, связанная со сменой контрольного водоема. Экстраполяция результатов наблюдений на другие реки всегда относительна, но при длительном ряде наблюдений это компенсируется стандартностью системной ошибки, что позволяет воспринимать происходящие изменения в стаде. В нынешней ситуации не исключено, что меняется величина этой системной ошибки, связанной с экстраполяцией данных по эффективности нереста на все реки побережья при использовании другой контрольной реки, т.е. фактически начинается создание нового ряда данных.

Побережье зал. Терпения. Основная часть сравнительно огромного нерестового фонда (6,21 млн м² нерестилищ) сосредоточена в бассейне крупнейшей на острове р. Поронай. Оценка численности покатников осуществлялась по результатам их учета в притоках этой реки, Холодный и Орловка, однако в Орловке учет молоди в последние годы прекращен. По результатам учета молоди в р. Холодный в 2023 г. (ИС = 51) и общей численности производителей, учтенных во всех реках побережья в 2022 г. (758 тыс. рыб), суммарный скат молоди из рек этого побережья оценен в 39,0 млн мальков. В дополнение к ним выпущено 5,5 млн мальков заводского происхождения.

Юго-восточное побережье Сахалина. Северная часть этого побережья (севернее 48° с.ш., выше пунктирной линии на рис. 1) вследствие отсутствия регулярно собираемых данных в предыдущие годы была условно принята за «западное побережье» зал. Терпения, т.е. отнесена к району со слабой обеспеченностью данными, характеризующими воспроизводство этого вида. Условно, так как по типу основных рек нереста горбуши, протекающих в горной местности, эта часть сходна с южной частью этого побережья, в то время как реки на побережье зал. Терпения протекают в основном по обширным и местами заболоченным низменностям [Атлас..., 1967; Каев, 2007].

В северной части побережья значения индекса ската в реках Лазовая (ИС = 137) и Пугачевка (ИС = 62) различаются в 2,2 раза, что связано, возможно, с переполнением нерестилищ в р. Пугачевка (2,56 против 2,04 рыб/м²). Известно, что при плотности скоплений производителей на нерестилищах свыше 2 экз./м² происходит сплошное перекапывание ранее сооруженных нерестовых бугров. Кроме

того, чрезмерное переполнение ведет не только к прямым потерям за счет перекапывания, но и к потерям потомства в результате массовой преднерестовой гибели производителей и откладки икры за границами пригодных нерестилищ [Коновалов, 1989; Островский, 1995; Есин и др., 2012]. Появление таких потерь при формировании численности потомства прежде всего сказывается на относительной выживаемости за периоды эмбрионального и личиночного развития, обуславливая снижение значений ИС. В то же время абсолютное количество скатывающейся молоди продолжает увеличиваться в пределах какого-то диапазона значений плотности скоплений производителей свыше 2 экз./м². Снижение абсолютной численности покотников начинается после достижения пограничных значений плотности, разных для того или иного района нереста [Шевляков и др., 2019]. В данном случае, учитывая переполнение в некоторых из других рек этого побережья (Горная, Лесная), в расчетах использовано среднее значение индекса ската, в соответствии с чем при заходе во все реки 2875 тыс. производителей скат оценили в 285,8 млн мальков горбуши. В дополнение к ним с ЛРЗ выпущено 64,9 млн мальков.

В южной части побережья скат молоди оценивали по двум участкам, северному и южному, так как были обнаружены различия по динамике уловов горбуши, связанные с неодинаковым соотношением в подходах к ним рыб ранней и поздней темпоральных форм [Каев, Руднев, 2007; Руднев, 2007]. На южном участке (южнее мыса Сенявина) учет молоди проведен в реках Очепуха (ИС = 137) и Вознесенка (ИС = 17), на северном он проводился в р. Дудинка, но с 2013 г. наблюдения в этой реке прекращены. Пробел восполняется использованием для этого участка осредненных значений индексов ската, установленных при учетах покотников в реках, впадающих в море южнее мыса Сенявина (южный участок) и севернее 48° с.ш. (северная часть побережья). Значения индекса ската в реках Вознесенка и Очепуха сильно разнятся, что связано с переполнением нерестилищ в Вознесенке (3,81 экз./м²), как и во многих других реках этого участка побережья, в то время как относительная численность производителей в р. Очепуха (0,71 экз./м²) сравнительно низка. Поэтому расчет для всех рек южного участка побережья сделан по значению ИС, установленным в р. Вознесенка, с добавлением к полученной сумме величины ската из р. Очепуха. Суммарный скат молоди горбуши из рек этого участка побережья оценен в количестве 30,8 млн экз. Для рек северного участка, в которых повсеместно, за исключение р. Найба, отмечалось избыточное количество производителей, расчет численности скатившихся с нерестилищ покотников сделан по среднему значению индекса ската между реками Пугачевка и Вознесенка, для р. Найба — по его среднему значению между реками Лазовая и Очепуха, в соответствии с чем суммарный скат молоди горбуши из рек этой части побережья оценен в 67,3 млн экз. Таким образом, с нерестилищ всех рек южной части юго-восточного побережья Сахалина при заходе в них 2830 тыс. производителей горбуши скатилось 98,1 млн мальков, в дополнение к которым с ЛРЗ выпущено 28,6 млн мальков этого вида.

Таким образом, из рек всего юго-восточного побережья острова в 2023 г. скатилось 383,9 и 93,5 млн мальков горбуши соответственно дикого и заводского происхождения.

Побережье зал. Анива. Расчет численности молоди, скатившейся с нерестилищ этих рек, проводится по трем участкам побережья [Каев и др., 2004]. На западном побережье залива — по рекам Кура (ИС = 45) и Таранай (ИС = 47) — исходя из среднего значения индексов ската в этих реках и захода 1221 тыс. производителей во все реки этой части побережья, суммарный скат молоди горбуши с нерестилищ составил 56,2 млн экз. На северном побережье скат оценивали по р. Быстрой (правый приток р. Лютога), однако в последние годы учет молоди в этой реке прекращен. В связи с этим для расчета использовано значение индекса ската в р. Таранай, как наиболее близко протекающей из контрольных рек. В соответствии с таким подходом скат от нереста зашедших в реки северного побережья 120 тыс. производителей оценен в количестве 5,7 млн мальков. На восточном побережье при отсутствии данных по эффективности нереста горбуши в местных реках используются данные по рекам южного участка южной части юго-восточного побережья Сахалина [Каев и др., 2004], в данном слу-

чае по рекам Вознесенка и Очепуха. Для расчета использовано среднее значение индекса ската в этих реках (ИС = 77) в связи с плотностью заполнения производителями нерестилищ в основных реках примыкающего анивского побережья (~2,45 рыб/м²). В соответствии с этим скат молоди от нереста зашедших в реки восточного побережья 243 тыс. производителей оценен в 18,8 млн мальков. Таким образом, суммарная численность молоди горбуши, скатившейся в 2023 г. с нерестилищ рек анивского побережья Сахалина, составила 80,7 млн экз., в дополнение к которым с ЛРЗ выпущено 46,1 млн мальков этого вида.

Остров Итуруп. Горбуша заходит в 87 рек, при этом 82 % нерестилищ (0,60 млн м²) сосредоточены в 54 реках охотоморского побережья острова, воспроизводство в которых и обеспечивает промысловый запас. Соответственно, расчет численности покатной молоди также осуществляется для этого побережья острова [Каев, 2022]. Учет покатной молоди горбуши в 2023 г. традиционно проведен в реках Рыбацкая (ИС = 294) и Оля (ИС = 105), в которых плотность скоплений производителей на нерестилищах составляла соответственно 1,11 и 2,47 рыб/м². В связи с плотностью скоплений производителей в большинстве рек (более 2 рыб/м²) на уровне с таковой в р. Оля для расчетов использован индекс ската, рассчитанный как $(105 \times 2 + 294)/3 = 168$. В соответствии с этим суммарный скат молоди из рек охотоморского побережья острова от нереста учтенных в них 1580 тыс. производителей оценен в 265,4 млн экз., в дополнение к которым с ЛРЗ выпущено 152,5 млн мальков этого вида.

Заключение

С нерестилищ горбуши в реках восточного побережья Сахалина в 2023 г. скатилось 848,0 млн мальков этого вида (плюс 145,1 млн мальков, выпущенных с ЛРЗ), что почти вдвое больше, чем у родительского поколения (425,5 млн плюс 107,4 млн мальков заводского происхождения). Однако уровень прироста численности молоди дикого происхождения по отношению к предыдущему циклическому году был неодинаков для северных (северо-восточное побережье острова и побережье зал. Терпения, 383,4 и 106,5 млн мальков) и южных (юго-восточное побережье острова и побережье зал. Анива, 464,6 и 319,0 млн мальков) районов Сахалина. Переполнение нерестилищ в реках южных районов стало одной из причин снижения эффективности воспроизводства, в результате чего величина ската молоди от нереста одного условного производителя (ИС = 64) оказалась в 2,4 раза меньше, чем в северных (ИС = 153), хотя в многолетнем плане эффективность воспроизводства горбуши в реках южных районов выше [Каев и др., 2010]. Таким образом, при создавшихся благоприятных условиях воспроизводства чрезмерный пропуск производителей в реки в южных районах сдержал потенциальный рост общего запаса горбуши на побережье. Прирост выпуска молоди заводского происхождения (из них 96 % в южных районах побережья), не сможет компенсировать потери потенциального увеличения численности молоди дикого происхождения, так как изменения объемов выпуска молоди с ЛРЗ в абсолютном выражении несопоставимы с объемами ската молоди с нерестилищ.

Численность молоди горбуши, скатившейся из рек о. Итуруп в 2023 г. (265,4 млн мальков дикого и 152,5 млн мальков заводского происхождения) также превышала таковую в предыдущем циклическом году (соответственно 223,5 и 101,5 млн мальков).

По другим стадам горбуши, воспроизводимым в реках западного побережья Сахалина и о. Кунашир, оценка численности покатников не проведена ввиду отсутствия в 2023 г. наблюдений за покатной миграцией молоди в этих районах.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы благодарят всех сотрудников сахалинских филиалов ВНИРО и Главрыбвода, принимавших 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 counting of pink salmon juveniles and have special thanks to V.V. Smirnov (North-East Sakhalin Sustainable Fisheries Association) for his support and technical assistance in observations 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 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)

А.М. Каев возглавил проведение данного исследования. Авторы совместно анализировали данные и готовили эту статью.

All authors jointly collected and analyzed the data and wrote and illustrated the manuscript. A.M. Kaev conducted all stages of the study.

Список литературы

Атлас Сахалинской области [Карты] / ред. кол.: гл. ред. Г.В.Комсомольский и И.М. Сирьк. — М. : ГУГК, 1967. — 135 с.

Воловик С.П. Методы учета и некоторые особенности поведения покатной молоди горбуши в реках Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1967. — Т. 61. — С. 104–117.

Есин Е.В., Леман В.Н., Сорокин Ю.В., Чалов С.Р. Популяционные последствия высокочисленного подхода горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* к северо-восточному побережью Камчатки в 2009 году // Вопр. ихтиол. — 2012. — Т. 52, № 6. — С. 446–455.

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. 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 // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сах.-Курил. регионе и сопред. акваториях : 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., Руднев В.А. Динамика стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) юго-восточного побережья острова Сахалин // Вопр. ихтиол. — 2007. — Т. 47, № 2. — С. 215–227.

Каев А.М., Сафронов С.Н., Никитин В.Д. и др. Подходы к созданию лососевых рыбохозяйственных заповедных зон в Сахалинской области // Лососевые рыбохозяйственные заповедные зоны на Дальнем Востоке России. — М. : ВНИРО, 2010. — С. 51–59.

Каев А.М., Сухонос П.С., Бобров И.С. и др. Результаты количественного учета покатной молоди горбуши в реках Сахалино-Курильского региона в 2020 г. // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2020. — С. 120–131.

Кириллов П.И., Кириллова Е.А., Павлов Д.С. Закономерности покатной миграции молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в р. Малая Хузи (Сахалинская область) // Вопр. ихтиол. — 2018. — Т. 58, № 6. — С. 710–723. DOI: 10.1134/S0042875218060139.

Коновалов С.М. Зависимость «родители — потомки» в динамике животных (субпопуляционный уровень) // Журн. общ. биол. — 1989. — Т. 50, № 5. — С. 632–645.

Островский В.И. Запас, пополнение и динамика численности субизолятов нерки *Oncorhynchus nerka* оз. Азабачье // Вопр. ихтиол. — 1995. — Т. 35, № 5. — С. 613–620.

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.

Руднев В.А. Некоторые особенности промысла горбуши на различных участках юго-восточного побережья Сахалина // Бюл. № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2007. — С. 256–259.

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.

Шевляков Е.А., Фельдман М.Г., Островский В.И. и др. Ориентиры и оперативная оценка пропуска производителей на нерестилища как инструменты перспективного и краткосрочного управления запасами тихоокеанских лососей в реках дальневосточного рыбохозяйственного бассейна // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 196. — С. 23–62. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-23-62.

Bradford M.J. Precision of recruitment predictions from early life stages of marine fishes // Fish. Bull. — 1992. — Vol. 90, № 3. — P. 439–453.

Каев А.М., Irvine J.R. Population dynamics of pink salmon in the Sakhalin-Kuril Region, Russia // NPAFC Bull. — 2016. — № 6. — P. 297–305. DOI: 10.23849/npafcb6/297.305.

Поступила в редакцию 11.12.2023 г.

После доработки 19.12.2023 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 11.12.2023; approved after reviewing 19.12.2023;

accepted for publication 29.03.2024

Научная статья

УДК 639.211:574.523(711.3)

DOI: 10.26428/losos_bull17-2024-221-230

EDN: GORMFM

О ЗНАЧИМОСТИ ВОСПРОИЗВОДСТВА ГОРБУШИ ДЛЯ ЭКОСИСТЕМ ПРЕСНОВОДНЫХ ВОДОЕМОВ

В.И. Радченко*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. Данное сообщение основано на наблюдениях за составом пищи в желудках массовых видов хищных рыб, выловленных во время любительского рыболовства: лосося Кларка *Oncorhynchus clarkii*, горного сига *Prosopium williamsoni* и оregonского птихохейлуса *Ptychocheilus oregonensis* — в бассейне р. Фрейзер (Британская Колумбия, Канада). В сезон покатной миграции горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* с апреля по начало мая в желудках представителей перечисленных видов рыб обнаружено соответственно до 164, 126 и 28 мальков горбуши. Последние могут составлять значительную часть годового рациона хищных рыб, особенно в энергетическом отношении. В рассматриваемом озере три рыбоядных вида способны уничтожить потомство около 2390 производителей горбуши от нереста в небольшом впадающем в озеро ручье. Поскольку только генеративная линия горбуши нечетных лет воспроизводится в реках юга тихоокеанского побережья Канады, скат её молоди создает существенную разницу в кормовых условиях для хищных рыб в смежные годы.

Ключевые слова: горбуша, покатная молодь, хищничество, выедание, пресноводные экосистемы

Для цитирования: Радченко В.И. О значимости воспроизводства горбуши для экосистем пресноводных водоемов // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 221–230. DOI: 10.26428/losos_bull17-2024-221-230. EDN: GORMFM.

Original article

On importance of pink salmon reproduction for freshwater ecosystems

Vladimir I. Radchenko

Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia,
Ph.D., assistant head, vladimir.radchenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-4048-077X

Abstract. The report is based on observations of food composition in stomachs of common predatory fish species caught during recreational fisheries in the Fraser River basin, in particular Lake Morris (British Columbia, Canada), as cutthroat *Oncorhynchus clarkii*, mountain whitefish *Prosopium williamsoni*, and northern pikeminnow *Ptychocheilus oregonensis*. Up to 164, 126 and 28 fry of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* were found in the stomachs of the listed fish species, respectively, during pink salmon downstream migration in April — early May. In this season, these species can consume a significant portion of their annual food ration, especially in energy terms. In the lake under consideration, these three predators are capable to eliminate pink salmon fry from the spawning of about 2,390 pink salmon in a small inflowing stream. Since the spawners of only the odd-years broodline of pink salmon reproduce in the rivers of the southern Pacific coast of Canada, the migration of their juveniles creates a significant difference in feeding conditions for predatory fish in adjacent years.

Keywords: pink salmon, downstream migrating fry, predation, consumption, freshwater ecosystem

For citation: Radchenko V.I. On importance of pink salmon reproduction for freshwater ecosystems, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 221–230. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2024-221-230. EDN: GORMFM.

Введение

На оценку роли тихоокеанских лососей в пресноводных экосистемах во многом влияет эмоциональное восприятие картины их массового нерестового хода, привлекающей внимание высокой

* Радченко Владимир Иванович, кандидат биологических наук, помощник руководителя, vladimir.radchenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-4048-077X.

биомассой производителей. Роль молоди лосося в пресноводных экосистемах менее заметна, и в широкой сети мелких нерестовых водоемов (ключей и ручьев) исследования проводятся в ограниченном объеме. Между тем многие виды рыб, входящих в состав ихтиоценов лососевых нерестовых рек, получают выгоду от нерестового хода лососей трижды: поедая унесенную течением при нересте и отложенную икру, питаясь личинками и покатной молодью лосося, а также за счет потребления кормового зоопланктона (в озерах), дрефта (в водотоках) и зообентоса, биомасса которых в нерестовых лососевых реках и озерах значительно выше, чем в реках без хода лососей [Леванидов, 1981; Богатов, 1994; Cederholm et al., 1999; Радченко, 2006].

Миграция молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* — одного из самых многочисленных видов тихоокеанских лососей — является значимым событием в водосборных бассейнах нерестовых рек. Мелкие (десятые доли грамма) стайные, малоподвижные сеголетки горбуши становятся здесь легкой добычей хищных рыб и птиц. Обильная покатная миграция молоди горбуши влияет на функционирование пресноводных экосистем и, возможно, определяет тенденции изменения численности и выживаемости многих экологически связанных видов. В данном сообщении сделана попытка оценить значимость воспроизводства горбуши для экосистем малых водоемов в бассейнах нерестовых рек.

Материалы и методы

В основу данного сообщения положены результаты наблюдений за составом пищи в желудках массовых видов рыб (лосося Кларка *Oncorhynchus clarkii* (Richardson, 1836), горного сига *Prosopium williamsoni* (Girard, 1856) (оба — Salmonidae) и орегонского птихохейлуса *Ptychocheilus oregonensis* (Richardson, 1836) (Leuciscidae)*, пойманных во время любительского рыболовства в небольшом оз. Моррис с площадью зеркала около 0,06 км² (рис. 1) и ручье Уивер озерно-речной системы Харрисон на юге канадской провинции Британская Колумбия. В озеро впадает только этот крупный ручей, рядом с которым в нескольких сотнях метров выше по течению сооружены нерестовые каналы для нерки *Oncorhynchus nerka* (или кеты *O. keta* в годы со слабым подходом нерки). Озеро соединено длинной (около 1,5 км) протокой с р. Харрисон, притоком первого порядка крупнейшей реки Британской Колумбии Фрейзер (средний объем стока 112 км³ в год) в ее нижнем течении.

Вылов хищных рыб осуществляли в режиме лицензированного любительского рыболовства во внутренних водоемах, в основном с апреля по начало июня и с конца августа по ноябрь в 2019–2022 гг. В июле лов вели однажды, в 2019 г. Для отлова использовали спиннинг с толщиной плетеного рыболовного шнура 0,128–0,165 мм и колеблющиеся блесны массой 2,5–4,0 г. Длину рыб определяли с помощью мерной ленты, массу — на бытовых электронных весах. Объем собранного материала в рассматриваемом водоеме составил 130 желудков (табл. 1).

Молодь горбуши в желудках хищных рыб определяли по отсутствию пигментных мальковых пятен [Леман, Есин, 2008]. Поскольку мальки в основном были слабо переварены, часто практически не повреждены, подсчитанное количество считали потребленным хищными рыбами не более чем за сутки. Скат горбуши из ручья Уивер и визуальное фиксируемое нахождение её молоди в оз. Моррис наблюдаются около месяца, что практически совпадает со временем нагула в озере лосося Кларка и сига в начале теплого сезона. Для позже мигрирующего птихохейлуса время совместного с молодью горбуши нахождения в озере оценили примерно в две недели.

Температуру воды в озере не измеряли. По литературным источникам [Renn et al., 2001], температура воды в нижнем течении р. Фрейзер в период с середины апреля (с началом весеннего павод-

* В данной работе мы придерживаемся систематики семейств, представленной в каталоге рыб Эшмейера и основанном на нём электронном каталоге FishBase (<http://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>).

ка) до середины июня, включающий покатную миграцию молоди горбуши, монотонно возрастает от 4,5 до 12,0 °С.

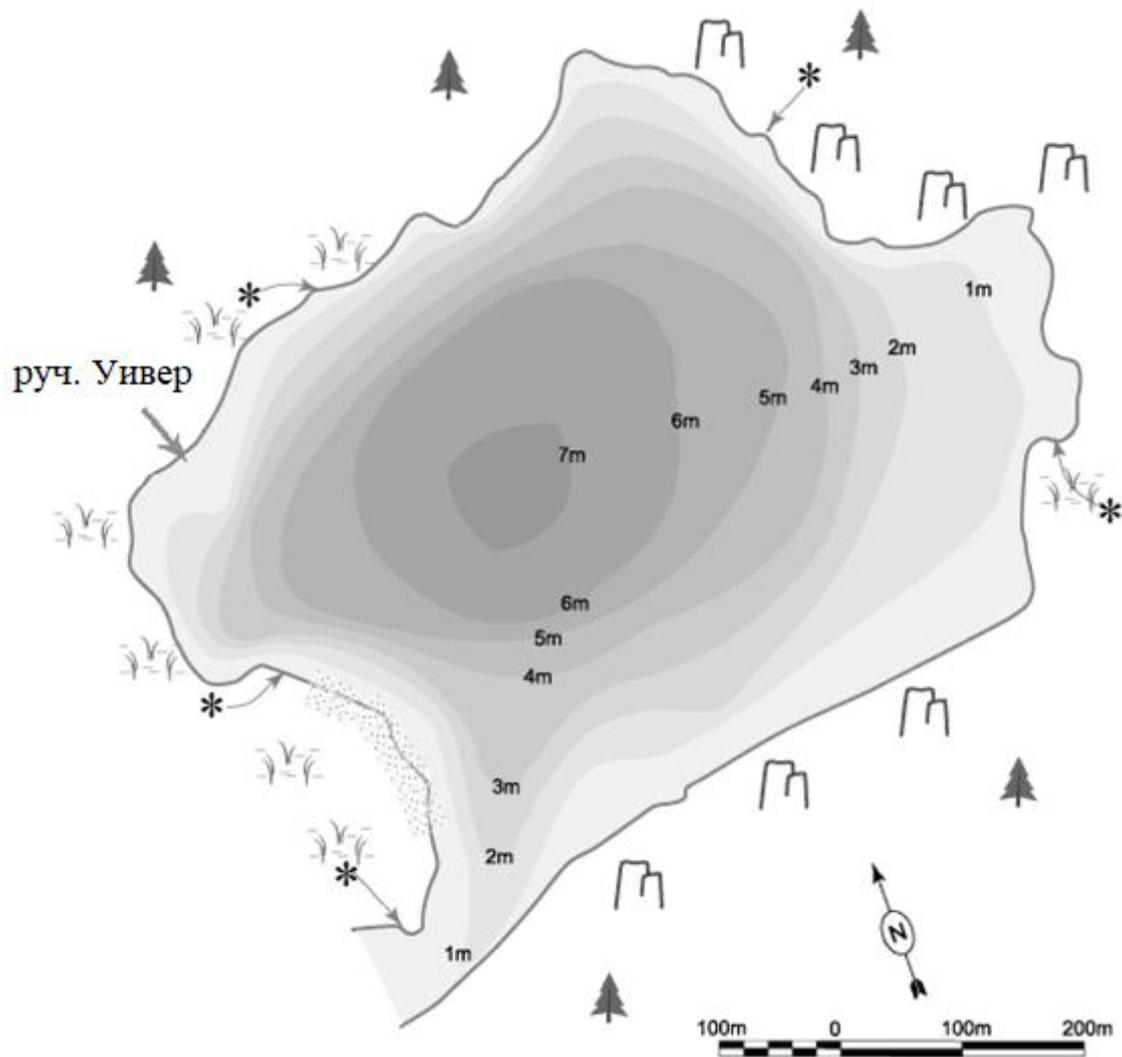


Рис. 1. Схема оз. Моррис (с рыболовного сайта <https://www.sharphooks.com/>). Стрелками со звездочками обозначены места просачивания воды из прилежащих заболоченных участков. Цифрами показана глубина озера в метрах

Fig. 1. Scheme of Lake Morris (from the fishing website <https://www.sharphooks.com/>). Arrows with asterisks indicate water seeps from the adjacent wetlands. The numbers show the lake depth in meters

Объем материала по питанию хищных рыб, собранного в оз. Моррис в 2019–2022 гг.

Таблица 1

Table 1

Data volume on predatory fish feeding collected in Lake Morris in 2019–2022

Вид	Количество исследованных рыб, экз.	Длина АС, см	Количество молоди горбуши в желудках, экз.
<i>Oncorhynchus clarkii</i>	28	34,7–53,4	0–164
<i>Prosopium williamsoni</i>	62	22,8–27,2	0–126
<i>Ptychocheilus oregonensis</i>	40	28,0–44,1	0–28

Статистика вылова горбуши на тихоокеанском побережье Канады приведена по данным Комиссии по анадромным рыбам в северной части Тихого океана (<http://nrafsc.org>). Численность производителей горбуши в наблюдаемой водной системе в 1959–1991 гг. получена из открытой базы данных Департамента рыболовства и океанов Канады (NuSEDS).

Результаты и их обсуждение

Ихтиофауна оз. Моррис — типичная для небольших водоемов в нижней части водосборного бассейна р. Фрейзер. Помимо тихоокеанских лососей пяти видов (горбуша, кета, нерка, кижуч *Oncorhynchus kisutch* и чавыча *O. tshawytscha*), в её составе нами отмечены такие представители семейства лососевых, как лосось Кларка, горный сиг, мальма *Salvelinus malma* (Walbaum, 1792), радужная форель *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), бычья форель *Salvelinus confluentus* (Suckley, 1859), а также представители семейства ельцовых — орегонский птихохейлус, чукучановых (Catostomidae) — большегубый чукучан *Catostomus macrocheilus* Girard, 1856, корюшковых (Osmeridae) — зулахон *Thaleichthys pacificus* (Richardson, 1836) и колюшковых (Gasterosteidae) — трехиглая колюшка *Gasterosteus aculeatus* Linnaeus, 1758. Среди перечисленных видов чавыча, мальма, радужная и бычья форели в оз. Моррис относительно редки. Всего же пресноводная ихтиофауна тихоокеанского региона Канады насчитывает 67 видов [Scott, Crossman, 1973], в том числе 37 видов встречены в нижнем течении р. Фрейзер [Richardson et al., 2000], и нахождение некоторых из них в рассматриваемой водной системе, особенно мелких особей, в принципе возможно.

Из хищных рыб, питание которых исследовалось, взрослые особи лосося Кларка мигрируют в летнее время в море, а горный сиг проводит большую часть лета в более крупном оз. Харрисон. Численность птихохейлуса в оз. Моррис, напротив, увеличивается по мере прогрева воды. В июле — начале августа, до начала массового хода тихоокеанских лососей, этот вид подавляюще доминирует в озере над другими хищными рыбами.

Горбуша заходит в озеро и впадающий в него ручей на нерест только в нечетные годы. Численность производителей горбуши в наблюдаемой водной системе в 1959–1991 гг. оценивается в среднем в 2690 особей, или 1345 пар производителей. Более поздние данные о подходах горбуши в ручей Уивер отсутствуют. При сравнении результатов учетов производителей горбуши в ручье и протоке оз. Моррис с данными вылова горбуши на тихоокеанском побережье Канады в нечетные 1959–1991 гг. обнаруживается связь умеренной силы ($r = 0,62$; $p < 0,01$). Можно предположить, что численность производителей, мигрирующих в ручей Уивер в 1993–2021 гг., снизилась примерно на 45 %, и в последние годы наиболее значительно (рис. 2). Впрочем, в последние годы статистика вылова как показатель состояния запасов горбуши становится в Британской Колумбии менее показательной. После 2013 г. рыбацкие общины лишены стимула развивать промысел горбуши из-за её слабых подходов на большей части побережья провинции [Радченко, 2021].

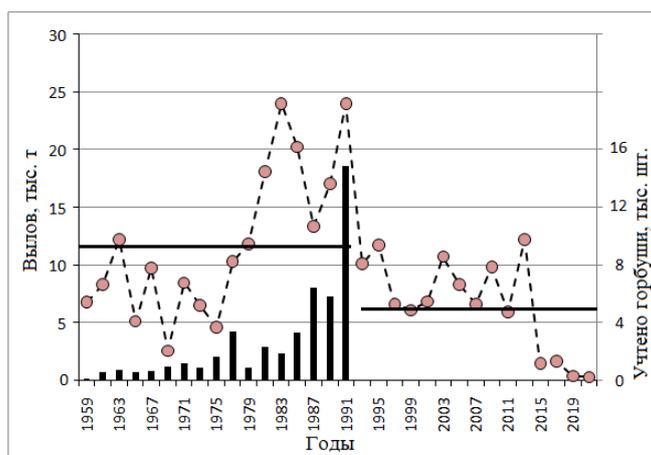


Рис. 2. Динамика вылова горбуши на тихоокеанском побережье Канады в нечетные годы, 1959–2021 (график) и результаты учета подходов производителей в ручей Уивер, 1959–1991 гг. (гистограмма). Жирными линиями показана средняя величина вылова в 1959–1991 (11,94 тыс. т) и 1993–2021 гг. (6,57 тыс. т)

Fig. 2. Dynamics of pink salmon catches on the Pacific coast of Canada in odd years from 1959 to 2021 (graph, left ordinate) and abundance of pink salmon run to the Weaver Creek in 1959–1991 (histogram, right ordinate). Bold lines show the average catch in 1959–1991 ($11.94 \cdot 10^3$ t) and 1993–2021 ($6.57 \cdot 10^3$ t)

Молодь горбуши в питании хищных рыб встречалась только в четные годы. Наиболее ранняя поимка хищника с молодь горбуши в желудке отмечена для горного сига 3 апреля 2022 г., наиболее поздняя — для лосося Кларка и тихохейлуса 1 мая 2022 г. В апреле молодь горбуши длиной 3–4 см держится на мелководных участках озера, перемещаясь в основном вдоль уреза воды, а хищные рыбы атакуют мальков, выносимых течением на приглубые участки. В относительно маловодном по сравнению с 2020 г. 2022 г. молодь горбуши в желудках сига и лосося Кларка встречалась чаще, и её количество было больше. В то же время двух лет наблюдений для заключения о связи водности с интенсивностью хищничества в озере явно недостаточно. В сахалинских реках отмечено негативное воздействие паводков на выживаемость поклатной молоди горбуши, так как потоки паводковых вод размывают грунт на нерестилищах и выносят в морское побережье менее подготовленную к переходу к морскому периоду жизни молодь [Гриценко, 2002; Шунтов, Темных, 2008]. В озере же важным обстоятельством является повышенная мутность воды при усилении ручьевого стока, маскирующая мальков от хищников.

Число мальков горбуши, встреченных в желудках хищных рыб, изменялось в зависимости от времени суток. Рыбы, выловленные позднее в течение светового дня, как правило, успевали потребить большее количество молоди горбуши. Это увеличение особенно выражено наблюдалось у лосося Кларка. Количество молоди горбуши в желудках особей *O. clarkii*, выловленных в утренние часы, не превышало двух-трех десятков, а их максимальные значения (113 и 164 экз.) отмечены у двух особей, выловленных в районе полудня. К середине дня активность питания лосося Кларка и интенсивность его клева, как правило, заметно снижались. Вне периода ската молоди горбуши в питании лосося Кларка отмечены трехиглая колюшка, личинки хирономид (*Chironomidae*) и имаго насекомых, осенью — икра лососей. Наполнение желудков в этот период не превышало 1 балла.

У горного сига количество молоди горбуши в желудках чаще всего не превышало 20 экз., максимальное количество составило 126 шт. Сиг держался у дна под струей впадающего в озеро ручья и активно атаковал блесну при её проводке вдоль потока воды. Это подчеркивает нацеленность сига на питание мальками, выносимыми ручьем в озеро. В питании горного сига из оз. Калтус, расположенного примерно в 30 км от оз. Моррис на левом берегу р. Фрейзер, также отмечена молодь лососей — нерки [Scott, Crossman, 1973].

Самки горного сига в уловах спиннингом преобладали по численности над самцами в соотношении 7 : 1. Хотя данные о соотношении полов у горного сига в водосборном бассейне р. Фрейзер неизвестны, в других частях ареала вида подобного преобладания самок не наблюдается. Так, самцы в пробах слегка преобладали (61,5 %) среди рыб крупнее 181 мм в пробе, собранной после внесения цианида натрия в р. Блэк-Форк в северо-восточной части штата Юта, США, в октябре 1977 г. [Wydoski, 2001]. Во всепогодной гематологической пробе, собранной удебной снастью в реках Йеллоустон и Мэдисон в штате Монтана с апреля 1961 по сентябрь 1962 г., самки горного сига составили 58,6 % [McKnight, 1966]. В трех притоках р. Колумбия в пробах, в основном взятых электроловом в июле 1992 г., доля самок составляла от 53,6 % в р. Слокан до 66,7 % в Дженел-крик [Nener et al., 1995]. Возможно, более существенные энергетические траты на подготовку к нересту (созревание икры), требуют богатой энергией пищи и влияют на пищевое поведение самок горного сига в оз. Моррис. Кроме молоди горбуши, в желудках сига отмечены икра лососей (в октябре), личинки ручейников (*Trichoptera*), имаго насекомых и неорганический донный материал — возможно, фрагменты домиков личинок ручейников.

Поскольку тихохейлус не покидает акваторию оз. Моррис в середине лета, его уловы позволили получить наиболее полную информацию о питании вида. Считается, что *P. oregonensis* летом питается рыбой, незначительно планктоном и личинками насекомых, а зимой — преимущественно рыбой [Аникиева и др., 1987]. Известно [Steigenberger, Larkin, 1974], что пик активности питания тихохейлуса в водосборном бассейне р. Фрейзер приходится на сумерки и ночные часы, а темп пе-

реваривания рыбной пищи при температуре воды от 10–12 до 17–20 °С составляет около 14 %/час. Поэтому молодь горбуши в желудках птихохейлуса к моменту вылова оказалась более переваренной, чем у двух других рассматриваемых видов рыб. Молодь горбуши встречена у всех шести особей, выловленных в начале мая, при максимальном количестве 28 шт., а средний балл наполнения желудка составил 2,7. В остальные же месяцы наполнение желудка птихохейлуса не превышало 1 балла (рис. 3), в желудках встречены молодь колюшки и зулафона, имаго и личинки насекомых.

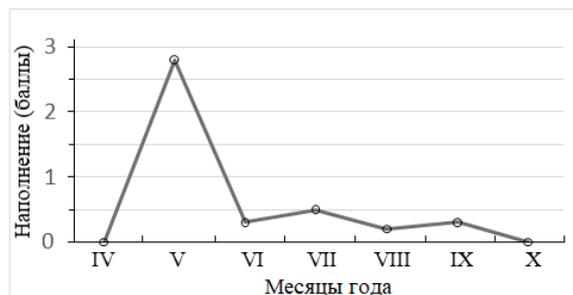


Рис. 3. Изменение среднего наполнения желудка *P. oregonensis* в оз. Моррис в течение теплого сезона года, данные 2019–2022 гг.

Fig. 3. Dynamics of *P. oregonensis*' stomach fullness in Lake Morris in the warm seasons of 2019–2022

У птихохейлуса, мигрирующего в оз. Моррис, нет другого периода в году с такой высокой интенсивностью питания, и в четные годы он может потреблять около трети своего годового рациона в конце апреля — начале мая. Биоэнергетическое моделирование показало, что хищничество *P. oregonensis* на молоди лососевых рыб в р. Колумбия на 26–31 % выше в периоды более теплого климата при средних весенних и летних температурах около 11 и 18 °С, чем в прохладные периоды при средних температурах около 10 и 16 °С [Petersen, Kitchell, 2001]. Петерсен [Petersen, 1994] оценил выедание молоди лососей в р. Колумбия на участке длиной около 100 км в 1983–1986 гг. в 1,4–2,9 млн экз. (в зависимости от методики расчета) ежегодно, с максимальным выеданием в мае и июле. При этом исследования, выполненные на другом участке р. Колумбия, примерно в 75 км от устья, с 20 июля по 8 сентября в 1983 г., не обнаружили молоди лососей в питании *P. oregonensis* [Kirn et al., 1986].

Лосось Кларка и горный сиг мигрируют в оз. Моррис дважды в год, в начале и конце теплого сезона, что в первом случае дает им возможность питаться скатывающейся молодью лососей, а во втором — сносимой потоком воды икрой лососей. На основании литературных данных [Pontius, Parker, 2015; Pearcy et al., 2018] следует заключить, что в период ската молоди горбуши эти хищные рыбы также потребляют весьма значимую и наиболее энергетически ценную часть их годового рациона. Это обстоятельство особенно важно для сига и птихохейлуса, которые в остальное время года обычно питаются менее калорийной придонной пищей при невысокой интенсивности питания.

Максимальные оценки количества молоди горбуши, встреченной в желудках хищных рыб, вряд ли корректно экстраполировать на весь период ската. Расчет среднего количества был бы недостоверным из-за малого объема выборки, который ещё более сокращается, если принимать во внимание только данные четных лет. К тому же часть записей в журнале наблюдений за 2020 г. содержит примерную оценку количества мальков в желудках. На основе имеющихся данных и некоторых допущений возможен лишь примерный расчет потребления хищниками молоди горбуши.

Если произвольно оценить суточное потребление мальков хищными рыбами в 20 % от максимального наблюдаемого количества, общее потребленное количество за период ската оказывается равным 179,25 тыс. рыб (табл. 2). При средней величине ската от одной самки в 150 мальков [Radchenko, 2012] это количество равняется результату нереста 1195 самок, или, исходя из предположения о равенстве полов у производителей горбуши на нерестилище, 2390 экз. взрослой горбуши. Это составляет 88,8 % от оцененной численности подходов горбуши в ручей Уивер в 1959–1991 гг. и

больше величины подходов, если уменьшить её на 45 % для периода 1993–2021 гг. в соответствии с установленной корреляционной зависимостью. Следует учитывать, что численность всех трех рассматриваемых видов хищных рыб на ближайшем участке р. Фрейзер, от впадения р. Харрисон до отметки в 25 км ниже по течению, с 1972–1973 по 1993–1994 гг. существенно возросла: лосося Кларка — с нуля до 200 шт./км², горного сига — на четверть (а биомасса более чем вдвое), тихохейлуса — в десять раз [Richardson et al., 2000]. Мальками горбуши в оз. Моррис также питаются кижуч, чавыча, мальма, бычья форель и чукучан, а кроме того, рыбаодные птицы — крохаль *Mergus serrator*, большая голубая цапля *Ardea herodias* и опоясанный зимородок *Megaceryle alcyon*.

Таблица 2

Примерный расчет выедания молоди горбуши, скатывающейся из ручья Уивер в оз. Моррис в четные годы

Table 2

Approximate estimate of predation on the juvenile pink salmon migrating from the Weaver Creek into Lake Morris in even years

Вид	Единовременное количество рыб в озере, шт.	Срок пребывания, дни	Потребление мальков, шт./ день*	Общее потребление, тыс. шт.
<i>Oncorhynchus clarkii</i>	25	30	33	24,75
<i>Prosopium williamsoni</i>	150	30	25	112,50
<i>Ptychocheilus oregonensis</i>	500	14	6	42,00
Три вида суммарно				179,25

* Суточное потребление оценено в 20 % от максимального наблюдаемого.

На примере горбуши Охотоморского бассейна ранее было рассчитано, что вышедшая из гнезд генерация горбуши до выхода в морское побережье теряет 70,6 % численности [Radchenko, 2012], по-видимому, в основном по причине хищничества. В.И. Карпенко [1998], анализируя выедание молоди лососей рыбаодными хищниками, отмечал, что величина урона, наносимого генерации горбуши, в каждом случае зависела от конкретных условий, складывающихся в эстуариях рек Камчатки. Максимальные оценки, полученные им для молоди горбуши, составили 21–29 % от численности генерации в результате хищничества двух видов — мальмы *S. malma* и зубатой корюшки *Osmerus dentex*. В этих случаях речь идет о потреблении до 64 млн шт. мальков горбуши, т.е. масштабы явления значительно больше рассматриваемых нами. В монографии приведены оценки и других исследователей — до 85 % численности молоди лососей в отдельно взятом ключе Карымайском [Семко, 1954, цит. по: Карпенко, 1998].

Нами не встречена молодь горбуши с остатками желточного мешка, ни свободно плавающая, ни в желудках хищников. Отсутствие желточного мешка должно способствовать выживаемости мальков [см. обзор: Шунтов, Темных, 2008]. Но скат в оз. Моррис — это лишь первый этап миграции молоди горбуши в пресных водах. До выхода в море ей предстоит преодолеть еще около 100 км по протоке, а также собственно рекам Харрисон и Фрейзер. Без сомнения, общая потеря генерации горбуши от хищничества на этом пути увеличится на неопределенную величину, но вряд ли окажется столь же значительной. Вполне возможно, что условия оз. Моррис в целом, и особенно в рассматриваемые годы, способствуют накоплению в нем хищных рыб и значительным темпам выедания скатывающейся молоди. Поскольку в ручей также скатывается молодь нерки и кеты из рыбоводных каналов, следовало бы обратить внимание на существование на путях её миграции таких «барьерных» водоемов, способствующих выеданию молоди лососей хищниками.

Лосось Кларка в пределах ареала представлен наибольшим среди всех тихоокеанских лососевых рыб разнообразием жизненных форм, которые отличаются пищевым и репродуктивным поведением. В озерах Британской Колумбии обитают различные проходные и жилые формы *O. clarkii*, среди которых различают адфлювиальные и речные, а также немигрирующие, ограниченные в местах обитания физическими барьерами. Более того, при изменении условий постоянно обитающие в пре-

сной воде рыбы могут стать проходными, а анадромные рыбы — перейти к резидентному образу жизни [см. обзор: Pearcy et al., 2018].

Наши наблюдения в нескольких озерах Британской Колумбии показали, что максимальные размеры лосося Кларка в водоеме связаны с его возможностью совершать анадромные миграции и с наличием в водоеме нереста тихоокеанских лососей. Так, в замкнутых озерах *O. clarkii* образует жилые формы, отличающиеся небольшими размерами (до 20 см) в зрелом возрасте. В озерах, из которых лосось Кларка мигрирует в более крупные водотоки и в которых нет миграций и нереста тихоокеанских лососей, его максимальные размеры достигают 35 см. В оз. Моррис, в которое мигрируют и размножаются во впадающем ручье как минимум четыре вида тихоокеанских лососей, размеры некоторых взрослых особей лосося Кларка превышают 50 см. Это обстоятельство хорошо иллюстрирует различные уровни продуктивности озерных экосистем, обеспечивающих нагул лосося Кларка в трех типах озер. По наблюдениям за ростом лосося Кларка в зал. Пьюджет-Саунд в 2015 г., темп его роста увеличивался в течение весны и начала лета и снижался с августа по ноябрь, что связывается с возможностью питания молодью кеты [Losee et al., 2018].

Поскольку на юге Британской Колумбии воспроизводится только генеративная линия горбуши нечетных лет, есть существенная разница в кормовых условиях для хищных видов рыб в четные и нечетные годы. Это мощный сигнал через пищевую сеть, который должен прослеживаться через изменение биологических параметров и темпов смертности экологически связанных с лососем видов, если такие исследования будут выполняться в дальнейшем.

Исследователи продолжают поиски «основного» фактора, определяющего темпы смертности лососей в период ската молоди в море, который во многом обуславливает численность возврата и продуктивность каждой отдельной генерации. В последние годы в числе таких главных факторов определяли неблагоприятный температурный режим прибрежных морских вод [Каев, 2019], мощный весенний паводок [Гриценко, 2002], и шторма при нагуле только что скатившейся из рек молоди [Каев, 2019], особенности циркуляции вод, влияющие на формирование кормовой базы [Каев, 2022]. Не отрицая важности перечисленных факторов, следует подчеркнуть значимость биотического окружения молоди в период ската, поскольку трофические связи в сообществах и привычки пищевого поведения хищных рыб остаются менее изменчивыми, чем физические факторы среды. Как справедливо отмечено, при относительно стабильных условиях воспроизводства первостепенную роль в формировании численности поколений играет количество молоди, скатывающейся с нерестилищ [Островский, Каев, 2023].

Заключение

Массовая миграция молоди горбуши в бассейнах нерестовых рек — значимое сезонное явление, которое коренным образом меняет состояние кормовой базы, распределение и пищевое поведение экологически связанных видов рыб. В районах, где воспроизводится только одна генеративная линия горбуши (четных или нечетных лет), скат ее молоди создает существенную разницу в кормовых условиях для хищных рыб в смежные годы. Полученные нами данные свидетельствуют о том, что различия в пищевой обеспеченности этих видов в смежные годы значительны и могут быть выявлены при проведении соответствующих исследований их биологии, а также темпов роста и смертности.

В системе водосборного бассейна нерестовой лососевой реки существуют элементы, в частности малые озера, расположенные недалеко от основного русла или русел крупных притоков, в которых концентрируются хищные виды рыб, что увеличивает вероятность гибели молоди лососей в период ската. Наличие таких водоемов на миграционных путях молоди следует учитывать при планировании и осуществлении рыбоводной деятельности.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Автор выражает признательность сотруднику Тихоокеанской лососевой комиссии (Pacific Salmon Commission) Стиву Лэзему за продуктивное обсуждение одной из ранних версий сообщения, а также анонимным рецензентам за внимательное прочтение рукописи и ценные советы.

The author is thankful to Steve Latham of the Pacific Salmon Commission for productive discussion of an earlier version of the report, and to three anonymous reviewers for their careful reading of the manuscript and valuable advice.

Финансирование (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study had no sponsorship.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдены. Автор заявляет, что у него нет конфликта интересов.

All applicable national, institutional and international ethical guideline for the use of animals are implemented. The author declares no conflict of interest.

Список литературы

Аниксеева Л.В., Пугачев О.Н., Пэрэнлэйжамц Ж. Цестоды рода *Proteocephalus* от алтайского османа (*Oreoleuciscus*: Cyprinidae) // Тр. ЗИН АН СССР. — 1987. — Т. 161. — С. 94–106.

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

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

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

Леванидов В.Я. Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. — С. 3–21.

Леман В.Н., Есин Е.В. Иллюстрированный определитель лососеобразных рыб Камчатки. — М. : ВНИРО, 2008. — 100 с.

Островский В.И., Каев А.М. Факторы, определяющие численность пополнения горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) острова Итуруп // Вопр. ихтиол. — 2023. — Т. 63, № 3. — С. 326–338. DOI: 10.31857/S0042875223030153.

Радченко В.И. Роль тихоокеанских лососей в пресноводных экосистемах // Бюл. № 1 реализации «Концепции Дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-Центр, 2006. — С. 19–27.

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.

Шунтов В.П., Темных О.С. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах : моногр. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2008. — Т. 1. — 481 с.

Cederholm C.J., Kunze M.D., Murota T., Sibatani A. Pacific salmon carcasses: essential contributions of nutrients and energy for aquatic and terrestrial ecosystems // Fisheries. — 1999. — Vol. 24, Iss. 10. — P. 6–15. DOI: 10.1577/1548-8446(1999)024<0006:PSC>2.0.CO;2.

Kirn R.A., Ledgerwood R.D., Nelson R.A. Increased abundance and the food consumption of northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*) at river kilometer 75 in the Columbia River // Northwest Science. — 1986. — Vol. 60, Iss. 3. — P. 197–200.

- Losee J.P., Claiborne A.M., Dionne P.E. et al.** Size, age, growth and site fidelity of anadromous cutthroat trout *Oncorhynchus clarkii clarkii* in the Salish Sea // J. Fish. Biol. — 2018. — Vol. 93, Iss. 5. — P. 978–987. DOI: 10.1111/jfb.13824.
- McKnight I.M.** A hematological study on the mountain whitefish, *Prosopium williamsoni* // J. Fish. Res. Board Can. — 1966. — Vol. 23, Iss. 1. — P. 45–64.
- Nener J., Kieser D., Thompson J.A.J. et al.** Monitoring mountain whitefish *Prosopium williamsoni*, from the Columbia River system near Castlegar, British Columbia: health parameters & contaminants in 1992 : Can. Manuscr. Rep. Fish. Aquat. Sci. — 1995. — № 2036. — 89 p.
- Pearcy W.G., Brodeur R.D., McKinnell S.M., and Losee J.P.** Ocean ecology of Anadromous coastal cutthroat trout // The ocean ecology of Pacific salmon and trout. — Bethesda, Maryland : American Fisheries Society, 2018. — P. 905–930.
- Petersen J.H.** Importance of spatial pattern in estimating predation on juvenile salmonids in the Columbia River // Trans. Amer. Fish. Soc. — 1994. — Vol. 123. — P. 924–930. DOI: 10.1577/1548-8659(1994)123<0924:IOSPIE>2.3.CO;2.
- Petersen J.H., Kitchell J.F.** Climate regimes and water temperature changes in the Columbia River: bioenergetic implications for predators of juvenile salmon // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 2001. — Vol. 58, Iss. 9. — P. 1831–1841. DOI:10.1139/CJFAS-58-9-1831.
- Pontius R.W., Parker M.** Food habits of the mountain whitefish, *Prosopium williamsoni* (Girard) // Trans. Amer. Fish. Soc. — 2015. — Vol. 102, Iss. 4. — P. 764–773. DOI: 10.1577/1548-8659(1973)102<764:FHOTMW>2.0.CO;2.
- Radchenko V.I.** Abundance dynamics of pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, as a structured process determined by many factors // NPAFC. Tech. Rep. — 2012. — № 8. — P. 14–18.
- Renn J.R., Bison R.G., Hagen J., and Nelson T.C.** Migration characteristics and stock composition of interior Fraser steelhead as determined by radio telemetry, 1996–1999. — BC Ministry of Water, Land and Air Protection, Kamloops, B.C., 2001. — 135 p.
- Richardson J.S., Lissimore T.J., Healey M.C., Northcote T.G.** Fish communities of the lower Fraser River (Canada) and a 21-year contrast // Env. Biol. Fish. — 2000. — Vol. 59. — P. 125–140. DOI: 10.1023/A:1007681332484.
- Scott W.B., Crossman E.J.** Freshwater fishes of Canada : Bull. Fish. Res. Board Can. — 1973. — № 184. — 966 p.
- Steigenberger L.W., Larkin P.A.** Feeding activity and rates of digestion of northern squawfish (*Ptychocheilus oregonensis*) // J. Fish. Board Can. — 1974. — Vol. 31, Iss. 4. — P. 411–420. DOI: 10.1139/f74-069.
- Wydoski R.S.** Life history and fecundity of mountain whitefish from Utah streams // Trans. Amer. Fish. Soc. — 2001. — Vol. 130, Iss. 4. — P. 692–698. DOI: 10.1577/1548-8659(2001)130<0692:LHAFOM>2.0.CO;2.

Поступила в редакцию 7.11.2023 г.

После доработки 17.11.2023 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 7.11.2023; approved after reviewing 17.11.2023;

accepted for publication 29.03.2024

Научная статья

УДК 597.552.511–135(282.257.6)

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-231-235

EDN: GSCHQJ

**РЕЗУЛЬТАТЫ КОЛИЧЕСТВЕННОГО УЧЁТА ПОКАТНОЙ МОЛОДИ
ГОРБУШИ *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* В РЕКЕ МАЛАЯ ХУЗИ
(СЕВЕРО-ВОСТОК ОСТРОВА САХАЛИН) В 2023 Г.**

А.Н. Ельников¹, А.А. Живоглядов^{2*}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;

² Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 169

Аннотация. В период с 17 мая по 8 июля 2023 г. в р. Малая Хузи (Смирныховский район, Сахалинская область) проводили учёт покатной молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha*. Температура воды в период проведения работ последовательно повышалась с 3,8 до 13,7 °С. Значительного паводка в текущем году не было; подъем воды после дождя отметили только 27–29 мая, 12–14 июня и 18–20 июня. Основная масса молоди горбуши мигрировала в течение 23 сут с 23 мая по 14 июня — 98,9 % всей молоди. Пик ската пришелся на 8 июня при прогреве воды до 8,1 °С. Рассчитанное число мальков горбуши, скатившихся с нерестилиц в р. Малая Хузи в 2023 г. составило 8,77 млн. шт.

Ключевые слова: горбуша, *Oncorhynchus gorbuscha*, численность покатной молоди, учётный створ, Сахалинская область

Для цитирования: Ельников А.Н., Живоглядов А.А. Результаты количественного учёта покатной молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в реке Малая Хузи (северо-восток острова Сахалин) в 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 231–235. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-231-235. EDN: GSCHQJ.

Original article

**Results of quantitative counting for downstream juveniles of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*
in the Malaya Khuzi River (north-east of Sakhalin Island) in 2023**

Andrey N. Elnikov*, Andrey A. Zhivoglyadov**

* Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

** Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO), 196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

* Ph.D., senior researcher, elnikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-5511-2382

** Ph.D., leading researcher, tauros-kiff@mail.ru, ORCID 0000-0001-9955-6903

Abstract. Downstream juveniles of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* were counted in the Malaya Khuzi River (Smirnykh district, Sakhalin Region) from May 17 to July 8, 2023. In this period, the water temperature had increased from 3.8 to 13.7 °C, floods were absent, except insignificant water rising after rains on May 27–29, June 12–14, and June 18–20. The majority of juvenile pink salmon (98.9 %) migrated within 23 days from May 23 to June 14, with the peak of migration on June 8 when the water temperature was 8.1 °C. The number of pink salmon juveniles migrated from the Malaya Khuzi River in 2023 was estimated as 8.77·10⁶ ind.

Keywords: pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, juvenile, counting transect, Sakhalin Region

For citation: Elnikov A.N., Zhivoglyadov A.A. Results of quantitative counting for downstream juveniles of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in the Malaya Khuzi River (north-east of Sakhalin Island) in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 231–235. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-231-235. EDN: GSCHQJ.

* Ельников Андрей Николаевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, elnikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-5511-2382; Живоглядов Андрей Александрович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, tauros-kiff@mail.ru, ORCID 0000-0001-9955-6903.

Введение

К настоящему времени промысел горбуши на о. Сахалин распределяется крайне неравномерно. В южной части острова, где сосредоточены все рыболовные заводы, на которых воспроизводят молодь горбуши [Леман и др., 2015], естественные нерестилища из года в год большей частью оказывались незаполненными. Как следствие этого, промысел ведется только в районе рыболовных заводов, а в зал. Анива в период с 2019 по 2023 г. был фактически закрыт. В юго-западной [Каев, Романенко, 2023] и северо-западной части острова [Живоглядов и др., 2017а] вылов горбуши из года в год существенно варьирует, но в среднем остается незначительным. В результате наиболее значимым промысловым районом для добычи горбуши становится северо-восточная часть Сахалина. Смещение промысла в этот район происходит уже более 10 лет [Живоглядов и др., 2017б; Каев, 2019]. При этом следует отметить, что весь промысел горбуши в северо-восточной части острова основан именно на ее естественном воспроизводстве, поскольку рыболовных предприятий, воспроизводящих молодь этого вида, в данном районе нет. В связи с этим большое значение приобретают сведения по учету численности молоди горбуши, скатывающейся с природных нерестилищ.

Одной из рек, в которых проводится регулярный мониторинг ската молоди горбуши в северо-восточной части о. Сахалин, является Малая Хузи. В 2023 г. сотрудники центрального института ВНИРО и Сахалинского филиала ВНИРО (СахНИРО) проводили мониторинг покатной миграции молоди горбуши с целью информационного обеспечения прогноза ее вылова в предстоящем году. Цель данной работы представить полученные данные.

Материалы и методы

Река Малая Хузи протекает по территории Смирныховского района Сахалинской области. Учет молоди горбуши в реке в 2023 г. выполняли по методике выборочных обловов А.Я. Таранца [Таранец, 1939], адаптированной к небольшим рекам Сахалинской области [Воловик, 1967; Каев, 2010, 2011]. Суть метода заключается в проведении по определённой схеме обловов мигрирующей молоди стандартной конусной ловушкой с прямоугольным входным отверстием 0,5×0,5 м. При этом учетный створ на контрольной реке (или притоке крупной реки) выбирают в месте, расположенном вне зоны влияния приловов и отливов, ниже места впадения основных нерестовых притоков.

Работы по учету численности молоди горбуши на р. Малая Хузи в 2023 г. проводили в период с 17 мая по 8 июля включительно на расстоянии 600 м от устья на прямолинейном участке русла с каменистым дном, сложенным из среднего и мелкого галечника. Ширина поперечного сечения потока в створе учёта составляла 21 м, максимальная глубина — 60 см. В соответствии с шириной реки на выбранном участке была определена 21 учетная позиция с интервалом 1 м (рис. 1).

Всего за весь период работ выполнено 27 серий учетного лова по сечению в режиме «ночь через ночь». Параллельно проведено 4 спецоблова (контрольных облова по сечению) для определения плотности миграционного потока молоди по ширине реки. На всем протяжении работ регистрировали изменения уровня воды р. Малая Хузи (относительно «нулевого пикета»). По итогам контрольных обловов учет численности молоди проводили с 17 по 27 мая на позиции 8 (рис. 1); с 29 мая по 6 июня на позиции 15; с 8 по 12 июня на позиции 10; с 14 по 22 июня на позиции 12 и с 24 июня по 8 июля на позиции 13. Параллельно проводили измерения температуры и уровня воды в реке и температуры в морском прибрежье и отмечали ледовую обстановку на море. При проведении измерений уровня воды в р. Малая Хузи отсчет вели от постоянного репера, установленного в предыдущие годы исследований. Пойманную молодь горбуши после пересчета выпускали обратно в реку.

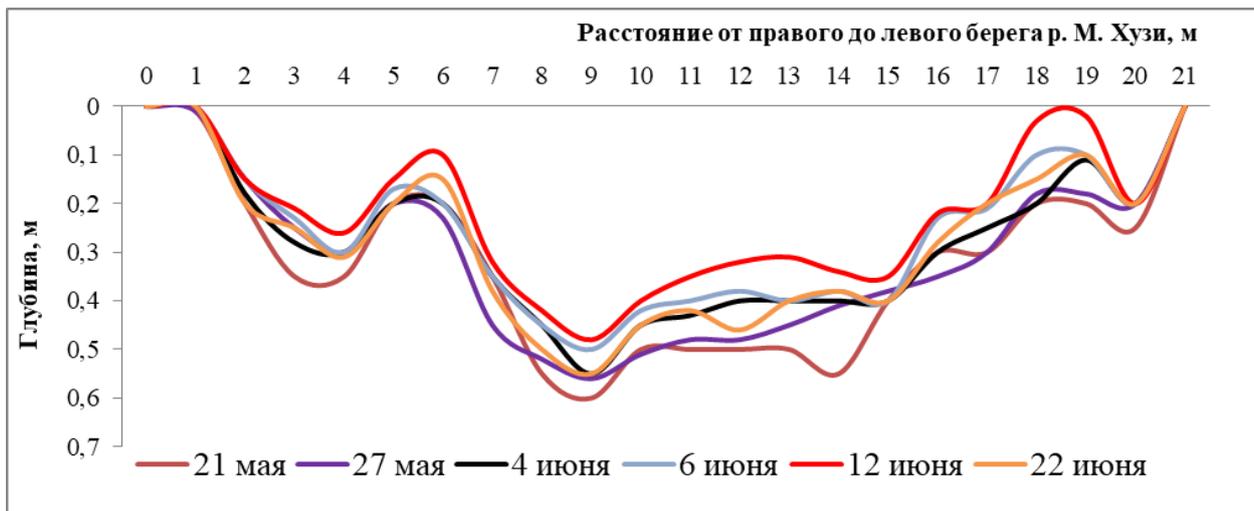


Рис. 1. Профиль р. Малая Хузи в месте проведения учетных работ в мае-июле 2023 г.
 Fig. 1. Profile of the Malaya Khuzi River at the site of counts in May-July 2023

Расчет общей численности мигрировавшей молоди горбуши провели согласно методическому руководству [Каев, 2011]. Расчеты включали следующие основные этапы.

1. Вычисление количества молоди, скатившегося через контрольную точку за единицу времени (стандартная экспозиция ловушки составляла 5 мин, в периоды массового ската — 1 мин).
2. Вычисление количества молоди, скатившейся через контрольную точку за 1 час.
3. Расчет доли молоди, попавшей в ловушку, по отношению к общему количеству молоди, мигрировавшей через учетный створ (с применением метода трапеций на основании результатов спецобловов).
4. Расчет общего количества молоди, мигрировавшей через контрольный створ за сутки.

Результаты и их обсуждение

Молодь горбуши скатывалась через учетный створ в течение всего периода наблюдений. В светлое время суток единичных особей горбуши в речном потоке отмечали только в самом начале работ (17 и 19 мая), что, по-видимому, было связано со значительной мутностью водного потока в это время. В дальнейшем молодь горбуши скатывалась исключительно в темное время суток. Интенсивный скат начался 23 мая (рис. 2). С этого числа и по 29 мая число мигрирующих мальков в каждые последующие сутки увеличивалось на 30–50 % по сравнению с числом молоди, скатившейся в предыдущие сутки наблюдений.

Интенсивная миграция молоди горбуши длилась 23 сут, с 23 мая по 14 июня, когда в море скатилось 98,9 % всей учтенной молоди. Максимальное количество молоди скатилось в период с 29 мая по 10 июня, когда за единственным исключением из реки мигрировало около или более 0,5 млн мальков (рис. 2). Всего за период наблюдений отметили два пика ската — 4 и 8 июня.

Температура воды в мае-июле последовательно повысилась с 4,0 до 14,0 °С. Начало массового ската проходило на фоне повышения температуры до 7,0 °С. Последовавшее затем снижение температуры (рис. 2) было обусловлено паводком. В дату, когда было зарегистрировано максимальное число поклатников, температура воды составила 8,1 °С. Значительных осадков, приводящих к обильным паводкам, в период ската не было. Подъем воды после дождя отметили только 27–29 мая, 12–14 и 18–20 июня. Водность реки ни разу не достигла прошлогоднего уровня.

Анализируя полученные данные, в первую очередь отметим, что р. Малая Хузи в качестве контрольного водоема для мониторинга горбуши используется сравнительно недавно, с 2014 г. [Кириллова, Кириллов, 2017]. Современное исследование ихтиоцены было начато сотрудниками Института проблем экологии и эволюции им. Северцева [Кириллов и др., 2018; Полякова и др., 2019]. Они

же в течение нескольких лет проводили учет численности молоди горбуши, скатывающейся в прибрежье с нерестилищ [Павлов и др., 2015; Кириллова и др., 2020]. Отметим также, что р. Малая Хузи протекает в малонаселенном районе Сахалина, а заход в нее производителей горбуши находится под охраной сотрудников частного рыбопромыслового предприятия.

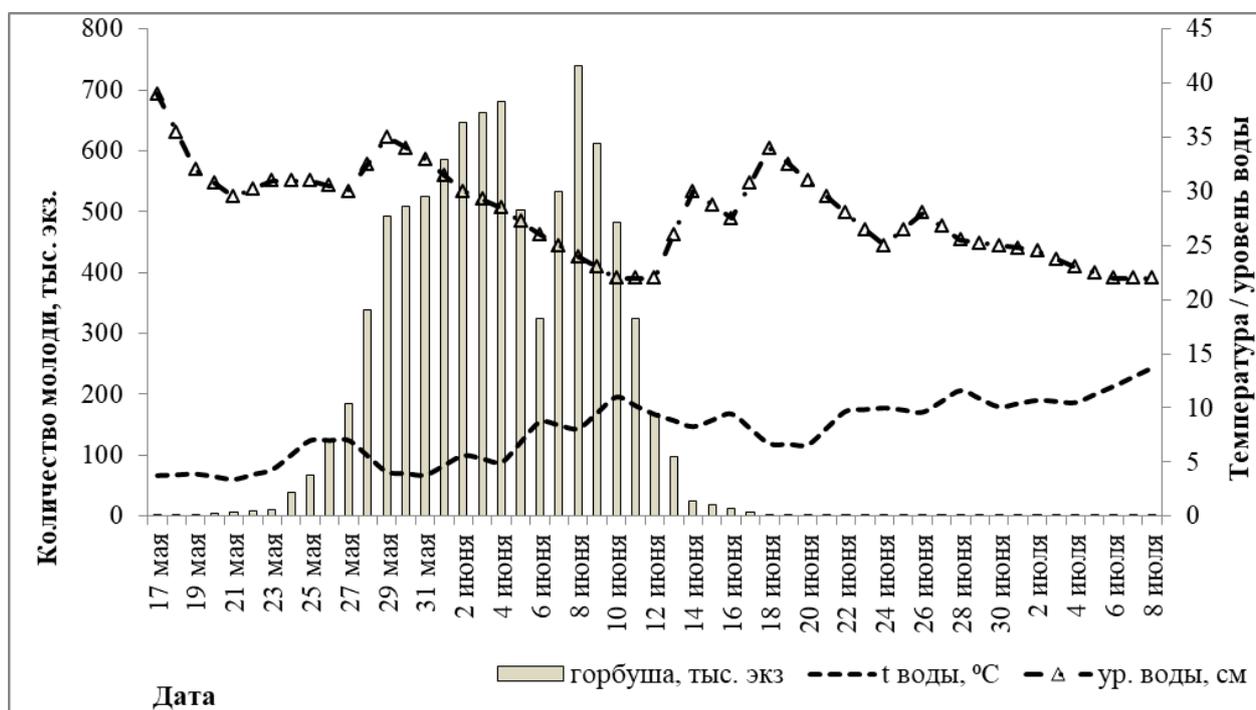


Рис. 2. Динамика ската молоди горбуши, температура и уровень воды в р. Малая Хузи в мае-июле 2023 г.

Fig. 2. Dynamics of juvenile pink salmon migration, water temperature and water level in the Malaya Khuzi River in May-July 2023

Заключение

Работы по учету численности покатной молоди горбуши в 2023 г. были проведены в полном объеме, без перерывов, вызванных неблагоприятными условиями среды. Паводки после прошедших дождей были слабыми и непродолжительными и проведению отлова молоди не препятствовали. К тому же только первое из поднятий воды — в период с 27–29 мая — совпало с началом массового ската молоди, тогда как остальные два пришлись на период, когда скат молоди фактически завершился. Согласно расчету, выполненному на основании результатов обловов по имеющемуся методическому пособию [Каев, 2011], установлено, что в период с 17 мая по 8 июля 2023 г. через учетный створ р. Малая Хузи в прибрежье скатилось 8,77 млн мальков горбуши.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают признательность В.В. Смирнову — председателю правления НКО «Ассоциации устойчивого рыболовства Северо-Востока Сахалина» за организацию и всестороннюю поддержку полевых работ.

The authors are grateful to V.V. Smirnov, head of the Association for Sustainable Fisheries on the North-East of Sakhalin, for managing and comprehensive support of the field work for the study.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study had no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

При фиксации молодежи учитывали положения Европейской конвенции о работе с лабораторными животными. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

The provisions of the European Convention for the Protection of Vertebrate Animals used for Experimental and other Scientific Purposes were observed in fixation of juvenile fish. The authors declare that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Оба автора совместно осуществляли учет численности молодежи горбуши и подготовили статью к печати.

Both authors jointly counted the juvenile pink salmon, analyzed the data and wrote the article.

Список литературы

Воловик С.П. Методы учёта и некоторые особенности поведения покатной молодежи горбуши в реках Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1967. — Т. 61. — С. 104–117.

Живоглядов А.А., Игнатьев Ю.И., Живоглядова Л.А. Динамика численности и условия воспроизводства массовых видов тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) северо-западного побережья Сахалина // Вопр. ихтиол. — 2017а. — Т. 57, № 4. — С. 435–444. DOI: 10.7868/S0042875217040245.

Живоглядов А.А., Игнатьев Ю.И., Живоглядова Л.А. Условия воспроизводства и динамика численности тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) северо-восточного побережья острова Сахалин // Вопр. ихтиол. — 2017б. — Т. 57, № 6. — С. 711–720. DOI: 10.7868/S0042875217060157.

Каев А.М. Методические аспекты количественного учета покатной молодежи лососей в реках Сахалино-Курильского региона // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 162. — С. 194–206.

Каев А.М. Методическое руководство по количественному учету покатной молодежи 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., Ромасенко Л.В. Численность и некоторые показатели воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* сахалинского побережья Татарского пролива // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 2. — С. 309–324. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-309-324.

Кириллов П.И., Кириллова Е.А., Павлов Д.С. Закономерности покатной миграции молодежи горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в р. Малая Хузи (Сахалинская область) // Вопр. ихтиол. — 2018. — Т. 58, № 6. — С. 710–723. DOI: 10.1134/S0042875218060139/

Кириллова Е.А., Кириллов П.И. Особенности экологии и поведения молодежи горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в период ската в некоторых реках острова Сахалин // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — Владивосток : Дальнаука, 2017. — Вып. 7. — С. 67–75.

Кириллова Е.А., Кириллов П.И., Павлов Д.С. Скаты молодежи горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в р. Малая Хузи (северо-восток о. Сахалин) в 2018 г. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. — 2020. — № 56. — С. 84–92. DOI: 10.15853/2072-8212.2020.56.84-92/

Леман В.Н., Смирнов Б.П., Точилина Т.Г. Пастбищное лососеводство на Дальнем Востоке: современное состояние и существующие проблемы // Тр. ВНИРО. — 2015. — Т. 153. — С. 105–120.

Павлов Д.С., Кириллов П.И., Кириллова Е.А., Черешкевич Ф.Г. Покатная миграция молодежи горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в реке Малая Хузи (северо-восток острова Сахалин) // Биология внутренних вод. — 2015. — № 4. — С. 64–75. DOI: 10.7868/S0320965215040129.

Полякова Н.В., Кучерявый А.В., Кириллова Е.А. Питание личинок тихоокеанской миноги *lethenteron camtschaticum* в реке Малая Хузи (о. Сахалин) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. — 2019. — Вып. 8. — С. 133–138. DOI: 10.25221/levanidov.08.13.

Таранец А.Я. Исследование нерестилищ кеты и горбуши в р. Иски // Рыб. хоз-во. — 1939. — № 12. — С. 14–18.

Поступила в редакцию 16.02.2024 г.

После доработки 22.03.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 16.02.2024; approved after reviewing 22.03.2024; accepted for publication 29.03.2024

Научная статья

УДК 639.2.053.1:597.552.511

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-236-250

EDN: GTBVVM

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОМЫСЛА ГОРБУШИ *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA* В ПРИМОРСКОМ КРАЕ И ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ЯПОНСКОГО МОРЯ В 2023 ГОДУ

А.В. Лысенко, А.А. Никитин, Т.А. Шатилина, Е.И. Барабанщиков*

Тихоокеанский филиал ВНИРО (ТИНРО),
690091, г. Владивосток, пер. Шевченко, 4

Аннотация. Приводятся сравнительные данные уловов и распределение горбуши в подзоне Приморье с 2000 по 2023 г. Рассмотрена динамика нерестового хода горбуши в Приморском крае в 2023 г. Впервые с начала XXI в. промысловые уловы малочисленного поколения нечетных лет в Приморском крае увеличились в 10 раз (до 1,5 тыс. т), а в Хабаровском крае сократились. Перераспределение уловов горбуши в подзоне Приморье в 2023 г. происходило на фоне аномалий гидрометеорологических условий северной части Японского моря и Татарского пролива. Прогнозируются гидрологические процессы в Японском море на 2024–2025 гг. и их влияние на распределение анадромной миграции горбуши.

Ключевые слова: горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*), промысел, уловы, численность, Японское море, температура, аномалии, атмосфера, изменчивость

Для цитирования: Лысенко А.В., Никитин А.А., Шатилина Т.А., Барабанщиков Е.И. Результаты промысла горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в Приморском крае и гидрометеорологические условия Японского моря в 2023 году // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 236–250. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-236-250. EDN: GTBVVM.

Original article

Results of fishery for pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in Primorye Region and hydrometeorological conditions in the Japan Sea in 2023

Aleksey V. Lysenko*, Aleksandr A. Nikitin**, Tatyana A. Shatilina***,
Evgeniy I. Barabanshchikov****

*-**** Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia

* chief specialist, aleksey.lysenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0005-0572-8601

** Ph.D., leading researcher, aleksandr.nikitin@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0001-1897-1433

*** Ph.D., leading researcher, tatyana.shatilina@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0005-7954-9745

**** Ph.D., head of laboratory, evgeniy.barabanshchikov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-2609-7555

Abstract. Catch and distribution of pink salmon in the Primorye fishing subzone are compared for 2000–2023. Dynamics of the spawning run of pink salmon in 2023 is considered in detail. Commercial landing for weak odd-year broodline of this species in Primorye has increased to $1.5 \cdot 10^3$ t for the first time in the 21 century, whereas has decreased in Khabarovsk Region. Such redistribution of pink salmon in 2023 occurred on the background of anomalous environmental conditions in the northern Japan Sea and Tatar Strait. Long-term patterns in variability of hydrometeorological parameters are analyzed and a forecast of their influence on anadromous migration of pink salmon in the Japan Sea is developed for 2024–2025.

* Лысенко Алексей Владимирович, главный специалист, aleksey.lysenko@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0005-0572-8601; Никитин Александр Афанасьевич, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, aleksandr.nikitin@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0001-1897-1433; Шатилина Татьяна Александровна, кандидат географических наук, ведущий научный сотрудник, tatyana.shatilina@tinro.vniro.ru, ORCID 0009-0005-7954-9745; Барабанщиков Евгений Иванович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, evgeniy.barabanshchikov@tinro.vniro.ru, ORCID 0000-0002-2609-7555.

© Лысенко А.В., Никитин А.А., Шатилина Т.А., Барабанщиков Е.И., 2024

Keywords: pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*), fishery, annual catch, fish abundance, Japan Sea, sea surface temperature, temperature anomaly, atmosphere circulation, variability of environments

For citation: Lysenko A.V., Nikitin A.A., Shatilina T.A., Barabanshchikov E.I. Results of fishery for pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in Primorye Region and hydrometeorological conditions in the Japan Sea in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 236–250. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-236-250. EDN: GTBVVM.

Введение

Гидрологический режим Японского моря, включая воды Приморья, формируется общими климатическими условиями его географического положения, циркуляцией атмосферы, течениями, речным стоком, ветровыми нагонами и сгонами, приливно-отливными явлениями, характером берегов и многими другими часто сопряженными факторами. Система течений обуславливает характер распределения температуры, солености и других океанологических характеристик воды. Под влиянием вышеперечисленных факторов гидрологические характеристики подвержены большой сезонной и в меньшей степени межгодовой изменчивости, в результате чего формируется специфический гидрологический режим [Юрасов, 2002].

В летний период муссонная циркуляция над Японским морем определяется режимом региональных центров действия атмосферы (ЦДА): дальневосточная депрессия (ЛДД), охотский антициклон (ОА), азиатская депрессия (АД) и гавайский антициклон (ГА). Сведения о режимах ЛДД и ОА были опубликованы [Ильинский, 1959; Шатилина, Анжина, 2006]. Взаимодействие летней дальневосточной депрессии с тихоокеанским и охотским антициклонами способствует интенсивному переносу воздушных масс с океана на континент и установлению летнего муссона над дальневосточными районами.

Основным промысловым видом тихоокеанских лососей в подзоне Приморье является горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*. Ее добыча остается приоритетной для нужд региона. Исторически основной вылов осуществлялся в реках Хабаровского края. Исключением стал 2023 г., когда более 70 % горбуши добыли в Приморском крае. Поэтому нестабильность и непредсказуемость в распределении численности подходов горбуши по промысловым районам подзоны значительно осложняет деятельность приморских рыбодобывающих компаний.

В отличие от других регионов Дальнего Востока воспроизводство япономорской горбуши ограничено реками континентальной части Приморского и Хабаровского краёв, незначительно в водотоках юго-западного Сахалина, а также зимовкой и нагулом в водах Японского моря. Побережье подзоны Приморье условно можно разделить на два основных промысловых района добычи горбуши: южный — южнее мыса Золотого в пределах рек Тернейского муниципального округа и северный — севернее мыса Золотого (рис. 1, А). Мыс Золотой разграничивает подзону между двумя регионами — Приморским и Хабаровским краями. Такое деление позволяет отдельно рассмотреть условия влияния гидрометеорологических и термических условий, складывающихся в Татарском проливе (популяции горбуши рек Хабаровского края) и северной части Японского моря (популяции горбуши рек Приморского края) на произошедшие в 2023 г. изменения в распределении уловов горбуши. Промышленный лов горбуши в подзоне Приморье Японского моря ведется достаточно давно*: с 30-х гг. прошлого столетия она добывается бригадами прибрежного лова на рыболовных участках подзоны с использованием ставных неводов. Несмотря на относительно большой вылов рыбы данного вида для подзоны Приморье (2,19 тыс. т), в масштабе Дальнего Востока в 2023 г. доля её от суммарного вылова составила менее 1 %.

Анадромная миграция приморской горбуши с мест нагула в центральной части Японского моря осуществляется в северном направлении и разделяется на 2–3 потока [Барабанщиков и др.,

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

2016; Назаров, Лысенко, 2018] (рис. 1, Б). Обычно основная масса лососей мигрирует по центральной части моря. Второй поток вдоль побережья Приморского края, «береговой», намного слабее и отчетливо проявляется только в годы высокой численности вида. Третий поток отмечается вдоль берегов островов Японии и Сахалина, затем заворачивает в сторону континентальной части Приморья и в районе рек Коппи и Ботчи расходится в северном и южном направлениях.

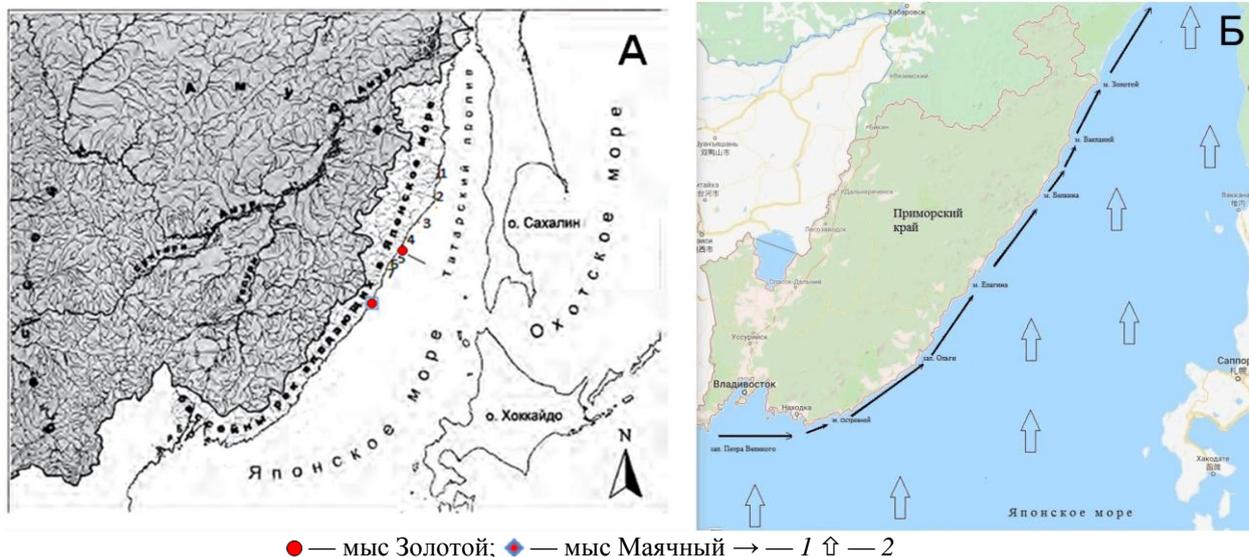


Рис. 1. Основные нерестовые реки для горбуши в подзоне Приморье (А): 1 — р. Тумнин, 2 — р. Коппи, 3 — р. Ботчи, 4 — р. Нельма, 5 — р. Самарга, 6 — р. Единка, 7 — р. Венюковка (реки 1–4 Ванинского и Советско-Гаванского районов Хабаровского края, расположены севернее мыса Золотого; реки 5–7 Тернейского муниципального округа Приморского края, южнее мыса Золотого); и схема генеральных направлений анадромной миграции горбуши в Японском море (подзона Приморье) вдоль берегов Приморского края (Б): 1 — «береговая» миграция горбуши вдоль приморского побережья, 2 — генеральные направления анадромной миграции горбуши

Fig. 1. The main spawning rivers for pink salmon on the northwestern coast of the Japan Sea (A: 1 — Tumnin, 2 — Coppi, 3 — Botchi, 4 — Nelma, 5 — Samarga, 6 — Edinka, 7 — Venyukovka (A, the rivers 1–4 are located northward from Cape Zolotoy, in Vanino and Sovetskaya Gavan districts of Khabarovsk Region; the rivers 5–7 are located to the south from Cape Zolotoy, in Terney district of Primorye Region); and scheme of anadromous migration of pink salmon in the Japan Sea (B): 1 — alongshore migration, 2 — general directions of migration in the open sea

Основная часть нерестового стада япономорской горбуши традиционно мигрирует в реки Ваннинского, Советско-Гаванского районов Хабаровского края и Тернейского муниципального округа Приморского края. Соответственно, в этих районах осуществляется вылов данного вида рыб. В Хабаровском крае основными водотоками, где воспроизводится горбуша, являются реки Датта, Тумнин, Нельма, Коппи и Ботчи. В Приморском крае основная масса горбуши воспроизводится в реках на участке побережья от мыса Золотого до мыса Маячного. На этом участке наиболее значимые для промысла реки Самарга, Единка, Венюковка и Кабанья с общей площадью нерестилищ в Тернейском муниципальном округе более 5,3 млн м² [Золотухин, 2003].

В 2023 г. ожидалось, что поколение горбуши нечётных неурожайных лет должно начать расти с последующей тенденцией к смене урожайных поколений [Барабанщиков, 2023]. Неясна была мощность подхода производителей, так как было недостаточно данных по скату и выживаемости молоди в 2022–2023 гг. в водах Японского моря. Вероятно, что гидрологические условия 2022–2023 гг. оказались очень благоприятными, и в 2023 г. возврат производителей был очень высоким, намного выше даже самых оптимистичных прогнозных ожиданий. Из 9 рыболовных участков в 2023 г. лов осуществлялся только на трех – около устьев рек Самарга, Единка и Венюковка. Рыбаками были выставлены 4 ставных невода. В соответствии с прогнозными ожиданиями на 2023 г. запас горбуши малочисленных нечетных поколений только в Приморском крае был определён в объёме 0,878 млн экз., а ре-

комендованный вылов — 0,244 тыс. т, в Хабаровском крае — 0,2 тыс. т. Ожидалось примерно равное распределение уловов между двумя регионами.

По существу, весь жизненный цикл поколений горбуши подзоны Приморье проходит под влиянием гидрометеорологических условий, формирующихся в материковой части юга Дальнего Востока и в водах Японского моря. Нерегулярные мониторинговые съемки по оценке численности данного вида рыб на этапах ската и полное их отсутствие во время откочевки молоди на нагул, а также на путях анадромной миграции крайне осложняют прогнозирование запаса. Поэтому рассматриваемый в работе анализ значительного подхода производителей горбуши к рекам Приморья в 2023 г. и её распределения по рыболовным участкам в зависимости от влияния гидрологической и термической динамики вод Японского моря будет учитываться в разработке прогнозов и в уточнении краткосрочного вылова вида. Цель настоящей работы — провести анализ гидрометеорологических условий, сложившихся в Японском море в 2023 г. и повлиявших на распределение уловов горбуши в подзоне Приморье.

Материалы и методы

В работе рассмотрено изменение уловов приморской горбуши (в тоннах) как общедоступная статистическая составляющая, которая отражает динамику численности запаса по подзоне Приморье. Данные по вылову приморской горбуши предоставляются в ТИПРО Амурским и Приморским территориальными управлениями Росрыболовства. Отражены данные состояния промышленного вылова горбуши 2023 г. по нарастающей Приморским и Хабаровским краями.

Для оценки изменчивости атмосферной циркуляции рассчитывались аномалии приземного давления (P_0) и геопотенциала (H_{500}) в ЦДА, которые характеризуют региональные особенности температурных и циркуляционных условий в целом для районов их расположения: АД (25–40° с.ш. 80–115° в.д.), ГА (25–40° с.ш. 140–180° в.д.), ЛДД (40–55° с.ш. 115–135° в.д.). Основными данными послужили архивы реанализа атмосферного давления P_0 , геопотенциала H_{500} в узлах регулярной сетки 2,5x2,5° за период с 1980 по 2023 г. (NCEP/NCAR Reanalysis Monthly Means and Other Derived Variables).

Для анализа термических условий использовался архив японского метеорологического агентства за период 1982–2022 гг. по районам Японского моря (http://ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/rtrdb/jma-pro/cobe_sst_glb_M.html). По этим данным рассчитывались аномалии температуры относительно среднего климатического периода 1991–2020 гг.

Долгосрочный прогноз температуры воды по районам в Японском море на 2024 и 2025 гг. был построен по данным разложения временного ряда по функции Фурье [Применение новых алгоритмов..., 2022]. При наличии больших флуктуаций во временном ряду появляется необходимость представлять его в виде ряда Фурье, оценивать коэффициенты Фурье и строить прогноз временного ряда на ближайшие моменты времени [Cooley, Tukey, 1965].

Использовались данные AVHRR спутников NOAA, а также MODIS (спутники Aqua и Terra) по Японскому морю за весенне-летний период 2021 и 2023 гг., полученные и обработанные в Центре Регионального спутникового мониторинга окружающей среды ДВО РАН. Основные положения методики обработки спутниковых снимков изложены ранее [Алексанин, Алексанина, 2006]. Дешифровку снимков проводили визуально, совместно с анализом подспутниковых океанологических и метеорологических данных [Булатов, 1984]. Для визуализации пространственного распределения температуры поверхности моря (ТПМ) использовали программу Glance 1.90. При дешифрировании добивались дифференциации областей с разной ТПМ по цвету, что позволяло визуально выявить неоднородности термического состояния морской поверхности, такие как фронты, мезомасштабные вихри и струйные течения, области апвеллингов и пр.

Результаты и их обсуждение

Промышленный вылов горбуши в 2023 г. в Приморском крае

В 2023 г. промышленный вылов горбуши в Приморском крае осуществляли две рыбопромышленные компании — ООО «Тройка» и ООО «Акватехнологии». Горбуша вылавливалась четырьмя ставными неводами, выставленными на расстоянии не менее 2 км от рек естественного воспроизводства — Самарга, Единка, Венюковка — и расположенными на 17–45 км южнее мыса Золотого.

Ход производителей из зоны нагула Японского моря начался очень рано, и уже в середине второй декады мая производители горбуши начали отмечаться в районе рек северной части Приморского края. При этом рыба перемещалась с юга на север в границах исключительной экономической зоны, в больших количествах смещаясь к приморскому побережью Японского моря (рис. 1, Б). Со второй декады мая она стала присутствовать в уловах рыбаков-любителей (зал. Петра Великого), и по информации наблюдателей ТИПРО и опросным данным уловы были высокие (более 10 шт. за 1–3 ч). Из прибрежной части залива 26–28 мая мигранты достигли мыса Островного, недалеко от пос. Преображение. По мере продвижения на север горбуша 4–5 июня отмечалась в районе зал. Ольги, хорошие уловы наблюдались в зал. Владимира, а к 11–15 июня около мыса Маячного. К 25 числу мигранты достигли района промысла (мыс Бакланий — мыс Золотой). В течение мая — начала июня на участке от зал. Петра Великого до пос. Терней дневные уловы рыбаков-любителей оставались высокими (до 80 экз.), что предполагало относительно высокую численность поколения. Мощностной миграционный поток была значительная, поскольку на каждом из упомянутых выше участков побережья, кроме зал. Петра Великого, где она находилась до полумесяца, горбуша встречалась в течение 6–8 дней. Необычно, что рыба заходила во все реки побережья, даже туда, где её раньше никогда не было либо она отмечалась единично. По примерным расчётным данным часть миграционного потока горбуши, совершающего движение вдоль побережья Приморского края и пополняющегося новыми мигрантами с мористой части, смещалась к промысловому району со скоростью около 26–27 км в сутки. При такой скорости потока основная масса рыб должна была появиться в районе промысла к концу июня — началу июля. На основании собранных сведений ожидалось значительное увеличение подходов горбуши к основному району промысла на севере Приморского края. Повлиять на изменение утвержденного прогнозируемого вылова по полученным данным миграционной активности было крайне сложно из-за недостатка информации и запаздывания собираемых данных. О мощной миграции горбуши были предупреждены предприятия, ведущие промысел.

Появление первых особей горбуши в неводах в районе промысла на севере Тернейского муниципального округа было отмечено в начале июня при температуре воды 8,5–9,0 °С, которая оказалась на 3–4 °С выше среднегодовых значений. Горбуша в Приморском крае с начала июня стала заходить в невода почти одновременно с появлением информации об уловах в Хабаровском крае. Подходы производителей наблюдались с мористой стороны. До 19 июня суточные уловы были незначительны (0,4–3,6 т).

Такая ситуация с подходами наблюдается, когда рыбы с мористого миграционного потока, подходя к южным рекам Хабаровского края (район рек Коппи, Ботчи), смещаются южнее мыса Золотого и появляются на промысловых участках Приморского края вблизи рек Самарга, Единка, Венюковка. После 23 июня уловы рыб резко возросли на порядок. По нашему мнению, подходы горбуши «берегового» потока увеличили ее уловы в районе промысла. Максимальные суточные уловы в конце июня достигали 66–70 т (рис. 2, А) при средних значениях 26,6 т, что связано главным образом с возможностями перерабатывающих мощностей. И только после освоения более 70 % выделенной на промысел начальной квоты к концу июня был запущен процесс увеличения объема вылова. Оперативно было подготовлено обоснование о внесении изменений прогнозируемых объемов добычи (вы-

лова) горбуши в подзоне Приморье, в том числе в Приморском крае на 605 т (с 244,0 до 849,0 т). Из 849 т на промышленный вылов было выделено 810 т.

С начала июля интенсивность хода стала лавинообразно нарастать, средние суточные уловы увеличились до 55 т (при максимальных значениях до 130 т), и уже к концу первой декады июля добавленный объем вылова горбуши был освоен. Повторно он был увеличен еще на 600 т (с 849 до 1449 т). Квота на промышленный вылов была увеличена до 1410 т. Проведенный анализ динамики вылова горбуши в 2023 г. показал, что нерестовый ход начался на 8 дней раньше по сравнению с 2021 г. и многократно превышал численность родительского поколения (рис. 2, Б).

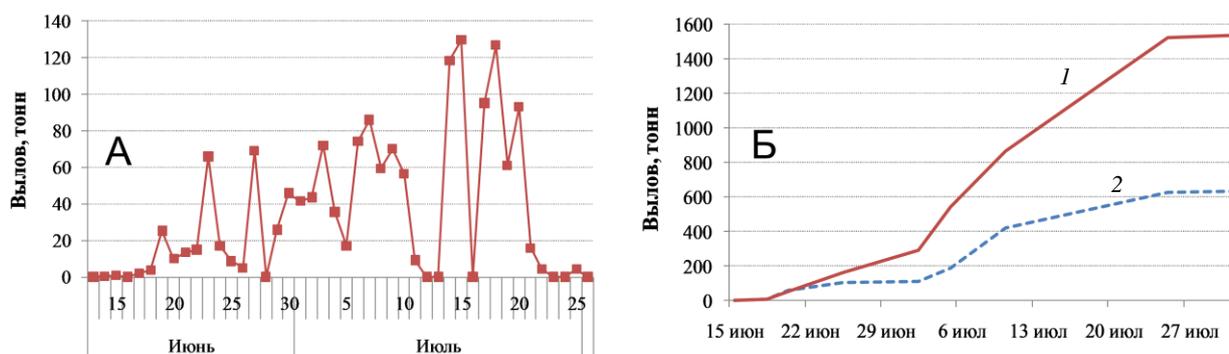


Рис. 2. Динамика промышленного лова по дням в Приморском крае в 2023 г. (А) и динамика промышленного вылова горбуши в Приморском и Хабаровском краях по нарастающей в 2021 и 2023 гг. (Б): 1 — Приморский край; 2 — Хабаровский край

Fig. 2. Dynamics of daily commercial landing of pink salmon in Primorye Region in 2023 (А) and cumulative dynamics of commercial landing of pink salmon in Primorye and Khabarovsk Regions in 2021 and 2023 гг. (Б): 1 — Primorye Region; 2 — Khabarovsk Region

Горбуша продолжала подходить в район промысла в большом количестве, а максимальные уловы 14, 15 и 18 июля превысили 120 т в сутки. Оптимальное заполнение нерестилищ значимых промысловых рек Самарга, Единка, Венюковка, а также присутствие горбуши на прибрежных участках промысла позволили еще раз обосновать увеличение вылова рыбы на 600 т (с 1449 до 2049 т). Квота на промышленный вылов увеличилась до 1968 т. После 18 июля уловы резко сократились с 80 до 20 т/сут, и к 25 июля промысел полностью прекратился. После 25 июля севернее мыса Золотого, по сообщениям с судов, осуществлявших приёмку рыбы в море, отмечалась массовая гибель горбуши, что косвенно указывает на резкое изменение термических или гидрологических условий, вызвавших негативное воздействие на подходящих лососей. В течение июля промышленный вылов горбуши в Приморском крае составил 79,7 % от общего вылова за весь период промысла 2023 г. (см. таблицу). В итоге освоение выделенных и добавленных объемов вылова горбуши на 2023 г. превысило начальную выделенную квоту в 6,5 раза и составило 1567,97 т (данные Приморского территориального управления Росрыболовства на 27.12.2023 г.). Основной вылов горбуши пришелся на промышленное прибрежное рыболовство — 1522,36 т. В целях обеспечения традиционного образа жизни и осуществления хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации было добыто 42,32 т. В научно-исследовательских и контрольных целях — 3,29 т.

Динамика промышленного вылова горбуши по пятидневкам в Приморском крае в 2023 г., %
Dynamics of commercial catch of pink salmon in Primorye Region in 2023, by 5-days, %

Месяц, пятидневка											
Июнь						Июль					
I	II	III	IV	V	VI	I	II	III	IV	V	VI
0	0	0,1	2,7	7,9	9,6	13,8	22,7	16,9	24,7	1,6	0

Классически распределение приморской горбуши по нерестовой части ареала материкового побережья неравномерное, основные запасы здесь сосредоточены на севере региона (Хабаровский край). К середине 2000-х гг. на долю Приморского края приходилось до 8–10 % общего вылова горбуши в подзоне Приморье [Семенченко, 2006], однако уже к 2018 г. она увеличилась до 47 % [Назаров, Лысенко, 2018], а в 2023 г. вылов горбуши в Приморском крае более чем в два раза превысил вылов в Хабаровском крае (рис. 2, Б). До 22 июня 2023 г. вылов горбуши в Приморском и Хабаровском краях был на одном уровне. В третьей декаде июня уловы Приморского края начали преобладать с разницей 50–75 т. С начала июля, периода массового хода горбуши, превышение вылова окончательно закрепилось за рыбаками Приморского края. За первые 5 дней июля в Приморском крае было добыто 543 т, в Хабаровском — в 2,8 раза меньше — 190 т. Далее разница между выловом на юге (Приморский край) и на севере (Хабаровский край) продолжала увеличиваться до окончания промысла. Промысел резко прекратился в течение 25–27 июля. На территории Хабаровского края промыслом было добыто 636,3 т горбуши, в Приморском крае — в 2,4 раза больше — 1522,4 т. Ниже рассмотрены возможные причины миграционной активности горбуши на путях её анадромной миграции, повлиявшие на перераспределение вылова приморской горбуши в подзоне Приморье в 2023 г.

Особенности численности поколений приморской горбуши четных и нечетных лет

С начала XXI в. в уловах преобладала горбуша, выловленная в районе рек Хабаровского края (рис. 3). При этом наблюдалась существенная разница в вылове приморской горбуши поколений четных и нечетных лет, за исключением последних 4 лет. Уловы четных и нечетных поколений различались в разы, преобладала горбуша четных лет. Начиная с 2002 г. для четных линий и с 2019 г. нечетных наблюдается сокращение вылова в Хабаровском крае. На территории Приморского края в четные годы высокой численности (2002–2022 гг.) доля уловов увеличилась с 16 до 55 %, а доля улова нечетных поколений с 2019 г. выросла с 18 до 71 % (рис. 3).

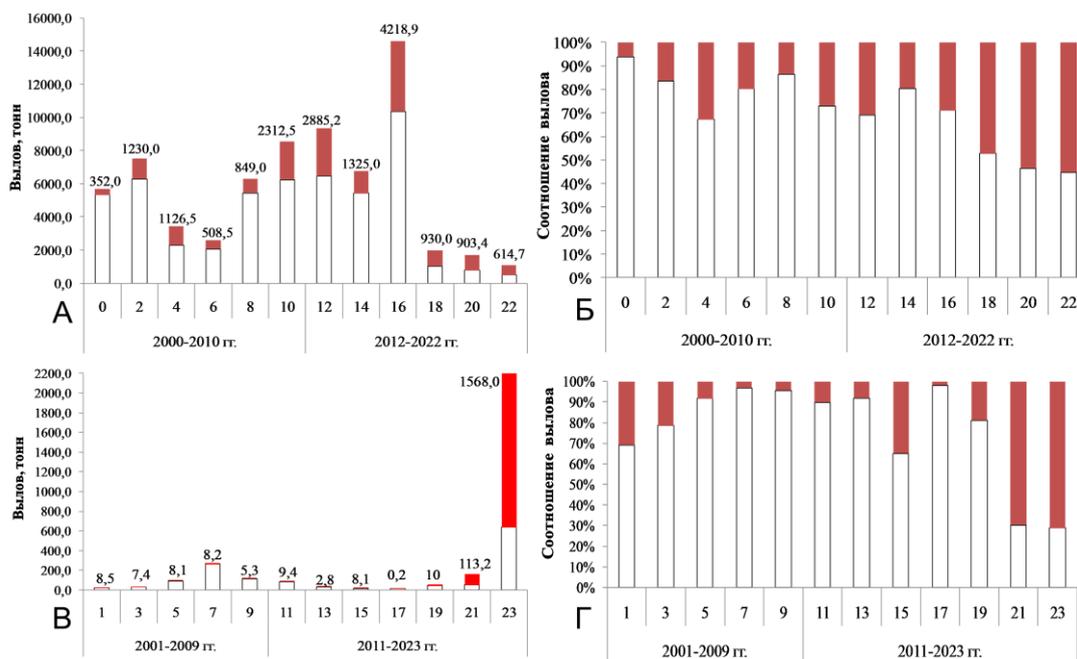


Рис. 3. Вылов горбуши в годы высокой (четные годы) (А) и низкой численности (нечетные годы) (В) и соотношение вылова Хабаровского (светлые столбцы) и Приморского (цветные столбцы) краев горбуши в подзоне Приморье (Б, Г). Цифрами обозначен вылов в Приморском крае

Fig. 3. Annual catch of pink salmon in Primorye Region in the years of strong (A, even years) and weak (B, odd years) broodlines (numbers indicate the catch) and comparable in Khaborovsk Region (light bars) and Primorye Region (colored bars) (Б, Г)

Как уже упоминалось выше, уловы приморской горбуши всегда были больше в Хабаровском крае. Тем не менее в последние годы вылов и подходы рыб к рекам Хабаровского края сокращались, а в Приморском крае увеличивались. В текущий период сложилась уникальная ситуация, когда оба поколения (четные и нечетные) в Приморском крае имеют высокую численность и находятся на достаточно высоком уровне, чего не отмечалось за весь период промысла, с момента освоения данных территорий российским промыслом.

Особенности гидрометеорологических условий в летний период 2023 г.

О перераспределении подходов горбуши по подзоне Приморье в зависимости от поверхностных температур воды в Татарском проливе сообщала Н.Ф. Пушкаревой [1975]. О влиянии гидрометеорологических условий на динамику численности приморской горбуши в период 1980–2018 гг. было написано ранее нами [Лысенко и др., 2021].

Данные о межгодовой изменчивости аномалий температуры воды в Татарском проливе и в области Цусимского течения в 1980–2022 гг. представлены на рис. 4. В последние годы в мае в Татарском проливе наблюдается тренд на похолодание (рис. 4, А), а в южной части Японского моря — на потепление (рис. 4, Б). Эта тенденция благоприятно влияла на выживаемость молоди горбуши в начальный морской период жизни южнее мыса Золотого, а отрицательные аномалии в Татарском проливе негативно отразились на выживаемости молоди горбуши, скатывающейся из рек Хабаровского края.

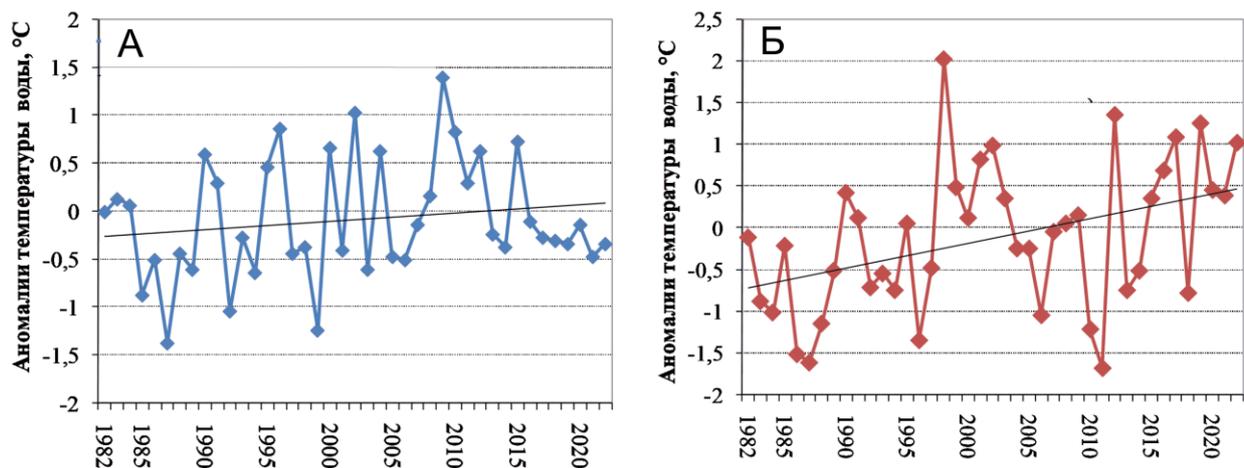


Рис. 4. Аномалии температуры воды в Татарском проливе (А) и в области южной части Цусимского течения (Б) в мае 1980–2022 гг.

Fig. 4. Sea surface temperature anomalies in the Tatar Strait (A) and in the southern area of the Japan Sea (B) in May 1980–2022

В 2023 г. горбуша появилась в водах зал. Петра Великого в середине мая, когда стал усиливаться поток Цусимского течения (рис 5, А). Термические условия в этот период в Японском море проходили по типу 2021 г. — «аномально теплых» лет (рис. 5). Субарктический фронт занимал, как и в 2021 г., северное положение. В эти годы Восточно-Корейское и Цусимское течения были развиты. Но в 2021 г. Восточно-Корейское течение было интенсивнее, чем в 2023 г., а его северные ветви проникали далеко на север в район зал. Петра Великого. В 2023 г. субтропические воды проходили на север практически по всей ширине моря. В северо-западной части Японского моря преобладали положительные аномалии температуры воды на поверхности (до 3–4 °С), доходящие в зал. Петра Великого до 5–6 °С. Летом 2021 г. максимальные аномалии температуры воды на поверхности находились в восточной части Японского моря и достигали 6–7 °С (по данным ЖМА). Субтропические воды в

2023 г. проникали к побережью Приморья, их заток на юго-запад зал. Петра Великого сохранялся почти до середины ноября, но в целом был слабее, чем в 2021 г. Обычно основной поток Приморского течения наблюдается на расстоянии 20–40 км от берега. В 2023 г. его интенсивность была в пределах нормы, весной-летом на некоторых участках его фронт прижимался ближе к континентальной части. Это позволяло потоку горбуши подходить к берегу и отмечаться в середине мая и в начале июня в водах зал. Петра Великого.

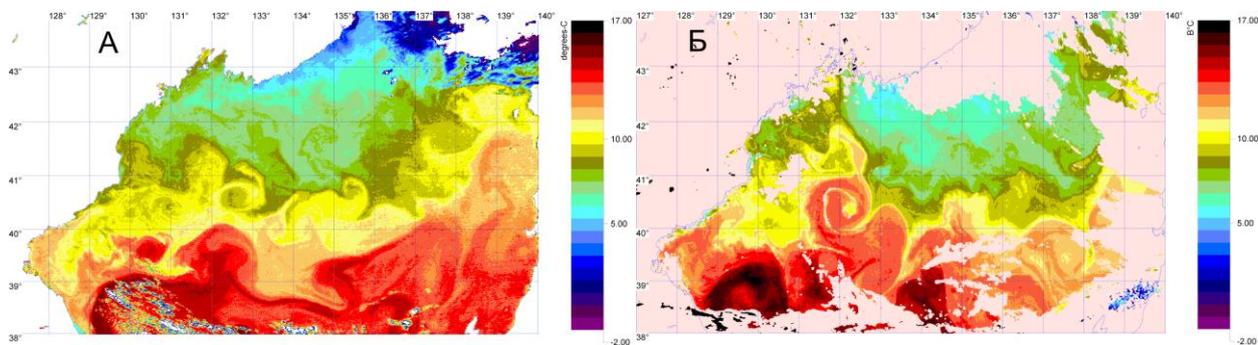


Рис. 5. Термическая структура вод в северо-западной части Японского моря 10.05.2023 г. (Modis-Terra.SML.sst 13.00.00) (А) и 10.05.2021 г. (NOAA-19. 085854.f.pro) (Б)

Fig. 5. Surface thermal structure of in the northwestern Japan Sea on May 10, 2023 (Modis-Terra.SML.sst 13.00.00) (A) and May 10, 2021 (NOAA-19 data.085854.f.pro) (Б)

На рис. 6 представлены распределение аномалий температуры воды и синоптическая ситуация в начале июня, когда уловы горбуши были низкие. Северо-западная часть Японского моря находилась под влиянием антициклона (рис. 6, А), что вызвало увеличение аномалий температуры воды до 3–4 °С. Понижение температуры воды в Татарском проливе было обусловлено вторжением холодного воздуха в тыловой части глубоких циклонов, выходящих в Охотское море (рис. 6, Б).

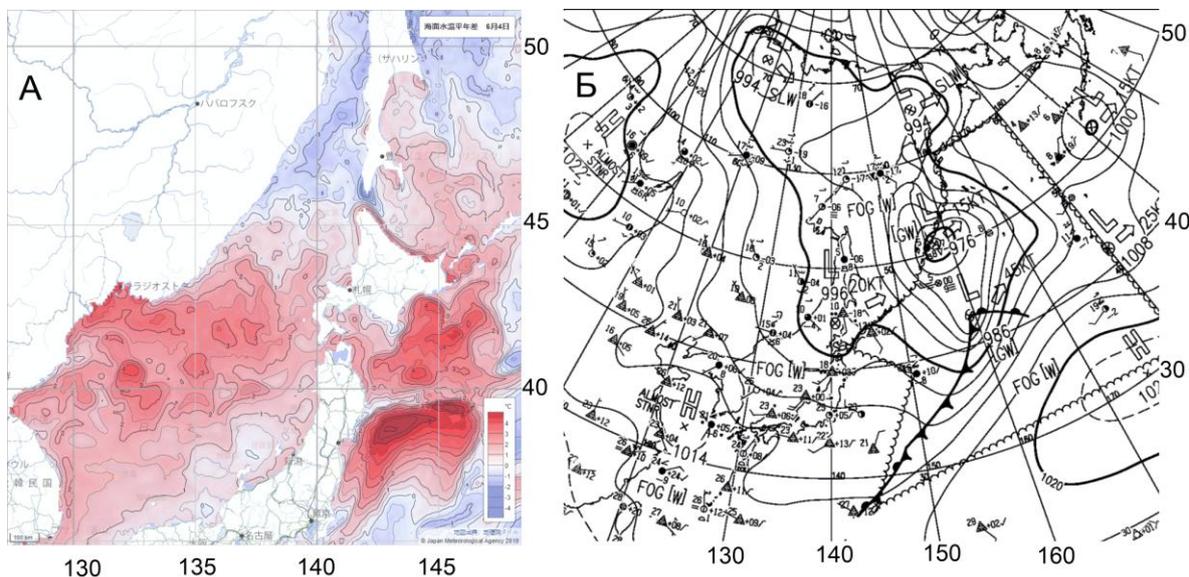


Рис. 6. Аномалии температуры воды Японского моря (А) и карта приземного давления (Б) 4 июня 2023 г.

Fig. 6. Sea surface temperature anomalies in the Japan Sea (A) and atmospheric pressure at the sea surface (Б) on June 4, 2023

В середине июня 2023 г. усиливается Цусимское течение, аномалии температуры воды в северо-западной части моря увеличиваются на 3–4 °С (рис. 7, А). В то же время в Татарском проливе температура воды оставалась ниже нормы, что может свидетельствовать о том, что воды Цусимского течения не проникали в Татарский пролив.

В начале июля очаг с высокой температурой воды по-прежнему наблюдался в северо-западной части фронтальной зоны Японского моря. Цусимское течение, как и в июне, не влияло на термические условия воды в Татарском проливе (рис. 7, Б), температура воды в проливе была также ниже среднееголетних значений. Экстремально высокая температура воды в Японском море была обусловлена особенностями атмосферной циркуляции у восточного побережья Азии. Так, в начале июня Татарский пролив находился под влиянием тропосферной ложбины, в тыловой части приземных циклонов, выходящих в ложбину, на северную часть Японского моря поступали холодные воздушные массы (рис. 7, В, Г). Эти процессы задерживали поступление теплых цусимских вод на север Японского моря и в Татарский пролив. В конце июня большая часть Японского моря находилась под влиянием гребня гавайского антициклона (рис. 7). Приземный атмосферный фронт располагался в южной части Японского моря. В конце июня, начале июля влияние Цусимского течения усиливалось, аномалии температуры воды стали выше нормы на 3–4 °С.

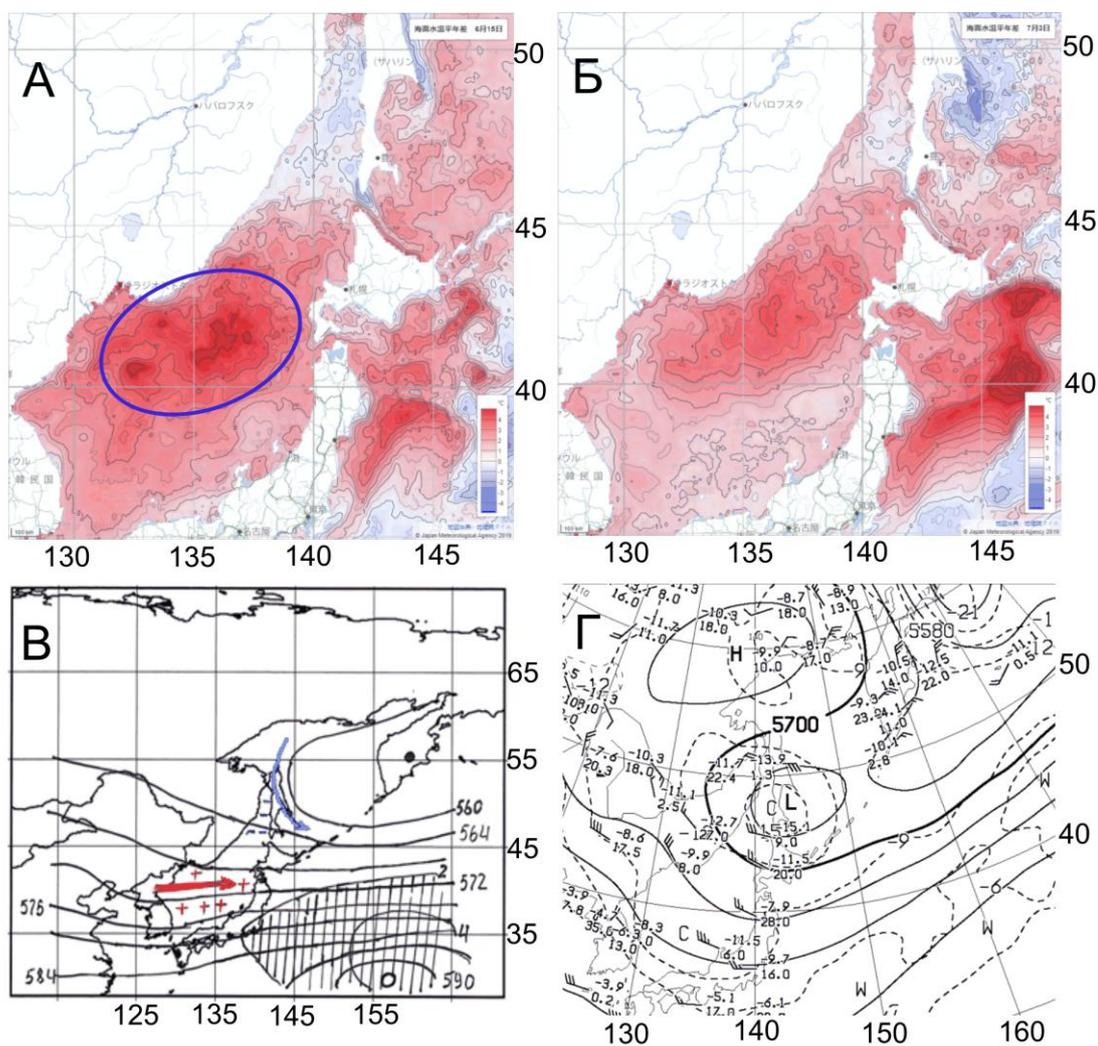


Рис. 7. Аномалии температуры воды 15 июня (А) и 3 июля (Б), среднемесячная структура геопотенциала изобарической поверхности 500 гПа, положение экстремальной области геопотенциала H_{500} и аномалий поверхности температуры воды в июне 2023 г. (В) и структура поля AT_{500} 3 июля 2023 г. (Г). Овалом выделена область с экстремально высокой температурой вод; штриховкой выделена область положительных аномалий H_{500} ; минусом выделена область с отрицательными значениями температуры воды, плюсом — положительные, стрелками показаны направления переноса воздушных масс

Fig. 7. Sea surface temperature anomalies on June 15 (A) and July 3, 2023 (B), mean monthly dynamic height of the AT_{500} surface in June 2023 (B), and height of this surface on July 3, 2023 (Г). Minuses indicate negative SST anomalies; pluses indicate positive SST anomalies; the area with extremely high SST is outlined with oval; the area of positive H_{500} anomalies is shaded; the arrows show directions of air masses transfer

Экстремально высокая температура воды, отмеченная в центральных и северных районах Японского моря, возможно, являлась одной из причин роста вылова горбуши в приморской части подзоны Приморье. В Татарском проливе температура воды повысилась, но не достигла экстремальных значений, т.е. воды Цусимского течения оказывали большее влияние на центральную и северную части Японского моря.

Наблюдаемый тип распределения температуры воды в северной и центральной частях Японского моря продолжался до конца второй декады июля. Несмотря на продвижение фронта на север и наличие очага теплых вод низкие температуры воды в Татарском проливе сохранялись (рис. 8, А, Б). Распространению теплых вод в Татарский пролив препятствовала тропосферная ложбина. В дельте ложбины в приземном поле наблюдался охотский антициклон, блокировавший продвижение южного циклона на север (рис. 8, В, Г). Считаем, что на произошедшее перераспределение уловов горбуши в пользу Приморского края повлияли вышеизложенные условия.

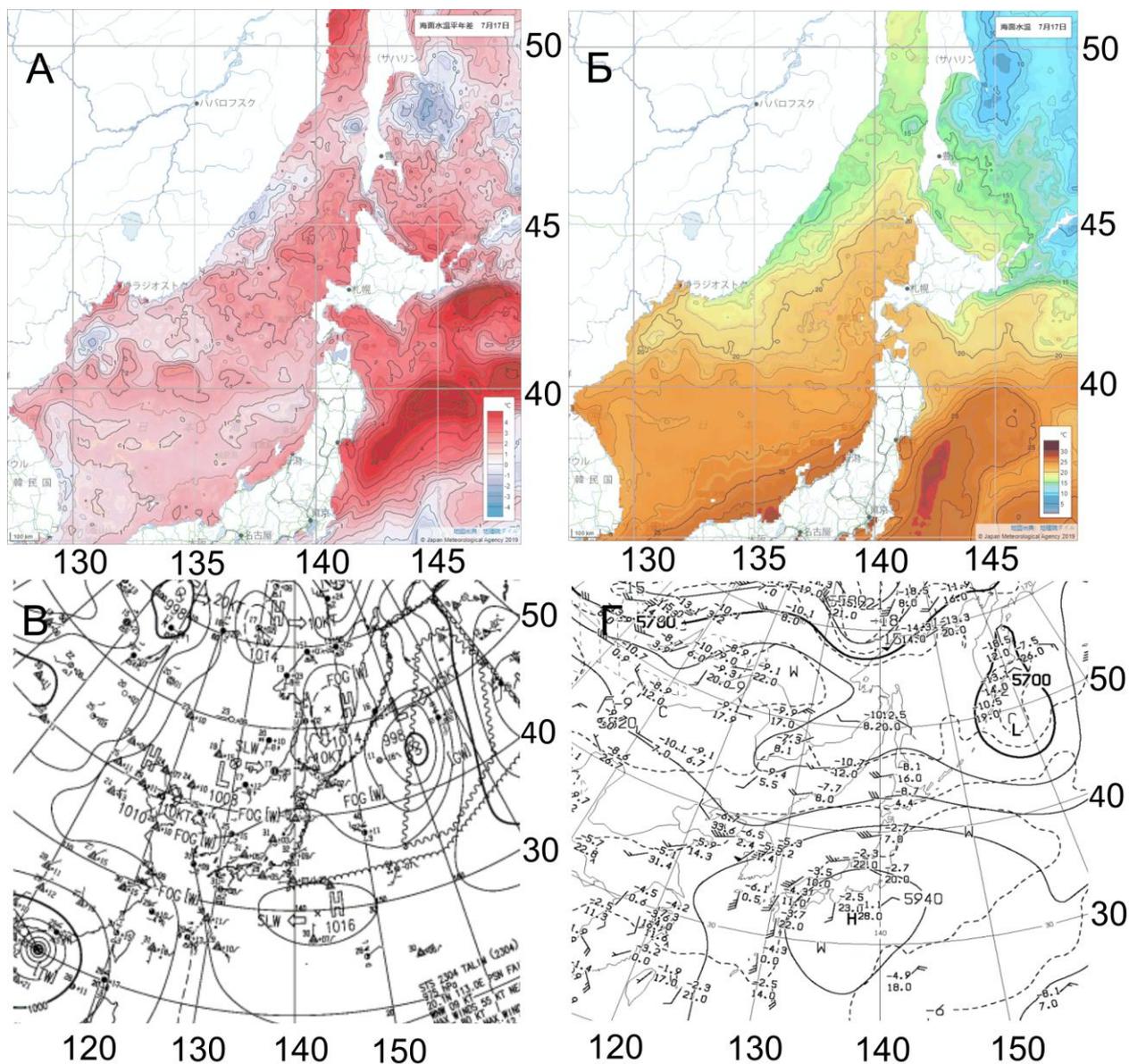


Рис. 8. Аномалии температуры воды в июле (А), распределение температуры воды на поверхности Японского моря (Б), карты приземного давления (В) и изобарической поверхности AT_{500} (Г) 17 июля 2023 г.

Fig. 8. Sea surface temperature anomalies in the Japan Sea (А), sea surface temperature (Б), atmospheric pressure at the sea surface (В) and dynamic heights of the AT_{500} isobaric surface (Г) on July 17, 2023

Карты температур (положительные аномалии) показывают, что условия начального морского нагула мальков горбуши с середины мая до середины июня 2022 г. были благоприятными для выживаемости вышедшей на нагул молоди горбуши (рис. 9, А, Б).

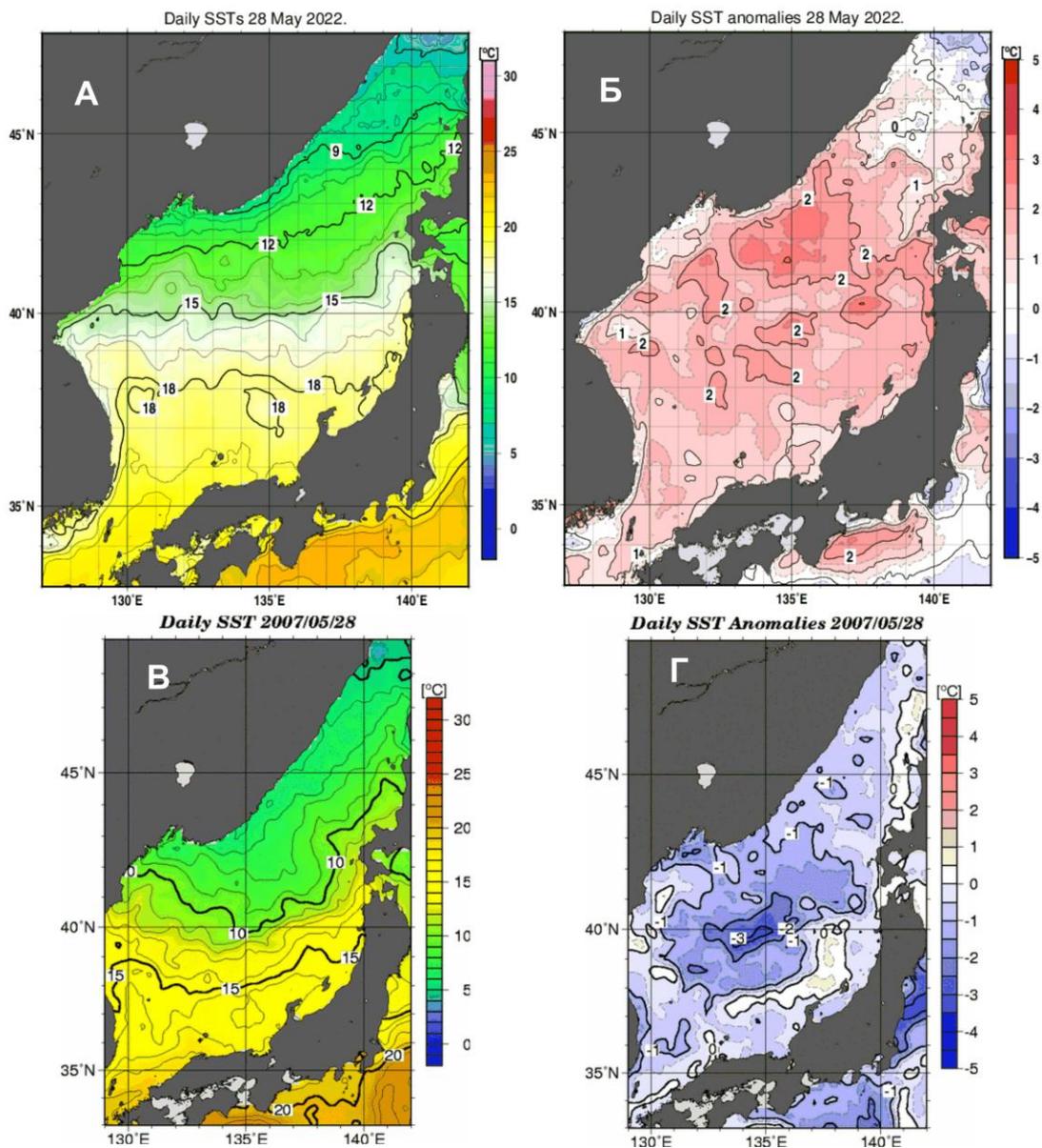


Рис. 9. Температура воды на поверхности Японского моря (А, В) и ее аномалии (Б, Г) 28 мая 2022 г. и 28 мая 2007 г. (по данным JMA)

Fig. 9. Sea surface temperature in the Japan Sea (А, В) and its anomalies (Б, Г) on May 28, 2022 and May 28, 2007 (JMA data)

Примером неблагоприятных условий перехода молоди горбуши к морскому периоду жизни является низкая температура воды в центральной части Японского моря в мае-июне 2007 г. (рис. 9, В, Г), вызванная южным положением гавайского антициклона.

В последующем данные по изменчивости температуры воды и динамики течений, полученные на основании спутниковой информации, а также сопутствующая синоптическая информация будут использоваться в качестве мониторинга гидрометеорологических условий в период лососевой путины.

Для прогноза термических условий в Японском море использовались спутниковые изображения Японского моря (ИК- и ТВ-изображения) 1979–2023 гг., атлас ледовитости дальневосточных мо-

рей СССР Л.П. Якунина [1987], гидрологический массив данных по термическим условиям Японского моря (1987–2023 гг.), прогноз синоптической обстановки на 2024 г. (С.Ю. Глебова), прогноз аномалий температуры воды (CFSv2 forecast monthly SST anomalies) CFSv2 Seasonal Climate Forecasts (noaa.gov)). Прогноз температуры воды, составленный на основании анализа ретроспективных данных о развитии температурного и гидрологического режимов, показал, что термические процессы в Японском море в весенне-летний период 2024 г. будут протекать в основном по типу «теплых» лет, температура воды в северо-западной части Японского моря в мае-июне будет в пределах среднегодовой нормы, а в июле-августе может быть выше нормы на 2–3 °С.

Во временных сериях температуры воды в Татарском проливе за период 1980–2022 гг., рассчитанных методом Фурье [Применение новых алгоритмов..., 2022], выявлены циклы от 2 до 5 лет. По выделенным циклам рассчитаны значения температуры воды на 2024 и 2025 гг. Составлен прогноз аномалий температуры воды на все месяцы 2024 и 2025 гг., из которого следует, что температура воды в Татарском проливе в 2024 и 2025 гг. будет выше нормы, за исключением незначительного ее понижения в мае 2024 г. (рис. 10).

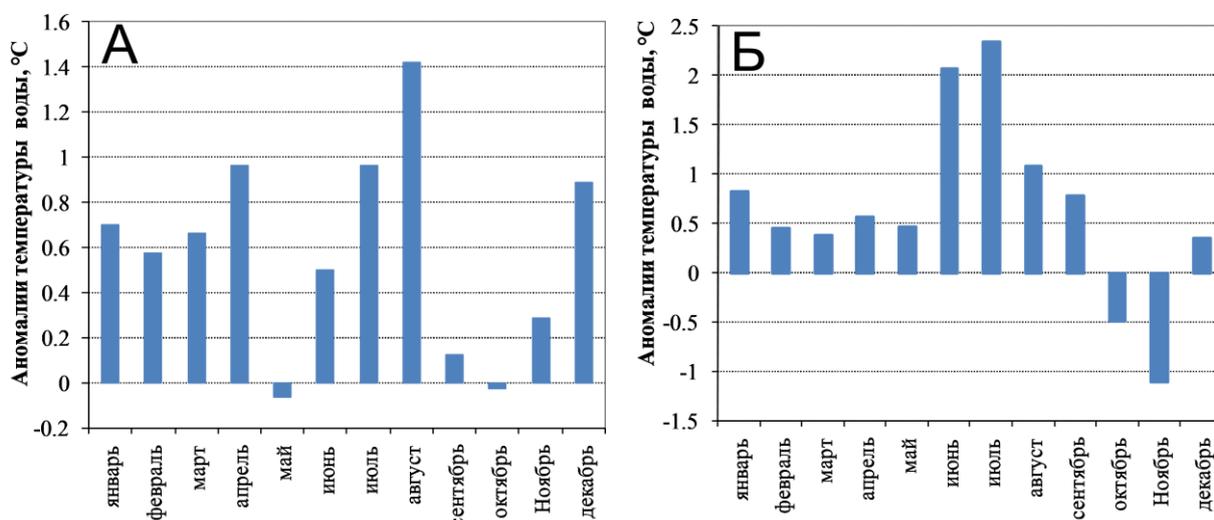


Рис. 10. Прогноз аномалий температуры воды в Татарского проливе на 2024 (А) и 2025 гг. (Б)
 Fig. 10. Forecast of the sea surface temperature anomalies in the Tatar Strait for 2024 (А) and 2025 (Б)

В летний период гидрологические процессы в Японском море будут протекать по типу «теплых» лет» (рис. 10). Таким образом, можно с высокой долей вероятности прогнозировать успешную выживаемость молоди в 2024 г. на начальном морском этапе жизни.

Заключение

В 2023 г. отмечалась мощная анадромная миграция япономорской горбуши, которая к середине второй декады мая достигла вод зал. Петра Великого. Часть этого потока, совершающего движение вдоль побережья Приморского края, пополнялась новыми мигрантами с мористой части, смещаясь к промысловому району, т.е. отчетливо проявилась «береговая» миграция горбуши вдоль приморского побережья.

В подзоне Приморье сложилась необычная ситуация, когда оба поколения приморской горбуши (генерации четных и нечетных лет) имеют высокую численность. За весь период с момента освоения данной территории российским промыслом высокие уловы смежных генераций горбуши не отмечались.

Очаг с экстремально теплой водой сформировался в зоне выноса теплых воздушных масс по периферии гавайского антициклона. Высокая температура воды, отмеченная в центральном и северном районах Японского моря (в зоне прибрежных миграций), возможно, являлась одной из причин роста вылова горбуши в приморской части подзоны Приморье и его уменьшения в Хабаровском крае.

Положительные аномалии температуры в морском побережье, в период начального этапа морского нагула 2022 г., способствовали выживаемости молоди горбуши и положительно сказались на формировании высокой численности возврата.

Прогноз температурного режима в Японском море на летний период 2024 и 2025 гг. показал, что гидрологические процессы будут протекать по типу «теплых лет». В 2024 г., так же как и в 2023 г., предполагается ослабление Приморского течения и развитие Цусимского течения с превышением среднегодовой нормы температур. Возможно повторение сценария движения анадромных потоков горбуши по аналогии с 2023 г. с её высокими подходами к водным объектам Приморского края.

Мониторинг гидрологических условий Японского моря с использованием спутниковой информации позволяет правильно акцентировать внимание на распределении анадромных потоков приморской горбуши между промысловыми районами подзоны Приморье.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы благодарят представителей промысловых компаний (ООО «Тройка» и ООО «Акватехнологии») и специалистов Приморского территориального управления Росрыболовства за регулярно предоставляемую информацию по вылову горбуши.

The authors are thankful to the staff of fishing companies Troika Ltd., Akvatekhnologii Ltd. and the Territorial department of the Russian Fisheries Agency for Primorye Region for regularly provided information on catches of pink salmon.

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 использования животных были соблюдены. Информация о пойманной рыбе была включена в статью. Библиографические ссылки на все использованные в работе данные других авторов оформлены в соответствии с правилами данного издания.

All applicable international, national and/or institutional guidelines for the use of animals were followed. Information about the fish caught for investigations is presented in the article. Bibliographical references to all data from other authors used in the study are formatted in accordance with the rules of this journal.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

А.В. Лысенко, Е.И. Барабанщиков — систематизация материала, рисунки и подготовка статьи, А.А. Никитин, Т.А. Шатилина — систематизация материала, рисунки и подготовка части статьи по океанологическим данным.

A.V. Lysenko, E.I. Barabanshchikov — biological and fishery data systematization and analysis, A.A. Nikitin, T.A. Shatilina — oceanographic and meteorological data systematization and analysis, the text of article was written and illustrated by all authors jointly.

Список литературы

Алексанин А.И., Алексанина М.Г. Мониторинг термических структур поверхности океана по данным ИК-канала спутников NOAA на примере Прикурильского района Тихого океана // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов. — М. : Азбука-2000, 2006. — Вып. 3, т. II. — С. 9–15.

Барабанщиков Е.И. Изменения продолжительности нерестового хода тихоокеанских лососей в реках на севере Приморского края // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток: ТИНРО, 2023. — С. 110–114. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-110-114. EDN: SZZPPI.

Барабанщиков Е.И., Крупянок Н.И., Лысенко А.В. Результаты лососевой путины в Приморском крае в 2016 г. // Бюл. № 11 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. — С. 45–54.

Булатов Н.В. Рекомендации по использованию спутниковых ИК-снимков в океанологических исследованиях. — Владивосток : ТИНРО, 1984. — 43 с

Золотухин С.Ф. Нерестовый фонд и современный статус популяций лососей в Приморском крае : дис. ... канд. биол. наук. — Хабаровск : ХоТИНРО, 2003. — 259 с.

Ильинский О.К. Охотский антициклон // Тр. ДВНИГМИ. — 1959. — Вып. 7. — С. 10–32.

Лысенко А.В., Шатилина Т.А., Гайко Л.А. Влияние гидрометеорологических условий на динамику вылова (численности) приморской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) на основе ретроспективных данных (Японское море, Татарский пролив) // Вопр. ихтиол. — 2021. — Т. 61, № 2. — С. 206–218. DOI: 10.31857/S0042875221020156.

Назаров В.А., Лысенко А.В. Итоги лососевой путины 2018 г. в Приморском крае // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — С. 240–254.

Применение новых алгоритмов обработки метеорологических наблюдений : моногр. / Г.Ш. Цициашвили, Т.А. Шатилина, Т.В. Радченкова. — Казань : БУК, 2022. — 80 с.

Пушкарева Н.Ф. Состояние запасов приморской горбуши и пути увеличения ее численности // Тр. ВНИРО. — 1975. — Т. 106. — С. 106–113.

Семенченко А.Ю. Приморская горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum)) в прибрежный и речной периоды жизни. Часть 1. Динамика численности. Часть 2. Биология // Бюл. № 1 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2006. — С. 98–114.

Шатилина Т.А., Анжина Г.И. Изменчивость параметров азиатской и дальневосточной атмосферных депрессий во второй половине 20-го века // Изв. ТИНРО. — 2006. — Т. 144. — С. 300–311.

Юрасов Г.И. Гидрологический режим шельфовых районов в условия муссонного климата // Исследовано в России. — 2002. — Т. 6. — С. 1170–1172. URL: <http://zhurnal.ape.relarn.ru/articles/2002/106.pdf>.

Якунин Л.П. Атлас ледовитости дальневосточных морей СССР. — Владивосток : ПОП ПУГКС, 1987. — 78 с.

Cooley J.W., Tukey J.W. An Algorithm for the Machine Calculation of Complex Fourier Series // Mathematics of Computation. — 1965. — Vol. 19, № 90. — P. 297–301. DOI: 10.1090/S0025-5718-1965-0178586-1.

Поступила в редакцию 8.02.2024 г.

После доработки 27.03.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 8.02.2024; approved after reviewing 27.03.2024;
accepted for publication 29.03.2024*

Научная статья
УДК 597.552.511–116(282.256.82)
DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-251-258
EDN: GUEDHX

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA*, ДОБЫТЫХ В РЕКЕ ИНДИГИРКЕ В 2023 ГОДУ

А.И. Никифоров¹, Л.Н. Карпова^{2*}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;
² Якутский филиал ВНИРО (ЯкутскНИРО),
677018, г. Якутск, ул. Ярославского, 32, корп. 3, оф. 1

Аннотация. Представлены сведения об основных биологических характеристиках производителей кеты *Oncorhynchus keta*, добытых в ходе исследовательских экспедиционных работ, проводившихся в августе-сентябре 2023 г. в нижнем течении р. Индигирки; приводится информация об особенностях установления объёмов прогнозируемого вылова; указаны зарегистрированные объёмы её добычи в последние годы; обсуждаются особенности организации промысла кеты в нижнем течении р. Индигирки.

Ключевые слова: река Индигирка, Республика Саха (Якутия), кета, производители, неводной промысел, биологические показатели

Для цитирования: Никифоров А.И., Карпова Л.Н. Биологические характеристики производителей кеты *Oncorhynchus keta*, добытых в реке Индигирке в 2023 году // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 251–258. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-251-258. EDN: GUEDHX.

Original article

Biological characteristics for the spawners of chum salmon *Oncorhynchus keta* caught in the Indigirka River in 2023

Andrey I. Nikiforov*, Lena N. Karpova**

* Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

** Yakut branch of the VNIRO (YakutskNIRO), 32/3 of. 1, Yaroslavsky Str., Yakutsk, 677018, Russia

* Ph.D., head of department, nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378

** head, yakutskniro@vniro.ru, ORCID 0009-0005-7336-5531

Abstract. The main biological parameters of chum salmon *Oncorhynchus keta* are presented for the spawners caught during the research expedition conducted to the lower reaches of Indigirka in August-September 2023. The data for prediction the volume of chum salmon catch in the Indigirka River are provided, including the registered volumes of annual landing in recent years. Features of the chum salmon fishery organization in the lower reaches of Indigirka are discussed.

Keywords: Indigirka River, Republic of Sakha (Yakutia), chum salmon, spawner, seine fishing, biological parameter

For citation: Nikiforov A.I., Karpova L.N. Biological characteristics for the spawners of chum salmon *Oncorhynchus keta* caught in the Indigirka River in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 251–258. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-251-258. EDN: GUEDHX.

* Никифоров Андрей Игоревич, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела, nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378; Карпова Лена Николаевна, руководитель филиала, yakutskniro@vniro.ru, ORCID 0009-0005-7336-5531.

Введение

Кета относится к лососям рода *Oncorhynchus* и является проходной рыбой, нерест которой происходит в пресных водах (реках и озерах), а нагул — в морских и океанических акваториях, на значительном удалении от мест нереста. Обладая весьма обширным ареалом, данный вид характеризуется наличием нескольких крупных генетических кластеров, внутри которых выделяются отдельные популяционные группировки на основании локального зоогеографического районирования и уровня их генетической дифференциации [Рухлов, 1982; Животовский и др., 2021].

В реки Якутии (Лену, Индигирку и др.) заходят на нерест представители двух видов рода *Oncorhynchus*: горбуша *O. gorbuscha* и кета *O. keta*. Факты их эпизодической поимки в приустьевых участках данных рек известны на протяжении всей истории ихтиологических наблюдений [Кириллов Ф.Н., 1955, 1972; Кириллов А.Ф., 2002; Иванов и др., 2008; Кириллов и др., 2008].

Кета в р. Индигирке встречается в уловах издавна, попадаясь в сетные и неводные орудия лова при добыче сиговых видов рыб в осенний период, специализированный промысел данного вида отсутствует [Кириллов, 2002].

Также известно, что в начале текущего века (2000–2001 гг.) проводились работы по интродукции молоди кеты (полученной из икры, доставленной с о. Сахалин) в бассейны некоторых рек Республики Саха (Якутия), в том числе в р. Индигирку, но их эффективность не получила в дальнейшем всесторонней научной оценки [Тяптиргянов, 2011].

Следует отметить, что локализация и протяжённость анадромных миграций, места нереста, сроки нерестового хода, а также биологические параметры кеты в реках Республики Саха (Якутия) практически не изучены [Кириллов, 2002; Тяптиргянов, 2014].

В текущем веке объёмы прогнозируемого вылова (далее — ПВ) кеты для р. Индигирки устанавливались, в связи с недостаточностью имеющейся информации, на основании экспертных оценок до 2012 г.; затем ввиду включения в 2013 г. данной единицы запаса в Красную книгу Республики Саха (Якутия) объёмы ПВ на кету р. Индигирки не устанавливались. В 2019 г., в соответствии с постановлением Правительства Республики Саха (Якутия) от 26.09.2019 № 280 «Об утверждении Перечня (списка) редких и находящихся под угрозой исчезновения видов животных для занесения в Красную книгу Республики Саха (Якутия)» кета р. Индигирки была исключена из Красной Книги Республики Саха (Якутия) [Красная Книга..., 2019]. После этого на данную единицу запаса вновь стали устанавливаться объёмы ПВ.

Согласно данным официальной промысловой статистики, предоставленным Восточно-Сибирским территориальным управлением Росрыболовства, освоение данной величины ПВ при промысле кеты в р. Индигирке в 2021 г. составило 50 % (0,5 т); в 2022 г. официально зарегистрированного вылова кеты не было. При этом по опросным данным, полученным авторами от рыбаков с. Русское Устье и пос. Чокурдах Аллаиховского улуса Республики Саха (Якутия), кета практически ежегодно в некотором количестве (а в некоторые годы — массово) попадает в качестве прилова при добыче сиговых рыб. Следует отметить, что исторически сложившаяся система природопользования в данной местности такова, что кета в качестве объекта промысла не пользуется популярностью у местных жителей, предпочитающих добывать и использовать для собственного потребления преимущественно сиговых рыб. В то же время кета, как в свежем, так и в обработанном виде, востребована в крупных городах Якутии, в связи с чем промысловики начинают в последние годы проявлять интерес к возможной организации специализированного промысла кеты в р. Индигирке.

Для разработки рекомендаций по обеспечению устойчивой эксплуатации промыслового запаса кеты в р. Индигирке, поддержанию необходимого уровня её воспроизводства и сохранению среды обитания, а также совершенствованию научных подходов к обоснованию ПВ данного вида тихоокеанских лососей требуется оценка состояния запасов кеты в бассейне р. Индигирки, что и послужило целью данной работы.

Материалы и методы

Исследования, результаты которых представлены в настоящей статье, проводились в рамках осуществления государственного мониторинга, выполнявшегося в 2023 г. в соответствии с п. 294 перечня приоритетных морских и пресноводных экспедиционных исследований ВНИРО на 2023 г., а также в соответствии с подпрограммой «Оценка состояния запасов водных биологических ресурсов в поверхностных водных объектах зоны ответственности Якутского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ЯкутскНИРО») в 2022–2026 гг.» программы выполнения работ при осуществлении рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях на 2023 г.

Экспедиционные работы выполнялись с 23 августа по 22 сентября 2023 г. в нижнем течении р. Индигирки (Аллаиховский улус Республики Саха (Якутия)), в окрестностях с. Русское Устье, на рыбопромысловом участке «Стариково», расположенном на расстоянии 78 км от её устья (рис. 1).

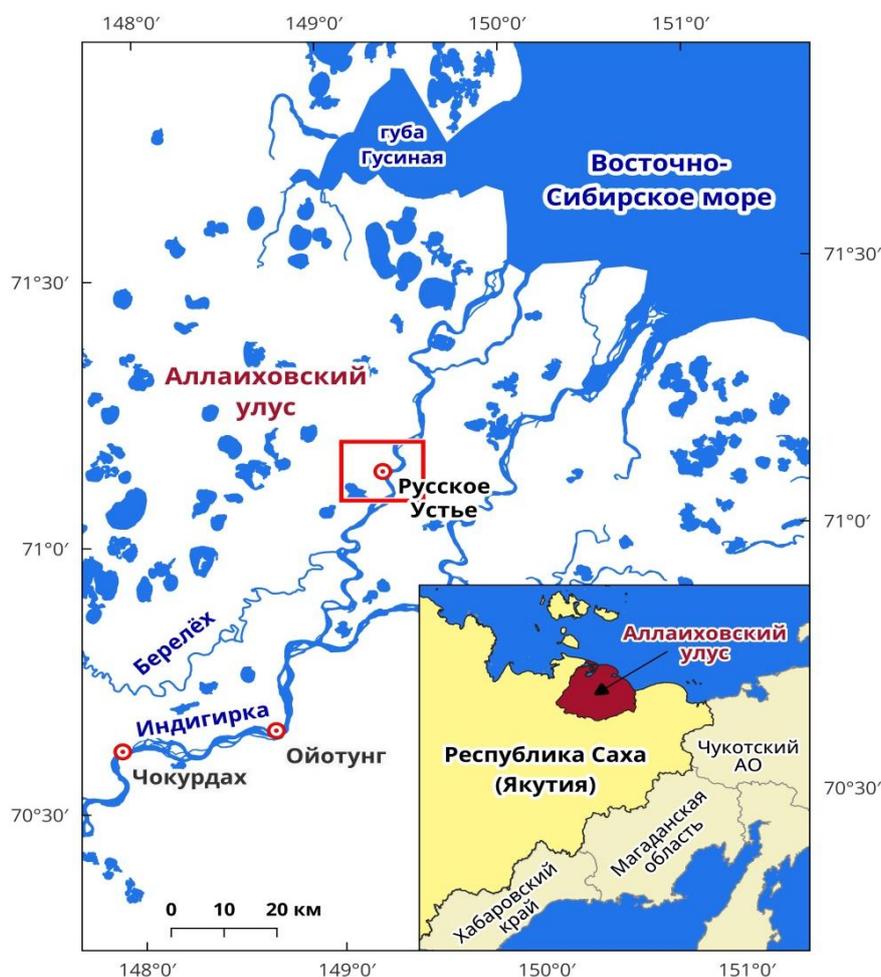


Рис. 1. Район проведения экспедиционных работ
Fig. 1. Scheme of the surveyed area

Река Индигирка протекает по территории Республики Саха (Якутия) преимущественно в северном меридиональном направлении, имеет весьма обширный водосборный бассейн (360 тыс. км²) и входит в десятку крупнейших рек России по этому показателю. Согласно данным Государственного водного реестра России протяжённость русла р. Индигирки составляет 1726 км, питание реки преимущественно дождевое и снеговое, годовой объём стока составляет около 50 000 км³ (<https://verum.wiki/index.php?item=gvr:1234900>).

Впадает р. Индигирка в Восточно-Сибирское море, образуя обширную мелководную дельту площадью около 5500 км², используемую для нагула многими видами промысловых рыб (муксун, омуль, ряпушка и др.).

Согласно современным научным данным, ихтиофауна р. Индигирки представлена 32 видами рыб, относящимися к арктическо-бореальному, бореально-равнинному, бореально-предгорному, арктическо-бореальному и бореально-тихоокеанскому фаунистическим комплексам [Кириллов А.Ф., 1955; Кириллов Ф.Н., 2002; Тяптиргянов, 2014].

В число задач исследования входили сбор статистического материала о динамике нерестового хода кеты в нижнем течении р. Индигирки; получение материалов, характеризующих биологические параметры кеты в промысловых уловах; сбор образцов тканей для уточнения популяционно-генетической структуры кеты р. Индигирки.

Лов рыбы на рыбопромысловом участке «Стариково» осуществлялся закидным неводом (общая длина 80 м, ячея 40 мм) (рис. 2).



Рис. 2. Лов закидным неводом на р. Индигирке (фото А.И. Никифорова)
Fig. 2. Cast seine fishing on the Indigirka River (photo by A.I. Nikiforov)

Также на рыбопромысловый участок «Стариково» поступала рыба из неводных и сетных уловов нескольких рыболовецких бригад общины с. Русское Устье, в связи с тем, что здесь находится вырубленное в вечной мерзлоте вместительное подземное хранилище для добытой рыбы.

Сбор ихтиологического материала и проведение биологического анализа осуществлялись в соответствии с принятыми в рыбохозяйственной науке методиками [Инструкция..., 1987*; Глубоковский и др., 2017].

Выловленные особи рыб подвергались тщательному внешнему осмотру, в ходе которого фиксировалось наличие и характер прижизненных повреждений; также осуществлялся отбор тканей для дальнейших генетических исследований. Оценки степени зрелости гонад и индивидуальной абсолютной плодовитости проводились по общепринятым в ихтиологических исследованиях методикам [Правдин, 1966; Плотников и др., 2018].

* Инструкция о порядке проведения обязательных наблюдений за дальневосточными лососевыми на КНС и КНП бассейновых управлений рыбоохраны и стационарах ТИНРО. Владивосток: ТИНРО, 1987. 23 с.

Отбор биоматериала для дальнейшего осуществления молекулярно-генетических исследований проводился прижизненным методом (фрагмент плавника рыбы площадью около 1 см² помещался в специальную пробирку, заполненную 96 %-ным этиловым спиртом и снабженную этикеткой с указанием вида, пола рыбы, места и даты взятия образца); сведения об особи, от которой взята проба, заносились в протокол взятия проб.

Результаты и их обсуждение

В ходе работ в период с 19 по 21 сентября было добыто 3 экз. кеты — две самки и один самец; все пойманные рыбы имели слабовыраженную брачную окраску (рис. 3). У одной из добытых самок в хвостовой части имелось зарубцевавшееся повреждение покровов неясной этиологии (рис. 3, б).



Рис. 3. Кета: а — экземпляр № 1 (♀); б — экземпляр № 2 (♀); в — экземпляр № 3 (♂)
Fig. 3. Chum salmon: а — sample No. 1 (♀); б — sample No. 2 (♀); в — sample No. 3 (♂)

У всех пойманных особей половые продукты находились на IV–V стадиях зрелости (рис. 4).

Согласно полученным в ходе настоящего исследования данным производители кеты, добытые в 2023 г. в нижнем течении р. Индигирки вблизи с. Русское Устье, обладали высокими коэффициентами зрелости и упитанности. Плодовитость изученных особей находилась в пределах видовой нормы и составила 3241 шт. икр. (см. таблицу).

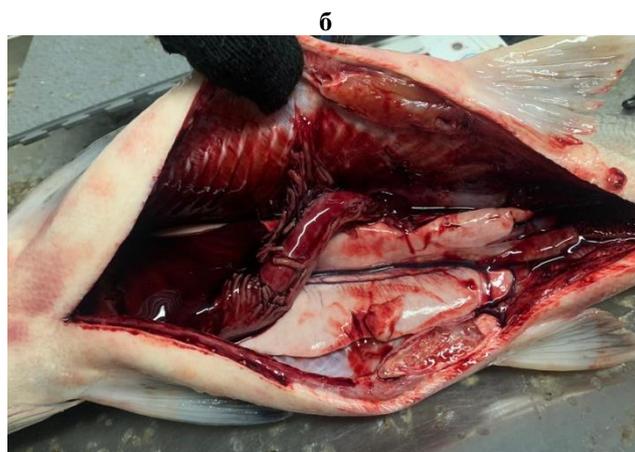
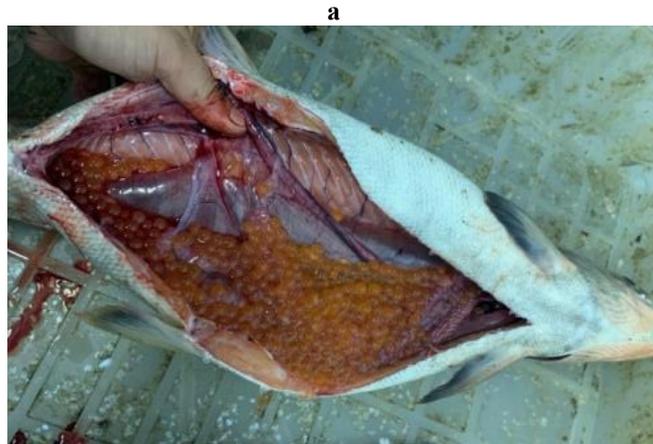


Рис. 4. Состояние половых продуктов кеты: **а** — экземпляр № 1, ♀; **б** — экземпляр № 3, ♂
 Fig. 4. Condition of chum salmon sexual products: **а** — sample No. 1, ♀; **б** — sample No. 3, ♂

Биологические характеристики производителей кеты нижнего течения р. Индигирки в 2023 г.
 Biological characteristics for the chum salmon spawners from the lower reaches of Indigirka in 2023

Показатель	№ экземпляра, пол			Среднее
	1 (♀)	2 (♀)	3 (♂)	
Длина (AD), см	62,50	62,00	60,00	61,50
Масса, кг	3,82	3,63	3,83	3,76
Масса ястыка, г	500,0	551,5	–	525,8
АП*, шт. икр.	2728	3750	–	3241
ГСИ**, %	13,1	15,2	–	14,2
КУ***, %	1,57	1,52	1,77	1,62

* Абсолютная плодовитость.

** Гонадосоматический индекс.

*** Коэффициент упитанности (по Фультону).

Судя по величине гонадосоматического индекса, стадии зрелости половых продуктов, а также явному наличию брачного наряда, добытые особи были физиологически вполне готовы к нересту.

В отношении сроков нерестового хода и мест локализации нерестилищ кеты нет достоверной информации, но, согласно полученным авторами настоящей работы опросным данным, основной ход кеты в низовьях р. Индигирки наблюдается с последней декады августа по вторую декаду сентября, продолжаясь в некоторые годы вплоть до первой декады октября.

Собранные образцы тканей кеты были переданы в Российскую национальную коллекцию эталонных генетических материалов (РНКЭГМ). До настоящего момента в РНКЭГМ отсутствовали об-

разцы генетического материала представителей нативной ихтиофауны лососевых р. Индигирки; в дальнейшем полученные материалы позволят определить уровень генетической уникальности популяции кеты р. Индигирки по сравнению с другими популяциями данного вида промысловых рыб.

Заключение

В результате проведенных работ впервые в текущем веке были получены документально подтвержденные данные о размерно-весовых характеристиках и плодовитости производителей кеты р. Индигирки; образцами тканей кеты р. Индигирки пополнена Российская национальная коллекция эталонных генетических материалов.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность главному специалисту лаборатории водных биоресурсов Якутского филиала ВНИРО В.В. Афанасьеву за помощь в ходе экспедиционных исследований.

The authors are grateful to V.V. Afanasyev, chief specialist of the laboratory of aquatic biological resources of the Yakut branch of VNIRO, for his assistance in the research expedition.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.

The study has budget funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable national, institutional and international ethical guidelines are implemented. The authors declare that they have no conflict of interests.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

А.И. Никифоров непосредственно участвовал в экспедиционных исследованиях; Л.Н. Карпова принимала участие в организации исследований; все авторы участвовали в обсуждении полученных результатов.

A.I. Nikiforov directly participated in the research expedition; L.N. Karpova took part in organizing the expedition; both authors discussed the results of expedition and jointly wrote and illustrated the manuscript.

Список литературы

Глубоковский М.К., Марченко С.Л., Темных О.С., Шевляков Е.А. Методические рекомендации по исследованию тихоокеанских лососей. — М. : ВНИРО, 2017. — 79 с.

Животовский Л.А., Подорожнюк Е.В., Кульбачный С.Е. и др. Экогеографические единицы и единицы запаса кеты *Oncorhynchus keta* амурской зоогеографической провинции // Вопр. ихтиол. — 2021. — Т. 61, № 4. — С. 432–440. DOI: 10.31857/S0042875221040214.

Иванов Е.В., Кириллов А.Ф., Ходулов В.В. Рыбы бассейна реки Индигирки : учеб. пособ. — Якутск : ЭКОР, 2008. — 60 с.

Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Якутии : моногр. — М. : Научный мир, 2002. — 194 с.

Кириллов А.Ф. Рыбы Якутии : моногр. — М. : Наука, 1972. — 368 с.

Кириллов А.Ф., Иванов Е.В., Ходулов В.В. История формирования, современный видовой состав и особенности распределения пресноводной ихтиофауны реки Индигирки // Вестн. ЯГУ. — 2008. — Т. 5, № 2. — С. 9–19.

Кириллов Ф.Н. Рыбы реки Индигирки // Изв. ВНИОРХ. — 1955. — Т. 35. — С. 141–166.

Красная книга Республики Саха (Якутия). Т. 2: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных / отв ред. Н.Н. Винокуров. — М. : Наука, 2019. — 270 с.

Плотников Г.К., Пескова Т.Ю., Шкуте А. и др. Основы ихтиологии. Сборник классических методов ихтиологических исследований для использования в аквакультуре. — Daugavpils : Saule, 2018. — 253 с.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) : моногр. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищепромиздат, 1966. — 375 с.

Рухлов Ф.Н. Жизнь тихоокеанских лососей : моногр. — Южно-Сахалинск : Дальневост. кн. изд-во. Сахалин. отд-е, 1982. — 112 с.

Тяптиргянов М.М. Фаунистический анализ ихтиофауны Якутии // Наука и образование. — 2014. — № 3(75). — С. 88–91.

Тяптиргянов М.М. Экспериментальные работы по акклиматизации кеты в водоемах Якутии // Вестн. СВФУ. — 2011. — Т. 8, № 1. — С. 35–39.

Поступила в редакцию 14.12.2023 г.

После доработки 31.01.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 14.12.2023; approved after reviewing 31.01.2024;

accepted for publication 29.03.2024

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА НЕРЕСТОВОГО ХОДА ОСЕННЕЙ КЕТЫ НА НАБЛЮДАТЕЛЬНОМ ПУНКТЕ В ПОС. ТЫР В 2023 Г.

И.А. Ваизова¹, А.И. Никифоров¹, В.Ю. Колобов², В.В. Харитонов^{2*}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;

² Хабаровский филиал ВНИРО (ХабаровскНИРО), 680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, 13а

Аннотация. Представлены информация, полученная в ходе мониторинга нерестового хода осенней кеты р. Амур, проводившегося в 2023 г. в районе пос. Тыр, сведения по основным биологическим показателям осенней кеты, а также данные по динамике промысловых показателей в указанном районе за ряд лет.

Ключевые слова: река Амур, осенняя кета, плавные сети, вылов, биологические характеристики, прогнозируемый вылов

Для цитирования: Ваизова И.А., Никифоров А.И., Колобов В.Ю., Харитонов В.В. Результаты мониторинга нерестового хода осенней кеты на наблюдательном пункте в пос. Тыр в 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 259–266. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-259-266. EDN: HAJLEO.

Original article

Results of monitoring on the spawning run of autumn chum salmon at the observation point in Tyr in 2023

Ivetta A. Vaizova*, Andrey I. Nikiforov**, Vladimir Y. Kolobov***, Viktor V. Kharitonov****

* ** Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

**** Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Boulevard, Khabarovsk, 680038, Russia
* specialist, vaizova@vniro.ru, ORCID 0009-0005-7612-9390

** Ph.D., associate professor, head of department, nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378

*** chief specialist, kolobovv78@mail.ru, ORCID 0000-0001-5699-7266

**** senior specialist, kharitonovv@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0009-0007-1983-5031

Abstract. The article provides information obtained during the monitoring of the spawning run of autumn chum salmon of the Amur River, conducted in 2023 near Tyr settlement. Data on the main biological indicators of autumn chum salmon are presented. Data on the dynamics of fishery indicators in the area over a number of years are also presented.

Keywords: Amur River, autumn chum salmon, floating net, catch, biological parameter, forecasted catch

For citation: Vaizova I.A., Nikiforov A.I., Kolobov V.Y., Kharitonov V.V. Results of monitoring on the spawning run of autumn chum salmon at the observation point in Tyr in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 259–266. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-259-266. EDN: HAJLEO.

* Ваизова Иветта Андреевна, специалист, vaizova@vniro.ru, ORCID 0009-0005-7612-9390; Никифоров Андрей Игоревич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, начальник отдела, nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378; Колобов Владимир Юрьевич, главный специалист, kolobovv78@mail.ru, ORCID 0000-0001-5699-7266; Харитонов Виктор Васильевич, старший специалист, kharitonovv@khabarovsk.vniro.ru, ORCID 0009-0007-1983-5031.

Введение

С конца XIX в. в бассейне р. Амур различают две внутривидовые темпоральные формы (расы) кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) — летнюю и осеннюю [Крюков, 1894]. Различия между этими формами заключаются в разных сроках захода в реку при анадромной миграции, а также в использовании отличающихся по гидрологическому режиму нерестилищ. В частности, миграция осенней кеты в устье р. Амур начинается в конце августа и продолжается до конца октября [Золотухин, 2019]. Однако наиболее активный ход данной темпоральной формы приходится на сентябрь, в течение которого и ведется основной лов осенней кеты на р. Амур.

Согласно историческим данным, в начале XX века объемы вылова осенней кеты на р. Амур в среднем составляли около 20 тыс. т, а в 1910 г. превысили отметку в 40 тыс. т (рис. 1). В дальнейшем уловы постепенно снижались, и к началу 1970-х гг. прошлого века достигли минимальных значений за весь период наблюдений. С этого времени и до начала нынешнего века объемы вылова осенней кеты на р. Амур не превышали 6 тыс. т.

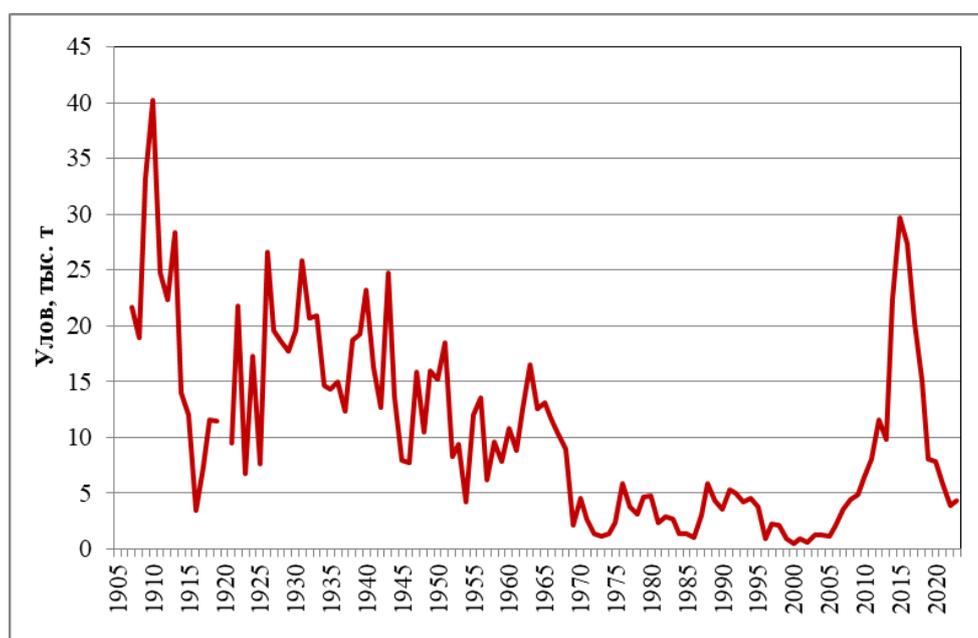


Рис. 1. Динамика уловов осенней кеты р. Амур, 1907–2023 гг., тыс. т
Fig. 1. Russian annual landings of fall chum salmon in the Amur River, 1907–2023, 10^3 t

С началом текущего века произошло значительное увеличение уловов осенней кеты, и в 2015 г. был зафиксирован рекордный для XXI в. вылов в 29,7 тыс. т [Колпаков и др., 2019]. Однако в дальнейшем объемы уловов осенней кеты вновь начали падать.

По мнению экспертов отрасли, в основе постепенного снижения уловов осенней кеты на р. Амур после 2015 г. лежит целый комплекс факторов, как антропогенного, так и природного характера, воздействующих на её популяцию. По одной из гипотез, на облавливаемом запасе негативно сказалось наводнение 2013 г., которое повлекло за собой переполнение нерестилищ производителями кеты из-за неблагоприятных условий для осуществления промысла [Коцюк и др., 2021]. Дополнительным фактором постепенной деградации запаса осенней кеты стала активная промысловая деятельность, которая достигла своего пика в первом десятилетии текущего века [Колпаков, Коцюк, 2019]. Кроме того, на численность кеты данной темпоральной формы могло повлиять общее снижение приёмной емкости среды.

В условиях необходимости управления промыслом амурской кеты при ее низком запасе возросла значимость научных исследований, позволяющих получить объективную информацию о текущем состоянии популяции. Таким образом, целью настоящей публикации стали представление и ана-

лиз результатов мониторинга осенней кеты р. Амур, полученных в ходе работ на наблюдательном пункте в пос. Тыр в 2023 г.

Материалы и методы

Первичные материалы были получены в период с 29 августа по 25 сентября 2023 г. на наблюдательном пункте, расположенном в нижнем течении р. Амур, неподалёку от пос. Тыр в Ульчском районе Хабаровского края. Как промышленный, так и научный лов, информация о результатах которых использована в данной работе, велись на РЛУ № 11 (рис. 2).

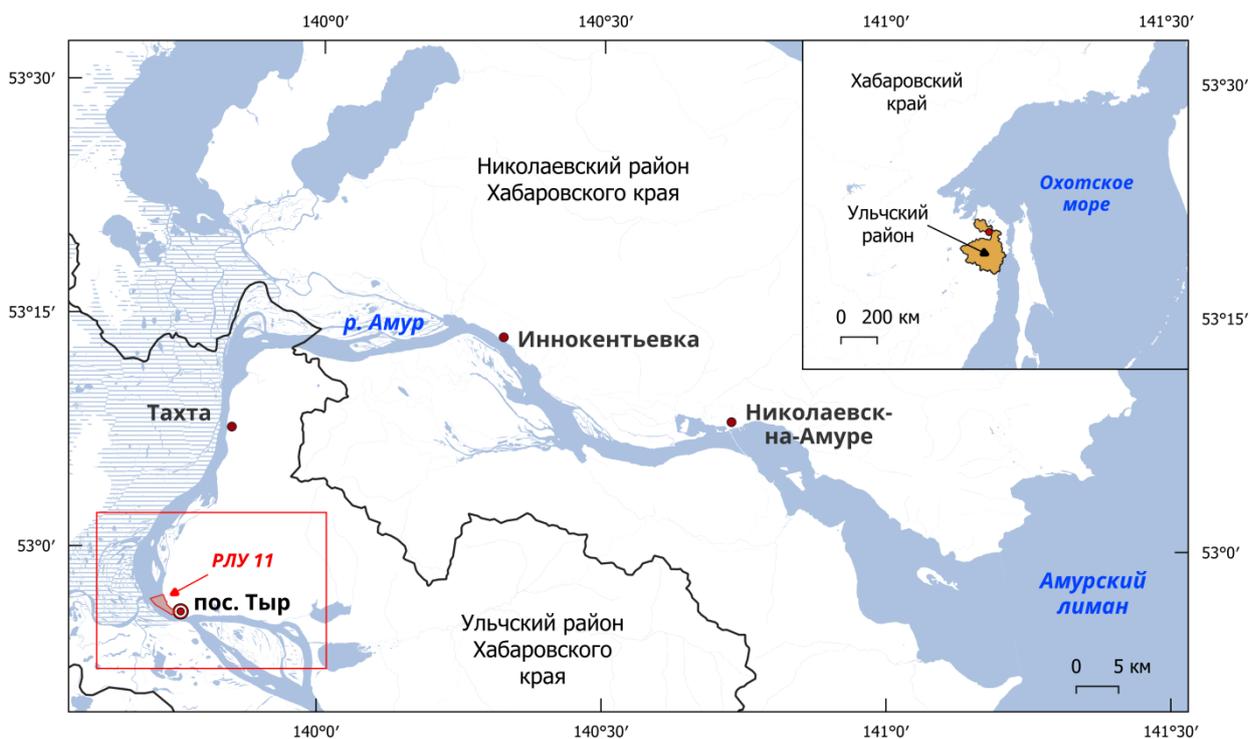


Рис. 2. Карта-схема района исследований
Fig. 2. Scheme of the research area

В период проведения работ температура воды в р. Амур в районе исследований постепенно понижалась и с 31 августа по 25 сентября упала на 6,7 °С (с 21,0 до 14,3 °С) (рис. 3).

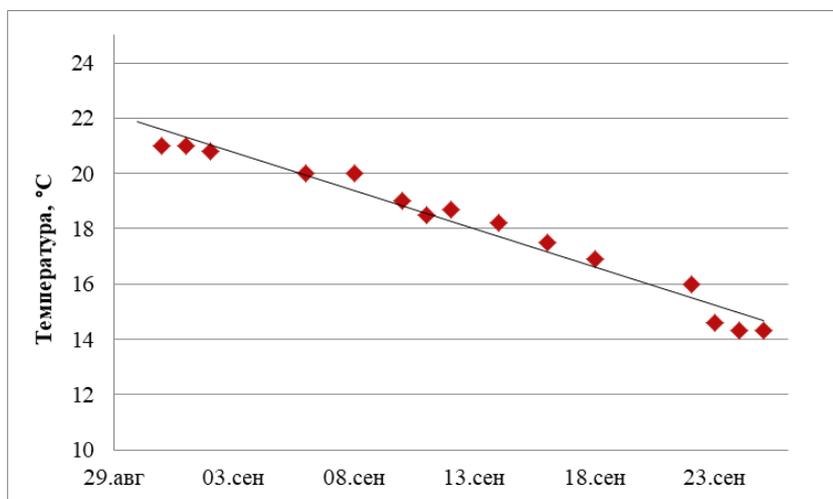


Рис. 3. Динамика температуры воды в районе исследований
Fig. 3. Dynamics of water temperature in the research area

Лов осенней кеты, совершающей анадромную миграцию к местам нереста, велся плавными сетями с использованием маломерных судов. Для научного лова использовались сети длиной 200 м, а для промышленного лова — длиной 100 м. Шаг ячеи в обоих случаях составлял 65 мм.

При приемке уловов рыбозаводом в пос. Тыр фиксировались данные по вылову на усилие, а также определялась средняя масса вылавливаемых особей благодаря учёту количества экземпляров и общей массы рыб в принимаемой партии. Определение полового соотношения в уловах проводилось во время переработки рыбы. Выборка, использовавшаяся для данной цели, составила 7143 экз. производителей осенней кеты.

Проведение биологического анализа осуществлялось на основе инструкции*. В ходе биологического анализа у исследуемых особей определялись длина тела АС, масса тела, масса тела без внутренностей, пол, степень зрелости гонад, стадия брачного наряда, масса гонад, плодовитость. Также на базе литературных данных [Шевляков и др., 2006] оценивалось наличие у особей кеты травм, определялся их характер и степень травмированности особей. В совокупности биологическому анализу подверглись 335 экз. производителей кеты.

Статистика по вылову осенней кеты в р. Амур в 1907–2023 гг., а также по ее биологическим показателям за предыдущие 10 лет представлена согласно архивным данным «ХабаровскНИРО». Информация по динамике вылова осенней кеты в р. Амур в 2023 г. до 29 августа и после 25 сентября приведена в соответствии с данными, предоставленными Амурским территориальным управлением Федерального агентства по рыболовству (далее — Амурское ТУ).

Для расчета статистических показателей, а также для их последующей визуализации использовалась программа Microsoft Excel 2010, а для построения картосхемы района исследований — программа QGIS Desktop 3.32.1.

Результаты и их обсуждение

Согласно решению от 1 августа 2023 г. № 25 Комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб в Хабаровском крае (далее — Комиссия), промышленный лов на РЛУ № 11 «Тырский» в 2023 г. был открыт 22 августа (протокол № 25) и закрылся 27 сентября в соответствии с решением № 41 Комиссии от 21 сентября 2023 г. (протокол № 41). Однако, по данным Амурского ТУ, значительные уловы осенней кеты на р. Амур были зафиксированы только после 27 августа. Таким образом, сроки, в которые проводился сбор первичных материалов для данного исследования, охватывают практически весь период, в течение которого велся интенсивный лов осенней кеты на наблюдательном участке.

В соответствии с информацией из прил. № 2 к уже упомянутому выше протоколу № 25, каждый второй день, начиная с 23 августа, на РЛУ № 11 в 2023 г. был объявлен проходным. Как следствие, в эти даты в мониторинговых целях осуществлялся только научный лов, поэтому для объективной оценки промысловой ситуации объемы уловов были пересчитаны на 100 м сети / 1 ч сплава.

Информация, представленная на рис. 4, позволяет удостовериться, что наиболее интенсивный ход осенней кеты на наблюдательном участке рядом с пос. Тыр пришелся на конец августа, а также на II и IV пятидневки сентября.

При этом полученные данные по соотношению полов в уловах и средней массе вылавливаемых особей (рис. 5, 6) позволяют предположить, что по р. Амур в конце августа-сентябре текущего года поднимались 2 группировки осенней кеты и основной ход второй волны пришелся на 9 сентября. В пользу этого предположения свидетельствуют сразу два факта: существенное увеличение доли самцов в уловах после периода, в течение которого в уловах преобладали самки (рис. 6), а также увеличение средней массы особей в уловах после зафиксированного 8 сентября минимума.

* Инструкция о порядке проведения обязательных наблюдений за дальневосточными лососями на КНС и КНП бассейновых управлений рыбоохраны и стационарах ТИНРО. Владивосток: ТИНРО, 1987. 23 с.

При этом постепенное увеличение во второй декаде сентября средней массы добываемых особей может быть обусловлено тем, что 9–10 сентября на участке одновременно облавливались и последние особи из первой волны, и ранние особи из второй.

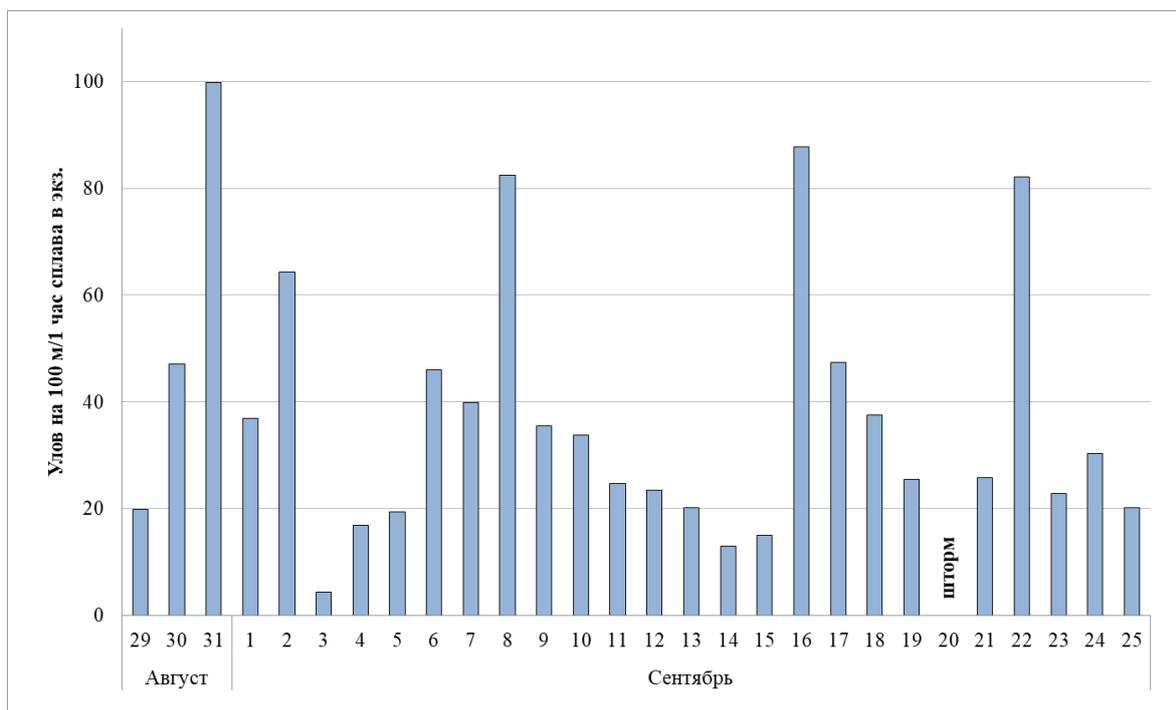


Рис. 4. Динамика уловов на РЛУ №11 в пересчете на 100 м/1 час сплава в экз.

Fig. 4. Dynamics of chum salmon CPUE at the fishing site No. 11, ind. per 100 m of floating net per hour

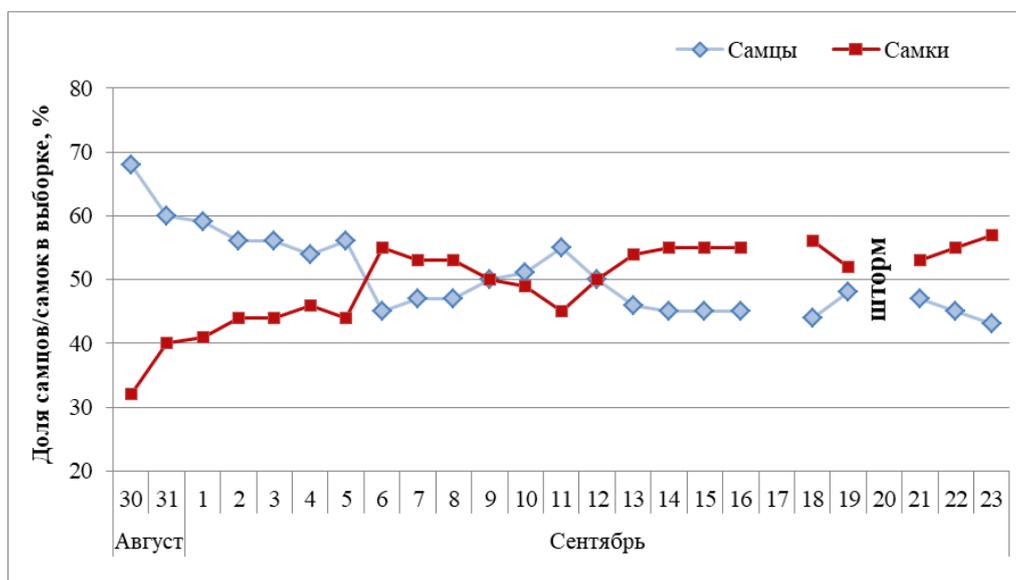


Рис. 5. Соотношение полов в уловах на РЛУ №11

Fig. 5. Sex ratio in catches at the fishing site No. 11

Если разделить данные биологического анализа на две группы, используя в качестве временной границы 8 сентября, то первая предположительно выделяемая группировка будет характеризоваться достоверно большими средними линейными размерами (уровень значимости $\alpha = 0,1$) и средней массой (уровень значимости $\alpha = 0,05$) особи. При этом следует отметить, что достоверные отличия по величине абсолютной плодовитости между этими двумя предположительно выделяемыми группировками отсутствуют (табл. 1).

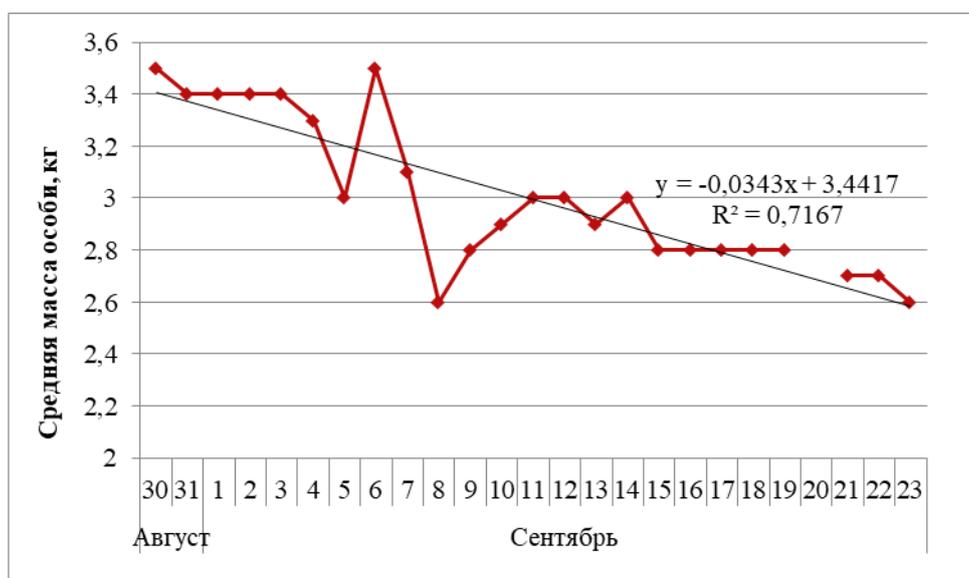


Рис. 6. Средняя масса особей осенней кеты, вылавливаемой в районе исследований в 2023 г.
Fig. 6. Average weight of fall chum salmon caught in the research area in 2023

Биологические характеристики осенней кеты р. Амур в 2023 г. с делением на группировки по срокам добычи
Table 1
Biological parameters of fall chum salmon in the Amur River in 2023, by timing of landing

Группировка	Длина по Смитту, см*			Масса тела, кг**			Абсолютная плодовитость, шт. икр.			Доля, %	Кол-во рыб, экз.
	Мин	Макс	Ср.±ош.	Мин	Макс	Ср.±ош.	Мин	Макс	Ср.±ош.		
1 (ход до 08.09 вкл.)	47,5	83,5	62,80±0,38	1270	7860	3,176±0,070	1628	4612	2849,0±48,80	59,1	198
2 (ход после 08.09)	51,0	76,0	61,90±0,27	1575	5725	2,931±0,074	1533	4462	2924,0±59,71	40,9	137
Среднее	47,5	83,5	62,50±0,29	1270	7860	3,076±0,052	1533	4612	2876,0±37,48	100	335

* Уровень значимости $\alpha = 0,1$.

** Уровень значимости $\alpha = 0,05$

Значения биологических характеристик осенней кеты, полученные по результатам мониторинга 2023 г. (табл. 2) и усредненные без деления на группировки, вполне соответствуют тенденции постепенного уменьшения ее длины и массы, которая фиксировалась на протяжении последних десяти лет (за исключением 2021 г., когда показатели по данным параметрам были рекордными). Вероятно, это связано с тем, что в подходах осенней кеты в р. Амур в последние годы отмечается сокращение доли поздносозревающих особей [Коцюк, 2020].

Биологические характеристики осенней кеты р. Амур в 2013–2023 гг.
Table 2
Dynamics of biological parameters of fall chum salmon in the Amur River in 2013–2023

Показатель	Данные предыдущих лет										Результаты мониторинга 2023 г.
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	
Длина по Смитту, см	65,4	64,4	63,5	64,0	63,9	63,6	62,0	63,6	67,3	64,1	62,5
Масса, кг	3,60	3,10	3,24	3,23	3,41	3,10	3,21	3,24	3,77	3,02	3,08
Доля самок, %	52,0	54,2	53,9	57,6	53,3	52,7	46,0	53,6	54,0	46,4	48,7*
Плодовитость, икр.	3352	3345	3126	3080	3019	3019	2963	4104	2537	2724	2876
N, экз.	3555	1518	631	1044	400	558	578	575	615	250	335

* Данные получены в результате расчета соотношения полов (выборка — 7143 экз.).

В 2023 г. (как и в предыдущем) количество самок в уловах составляло менее 50 % (табл. 2); при этом их плодовитость (2,9 тыс. икр.) была ниже многолетних усредненных значений данного по-

казателя (3,1 тыс. икр.). В то же время плодовитость самок в 2023 г. была выше по сравнению со значениями этого показателя в 2021–2022 гг.

Также стоит отметить, что у 9,6 % особей осенней кеты, подвергшихся биоанализу, были выявлены различные травмы. Так, у одного экземпляра был обнаружен след от укуса миноги, еще у 31 — царапины или свежие раны от укусов морских млекопитающих. Это вполне соотносится с имеющимися данными по травмам производителей осенней кеты, выловленных в Ульяновском районе в 2020 г. (9,5 %), но значительно выше, чем усредненный показатель по травмам в этом же районе в 2012–2017 гг. (2,7 %).

Заключение

По данным мониторинговых исследований, проведенных на наблюдательном пункте в пос. Тыр в 2023 г., ход осенней кеты в р. Амур в конце августа — сентябре включал в себя две волны; ход второй волны начался 8 сентября.

Особь кеты первой волны характеризовались достоверно большими средними линейными размерами и средней массой по сравнению с экземплярами из второй волны. Усредненные данные биоанализа за 2023 г. подтвердили тенденцию постепенного уменьшения размеров осенней кеты, идущей на нерест, отмеченную в последнее десятилетие.

Также по сравнению с данными 2012–2017 гг. было зафиксировано увеличение количества травмированных производителей и более низкая плодовитость самок относительно многолетнего усредненного значения данного показателя.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность администрации рыболовецкого колхоза «Память Ленина» за предоставление материально-технической базы для проведения исследования.

The authors are grateful to administration of the fishing collective farm Pamyat Lenina for assistance in the study.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.

The research was funded from the state budget.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable national, institutional and international ethical guidelines are implemented. The authors declare that they have no conflict of interests.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

И.А. Ваизова — сбор и систематизация первичных материалов, проведение сравнительного анализа, обобщение и интерпретация результатов исследования, работа с графическим материалом, подготовка рукописи. А.И. Никифоров — обобщение и интерпретация результатов исследования, участие в обсуждении результатов исследования, подготовка рукописи. В.Ю. Колобов — сбор и систематизация первичных материалов, участие в обсуждении результатов исследования, подготовка рукописи. В.В. Харитонов — сбор первичных материалов.

I.A. Vaizova — data collection and systematization, comparative analysis, generalization and interpretation of the research results, the manuscript writing and illustration; A.I. Nikiforov — generalization, interpretation and discussing the research results, assistance in the manuscript writing; V.Y. Kolobov — data collection and systematization, discussing the research results, assistance in the manuscript writing; V.V. Kharitonov — data collection.

Список литературы

Золотухин С.Ф. Внутривидовые группировки кеты *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) реки Амур и их распределение по бассейну // Изв. ТИНРО. — 2019. — Т. 197. — С. 21–34. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-197-21-34.

Колпаков Н.В., Коцюк Д.В. Кризисы рыболовства в бассейне реки Амур. Количественный анализ фонда рыбопромысловых участков // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-Центр, 2019. — С. 93–105.

Колпаков Н.В., Коцюк Д.В., Подорожнюк Е.В., Островский В.И. Итоги лососевой путины в Хабаровском крае в 2019 г. // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2019. — С. 53–64.

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., Подорожнюк Е.В., Островский В.И. Регулирование промысла тихоокеанских лососей р. Амур в условиях снижения их численности в 2017–2020 гг. // Вопр. рыб-ва. — 2021. — Т. 22, № 4. — С. 116–122. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-116-122.

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.

Шевляков Е.А., Золотухин С.Ф., Бугаев А.В. и др. Определитель основных источников травмирования тихоокеанских лососей. — М. : ВНИРО, 2006. — 79 с.

Поступила в редакцию 30.11.2023 г.

После доработки 25.12.2023 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 30.11.2023; approved after reviewing 25.12.2023;
accepted for publication 29.03.2024*

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA* ПРОМЫСЛОВОГО СТАДА У ОСТРОВА ИТУРУП В 2023 ГОДУ

А.Н. Ельников¹, О.В. Зеленников^{2*}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;

² Санкт-Петербургский государственный университет,
199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 7/9

Аннотация. В период с 18 сентября по 31 октября 2023 г. в бассейнах заливов Простор и Курильский (о. Итуруп, Курильские острова, Сахалинская область) обследовали возвращающихся на нерест производителей кеты *Oncorhynchus keta*. В сумме среди половозрелых или близких к половому созреванию особей преобладали самцы. При этом наблюдали тенденцию закономерного увеличения самок от начала к концу нерестового хода. Среди производителей большая часть особей была в возрасте 3+; доля рыб этой возрастной группы в бассейнах заливов Простор и Курильский составила соответственно 76,8 и 77,9 %. Доля рыб в возрасте 2+ в среднем была равна 10,6 %, а в возрасте 4+ и 5+ — 12,0 %. Впервые за последние 10 лет число рыб трехлетнего возраста в биологических пробах, взятых в течение одного сезона, многократно различалось. Масса производителей кеты соответствующих возрастных групп в бассейне двух заливов была сходной, в сумме у самок и самцов в возрасте 3+ составила 2,47 и 2,72 кг и была незначительно меньше, чем средняя масса рыб в течение предыдущих 9 лет.

Ключевые слова: кета, *Oncorhynchus keta*, Итуруп, характеристика производителей, промысловое стадо

Для цитирования: Ельников А.Н., Зеленников О.В. Характеристика производителей кеты *Oncorhynchus keta* промыслового стада у острова Итуруп в 2023 году // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 267–273. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-267-273. EDN: HJOZSA.

Original article

Characteristics of adult chum salmon *Oncorhynchus keta* from the commercial stock at Iturup Island in 2023

Andrey N. Elnikov*, Oleg V. Zelennikov**

* Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 19, Okružnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

** St. Petersburg State University, 7/9, Universitetskaya Emb., St. Petersburg, 199034, Russia

* Ph.D., senior researcher, elnikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-5511-2382

** D.Biol., assistant professor, oleg_zelennikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-8779-7419

Abstract. Adult chum salmon *Oncorhynchus keta* specimens returning to spawn were caught in the Prostor and Kurilsky Bays of Iturup Island and examined in the period from September 18 to October 31, 2023. The males dominated among sexually mature or close to sexually mature individuals; the portion of females had a

* Ельников Андрей Николаевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, elnikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-5511-2382; Зеленников Олег Владимирович, доктор биологических наук, доцент, oleg_zelennikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-8779-7419.

tendency to increasing from the beginning to the end of the run. Most of the fish were aged 3+ (76.8% and 77.9% on average in the Prostor and Kurilsky Bays, respectively), the average portion of fish at the age 2+ was 10.6% and at the age 4+ and 5+ — 12.0 %, although the portion of three-year-old fish varied very much between the samples that was not observed in previous 10 years. The weight of adult chum salmon in corresponding age groups was similar in these two bays, on average 2.47 and 2.72 kg for females and males at age 3+, respectively, that was slightly below the values in previous 9 years.

Keywords: chum salmon, *Oncorhynchus keta*, Iturup, biological parameters of spawners, commercial stock

For citation: Elnikov A.N., Zelennikov O.V. Characteristics of adult chum salmon *Oncorhynchus keta* from the commercial stock at Iturup Island in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 267–273. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-267-273. EDN: HJOZSA.

Введение

В настоящее время на о. Итуруп осуществляется формирование стада кеты, для чего в течение последних 25 лет были построены или перестроены в современном виде все 18 функционирующих здесь рыболовных заводов. По мере введения в эксплуатацию предприятий выпуск молодежи с 8,9 млн в 1998 г. увеличился до 282,8 млн в 2020 г., как следствие этого, многократно возрос и вылов кеты [Klovach et al., 2021]. Стоит отметить, что природные нерестилища для кеты на о. Итуруп являются крайне ограниченными. Как следствие этого, суммарный вылов кеты в регионе в начале XXI в. едва превышал 1 тыс. т [Ельников, Зеленников, 2023]. Таким образом, с увеличением вылова кеты происходит не восстановление ее численности и не пополнение сравнительно ограниченной популяции, а именно формирование промыслового стада. Фактически мы наблюдаем за развитием крупного природно-производственного эксперимента. Формирующееся стадо всесторонне исследуют [Чебанова и др., 2018; Зеленников и др., 2020; Каев и др., 2021; Животовский и др., 2022; и др.]. А поскольку производственное усилие в конечном итоге направлено на увеличение вылова, то одним из центральных направлений в исследовании является становление возрастной структуры формирующегося стада и прогноз возврата. Настоящая статья — составная часть общего исследования, а ее цель — охарактеризовать производителей кеты, вернувшихся на нерест в бассейны заливов Простор и Курильский в 2023 г. и определить их возраст. Все полученные данные были предоставлены для прогнозирования вылова кеты в 2024 г.

Материалы и методы

Производителей кеты для исследования отлавливали в период их нерестового хода (рис. 1) с 18 сентября по 31 октября 2023 г. в бассейнах заливов Простор и Курильский (о. Итуруп, Сахалинская область). Рыб для анализов брали случайным образом из уловов ставных и закидных неводов, а также из партий производителей, подошедших к пунктам сбора икры (забойкам) лососевых рыболовных заводов (ЛРЗ). Всего было взято 33 выборки по 100 экз. в каждой, соответственно 17 и 16 выборок в бассейнах заливов Простор и Курильский. Биологический анализ проводили по традиционной методике [Правдин, 1966]. В ходе обследования у каждой особи определяли длину (до основания и конца центральных лучей хвостового плавника), массу тела (общую и без внутренностей), пол, массу гонад, величину гонадосоматического индекса как отношение массы гонад к массе тела без внутренностей (ГСИ, %), стадию зрелости, величину абсолютной плодовитости. По пробам чешуи определяли возраст каждой особи. В ходе анализов от каждой особи брали отоциты для последующего выявления и подсчета маркированных рыб. При статистическом анализе изменение доли самок и производителей в возрасте 2+ в течение нерестового хода оценивали, используя ранговый коэффициент корреляции Спирмена (r_s) и коэффициент парной корреляции Пирсона.

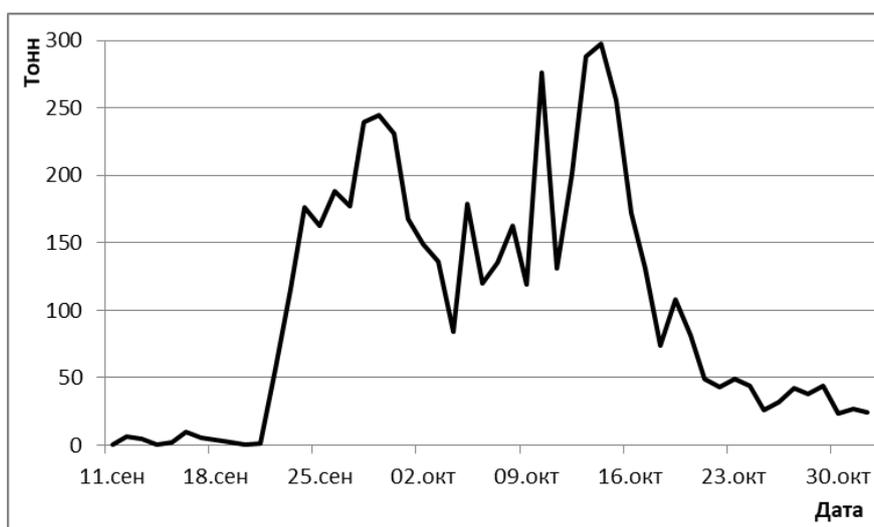


Рис. 1. Динамика вылова кеты в заливах Простор и Курильский в 2023 г.
Fig. 1. Dynamics of chum salmon catches in the Prostor and Kurilsky Bays in 2023

Результаты и их обсуждение

Относительное число самок в анализах варьировало в диапазоне от 21 до 70 %, и в среднем в бассейнах заливов Простор и Курильский было меньше, чем доля самцов — соответственно 46,0 и 48,9 % (табл. 1). При этом проявилось положительное и достоверное увеличение доли самок в выборках от начала к концу нерестового хода (рис. 2, А).

Таблица 1

Возрастная структура промыслового стада кеты у о. Итуруп в 2023 г., %

Table 1

Age structure of the commercial stock of chum salmon at Iturup Island in 2023, %

Дата	Место вылова	Число самок, %	САМКИ				САМЦЫ			
			2+	3+	4+	5+	2+	3+	4+	5+
Бассейн зал. Простор										
20.09	ЛРЗ «Бухта Оля», лагуна	33	–	27	6	–	3	59	5	–
25.09	ЛРЗ «Бухта Оля», каравка	44	–	41	3	–	4	47	5	–
26.09	Бухта Консервная	39	3	33	3	–	11	45	5	–
27.09	Невод 3, речной	42	–	41	1	–	10	42	6	–
01.10	Невод 3, речной	48	4	34	8	2	10	36	4	2
02.10	Бухта Консервная	54	–	48	6	–	12	31	3	–
05.10	ЛРЗ «Минеральный»	21	–	17	3	1	1	74	4	–
06.10	Устье р. Рейдовой	47	1	41	5	–	2	47	3	1
10.10	ЛРЗ «Бухта Оля», каравка	47	6	38	3	–	22	29	2	–
11.10	ЛРЗ «Рейдовый»	41	3	31	7	–	9	44	6	–
13.10	Ручей Минеральный	57	–	51	6	–	1	37	5	–
15.10	Невод 1, речной	59	5	47	6	1	11	28	2	–
18.10	ЛРЗ «Бухта Оля»	38	3	31	4	–	24	27	9	2
20.10	Ручей Минеральный	70	1	62	7	–	–	28	2	–
22.10	ЛРЗ «Рейдовый»	41	2	34	5	–	10	46	2	1
27.10	ЛРЗ «Рейдовый»	50	2	42	6	–	11	36	3	–
27.10	ЛРЗ «Бухта Оля»	51	19	21	11	–	35	11	3	–
Среднее		46,0	2,9	37,6	5,3	0,2	10,4	39,2	4,1	0,4
Бассейн зал. Курильского										
18.09	Невод «Камень»	36	–	31	5	–	3	54	6	1
23.09	Невод «Милиция»	34	–	26	8	–	6	50	8	2
28.09	ЛРЗ «Китовый каравка»	48	–	46	2	–	2	45	5	–
03.10	Устье р. Курилка	50	–	43	6	1	5	39	4	2
07.10	ЛРЗ «Китовый»	45	3	29	11	2	7	44	4	–
09.10	Невод «Милиция»	48	1	39	8	–	15	35	2	–
12.10	ЛРЗ «Курильский»	35	–	31	4	–	6	48	8	3

Дата	Место вылова	Число самок, %	САМКИ				САМЦЫ			
			2+	3+	4+	5+	2+	3+	4+	5+
14.10	Невод «Мыс»	56	3	43	9	1	11	26	5	2
19.10	ЛРЗ «Лебединый»	24	–	22	2	–	2	66	8	–
21.10	ЛРЗ «Курильский»	48	1	40	7	–	6	39	7	–
23.10	ЛРЗ «Янкито»	57	–	44	13	–	8	31	4	–
24.10	ЛРЗ «Китовый»	54	2	48	4	–	16	27	3	–
25.10	ЛРЗ «Лебединый»	65	–	54	9	2	2	27	6	–
28.10	ЛРЗ «Янкито»	70	5	54	11	–	6	23	1	–
30.10	ЛРЗ «Курильский»	59	3	42	13	1	7	33	1	–
31.10	ЛРЗ «Лебединый»	53	1	40	9	3	6	28	12	1
Среднее		48,9	1,2	39,5	7,6	0,6	6,8	38,4	5,3	0,7
Среднее по двум заливам		47,4	2,0	38,6	6,4	0,4	8,6	38,8	4,7	0,5

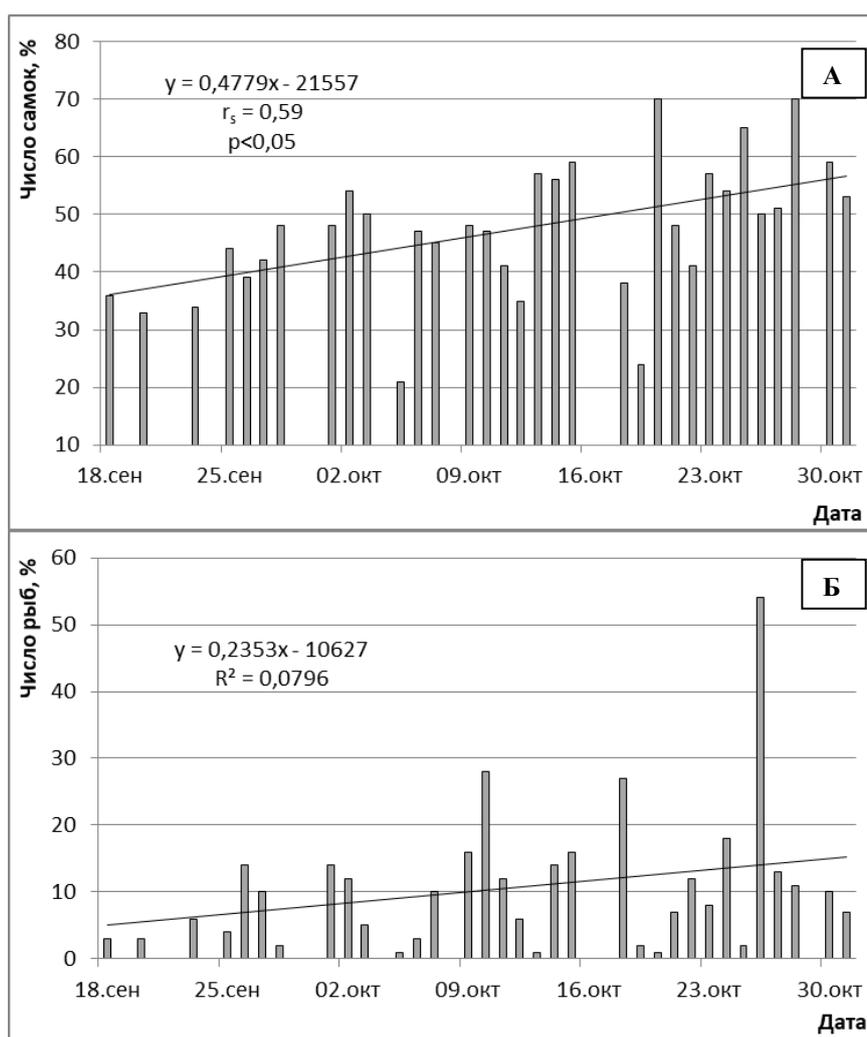


Рис. 2. Доля самок (А) и рыб в возрасте 2+ (Б) в биологических анализах кеты, выполненных в период с 18 сентября по 31 октября 2023 г.

Fig. 2. Portions of females (A) and fish at age 2+ (B) in the samples of chum salmon collected in the period from September 18 to October 31, 2023

За единственным исключением в каждой из выборок выражено преобладали особи в возрасте 3+. И хотя в отдельных случаях в зависимости от соотношения полов доля рыб этой возрастной группы могла существенно варьировать, в среднем среди самок и самцов она оказалась практически одинаковой — 37,6 и 39,2 % в выборках из бассейна зал. Простор и 39,5 и 38,4 % — в выборках из бассейна зал. Курильского (табл. 1). В сумме доля рыб в возрасте 3+ составила 77,4 %.

Как и ожидалось, среди рыб в возрасте 2+ значительно преобладали самцы, а среди рыб в возрасте 4+ несколько преобладали самки. Доля тех и других была сходной и сравнительно небольшой — соответственно 10,6 и 11,1 %. Производители в возрасте 5+ среди самок и самцов встречались штучно (табл. 1).

Доля рыб в возрасте 2+ принципиально варьировала в выборках, взятых у разных заводов (рис. 2, Б). Так, наибольшая доля рыб этого возраста — в среднем 23,2 % — оказалась в пробах у ЛРЗ «Бухта Оля». Отметим, что именно среди рыб, подошедших к этому заводу, наблюдали последовательное и весьма выраженное увеличение рыб трехлетнего возраста от начала к концу периода промысла. Так, в пробах от 20 и 25 сентября число рыб в возрасте 2+ составило 3 и 4 %, а в пробах от 10, 18 и 26 октября — 28, 27 и 54 %. В отличие от этого, на ЛРЗ «Рейдовый» доля рыб трехлетнего возраста в трех пробах от 11, 22 и 27 октября не изменилась, составив соответственно 12, 12 и 13 %. На ЛРЗ «Минеральный» (или в ручье Минеральном) доля рыб в возрасте 2+ в пробах от 5, 13 и 20 октября также оказалась одинаковой, составив по 1 % или по одной особи в каждом случае.

Весьма существенно различалась доля рыб трехлетнего возраста и на различных заводах в бассейне зал. Курильского. Если на ЛРЗ «Китовый» она в среднем составила 14 % (10 и 18 экз.), то на ЛРЗ «Курильский» — 7,7 % (6, 7 и 10 экз.), а на ЛРЗ «Лебединый» — 3,7 % (2, 2 и 7 экз.).

Масса рыб каждой возрастной группы в зависимости от набора самок и самцов в выборке существенно варьировала, однако в среднем в бассейнах двух заливов была практически одинаковой. Так, масса самок в возрасте 3+ в заливах Простор и Курильский в среднем составила 2,49 и 2,45 кг, а масса самцов — 2,74 и 2,70 кг. В сумме по всем выборкам масса самок в возрасте 2+, 3+ и 4+ составила 1,91; 2,47 и 2,75 кг. Масса самцов была закономерно больше — соответственно 2,02; 2,72 и 3,10 кг (табл. 2).

Таблица 2

Масса производителей кеты промыслового стада у о. Итуруп в 2023 г., кг

Table 2

Weight of chum salmon spawners in the commercial stock at Iturup Island in 2023, kg

Дата	Место вылова	САМКИ				САМЦЫ			
		2+	3+	4+	5+	2+	3+	4+	5+
Бассейн зал. Простор									
20.09	ЛРЗ «Бухта Оля», лагуна	–	2,44	2,72	–	2,25	2,81	2,84	–
25.09	ЛРЗ «Бухта Оля», каравка	–	2,43	2,73	–	2,20	2,84	3,05	–
26.09	Бухта Консервная	1,81	2,52	2,67	–	2,01	2,56	2,66	–
27.09	Невод 3, речной	–	2,50	3,15	–	2,07	2,71	3,32	–
01.10	Невод 3, речной	2,35	2,49	2,94	3,81	2,16	2,72	3,38	3,16
02.10	Бухта Консервная	–	2,52	2,58	–	1,93	2,98	2,80	–
05.10	ЛРЗ «Минеральный»	–	2,26	2,83	2,24	1,66	2,39	2,83	–
06.10	Устье р. Рейдовой	1,70	2,56	2,70	–	2,23	3,01	3,28	2,84
10.10	ЛРЗ «Бухта Оля», каравка	2,11	2,73	2,72	–	1,96	2,89	2,54	–
11.10	ЛРЗ «Рейдовый»	2,22	2,48	2,68	–	1,87	2,48	2,80	–
13.10	Ручей Минеральный	–	2,28	2,59	–	3,45	2,61	3,78	–
15.10	Невод 1, речной	1,99	2,50	2,86	2,73	1,80	2,90	2,84	–
18.10	ЛРЗ «Бухта Оля»	2,11	2,46	2,91	–	2,01	2,90	3,11	2,57
20.10	Ручей Минеральный	1,95	2,39	2,51	–	–	2,69	3,71	–
22.10	ЛРЗ «Рейдовый»	1,73	2,63	2,59	–	1,99	2,76	4,15	3,88
27.10	ЛРЗ «Рейдовый»	1,91	2,59	2,85	–	2,04	2,51	3,47	–
27.10	ЛРЗ «Бухта Оля»	1,85	2,61	2,89	–	2,00	2,74	3,91	–
Среднее		1,98	2,49	2,76	2,93	2,10	2,74	3,20	3,11
Бассейн зал. Курильского									
18.09	Невод «Камень»	–	2,45	2,78	–	1,89	2,65	2,42	3,47
23.09	Невод «Милиция»	–	2,63	2,66	–	2,41	2,93	3,43	3,13
28.09	ЛРЗ «Китовый каравка»	–	2,78	3,18	–	1,94	2,84	3,40	–
03.10	Устье р. Курилка	–	2,67	2,85	3,25	1,81	2,74	3,14	3,11
07.10	ЛРЗ «Китовый»	1,96	2,31	2,67	2,98	1,73	2,64	2,90	–
09.10	Невод «Милиция»	2,08	2,50	3,06	–	1,92	2,88	3,20	–
12.10	ЛРЗ «Курильский»	–	2,62	2,87	–	2,01	2,76	2,86	2,58
14.10	Невод «Мыс»	2,22	2,58	3,08	2,13	1,83	2,85	2,88	3,65

Дата	Место вылова	САМКИ				САМЦЫ			
		2+	3+	4+	5+	2+	3+	4+	5+
19.10	ЛРЗ «Лебединый»	–	2,71	2,40	–	2,04	3,03	3,26	–
21.10	ЛРЗ «Курильский»	1,48	2,21	2,81	–	2,01	2,61	3,17	–
23.10	ЛРЗ «Янкито»	–	2,34	2,64	–	1,60	2,49	2,92	–
24.10	ЛРЗ «Китовый»	1,63	2,14	2,79	–	1,79	2,44	2,82	–
25.10	ЛРЗ «Лебединый»	–	2,54	2,83	2,42	2,09	2,54	2,53	–
28.10	ЛРЗ «Янкито»	1,63	2,15	2,56	–	1,78	2,48	2,60	–
30.10	ЛРЗ «Курильский»	1,84	2,28	2,44	2,37	2,12	2,63	3,78	–
31.10	ЛРЗ «Лебединый»	1,87	2,33	2,31	2,69	1,88	2,66	2,53	2,61
Среднее		1,84	2,45	2,75	2,64	1,93	2,70	2,99	3,09
Среднее по двум заливам		1,91	2,47	2,75	2,78	2,02	2,72	3,10	3,10

Обсуждая полученные данные, отметим, что они оказались как ожидаемыми, так и неожиданными. Ожидаемым было значительное преобладание среди рыб, близких к половому созреванию, особей в возрасте 3+. Производители этой возрастной группы доминируют в стаде, воспроизводящемся в водотоках и на рыболовных заводах о. Итуруп, как в предыдущие годы [Каев, 2003], так и в настоящее время [Ельников, Зеленников, 2023]. Ожидалось, и постепенное увеличение доли самок от начала к концу нерестового хода, также хорошо известное для лососей [Pacific salmon..., 1991].

Вместе с тем для кеты характерны и другие закономерности — преимущественная миграция производителей старших возрастных групп в начале нерестового хода и последовательное увеличение в улове рыб младших возрастных групп, в том числе и особей в возрасте 2+. По результатам текущего года мы не увидели ни первого, ни второго. Так, в бассейне зал. Простор в 8 первых выборках присутствовали 70 самок и самцов в возрасте 4+, а в 8 последних выборках — 84. Аналогичное соотношение для выборок из бассейна зал. Курильского составило 95 к 110.

В свою очередь, последовательное увеличение особей в возрасте 2+ в течение нерестового хода отметили только среди производителей, отловленных около ЛРЗ «Бухта Оля». У остальных заводов доля рыб этой возрастной группы не увеличивалась и фактически не изменялась. Но главное, в отличие от последних 9 лет, в 2023 г. впервые наблюдали принципиально различное число рыб в возрасте 2+ в исследованных пробах. Ранее, при значительной доле рыб трехлетнего возраста в улове, они в большом количестве присутствовали в каждой из исследованных проб. И, напротив, при незначительном числе рыб этой возрастной группы они фактически отсутствовали в каждой из выборок из бассейнов обоих заливов [Ельников, Зеленников, 2023].

Заключение

Среди производителей кеты, обследованных в период путины с 18 сентября по 31 октября 2023 г. в заливах Простор и Курильский преобладали самцы. При этом наблюдали тенденцию закономерного увеличения самок от начала к концу нерестового хода. Среди рыб обоих полов большая часть производителей была представлена особями в возрасте 3+. Их доля среди рыб в бассейне зал. Простор составила 76,8 %, а в бассейне зал. Курильского — 77,9 %.

Доля рыб в возрасте 2+, среди которых самцов было в 4,3 раза больше, чем самок, в среднем составила 10,6 %; доля рыб старших возрастных групп — 4+ и 5+ (последние присутствовали единично) — 12,0 %. При прогнозировании численности улова в 2024 г., на наш взгляд, следует особо учесть крайне различную долю рыб трехлетнего возраста в биологических пробах в текущем году. Масса производителей кеты соответствующих возрастных групп была сходной в бассейне двух заливов и в среднем была несколько меньше средней массы рыб за 9 предыдущих лет. Например, масса самок и самцов доминирующей группы в возрасте 3+ составила 2,47 и 2,72 кг, тогда, как в предыдущие годы соответствующие величины в среднем были равны 2,66 и 2,97 кг [Ельников, Зеленников, 2023].

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность мастерам перерабатывающего комплекса «Ясный», оказавшим помощь в обследовании производителей кеты.

The authors are grateful to masters of the processing complex Yasny for their assistance in the investigation of chum salmon spawners.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study had no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Для биологических анализов использовали рыбу только из промысловых уловов.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Fish from commercial catches only were subjected to biological analyses.

The authors state that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

А.Н. Ельников организовал проведение биологических анализов производителей и определил их возраст. Оба автора совместно анализировали данные. О.В. Зеленников подготовил статью к печати.

A.N. Elnikov organized collecting and analyzing of chum salmon samples and determined the age of the fish. Both authors jointly analyzed the data. O.V. Zelennikov wrote and illustrated the article.

Список литературы

Животовский Л.А., Рубцова Г.А., Каев А.М., Шитова М.В. и др. Эколого-географическая и генетическая дифференциация — единицы запаса кеты *Oncorhynchus keta* южных Курильских островов // Вопр. ихтиол. — 2022. — Т. 62, № 3. — С. 335–344. DOI: 10.31857/S0042875222030249.

Зеленников О.В., Вараксин И.А., Плискунов И.В., Борзов С.И. Опыт совместного выращивания молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *Oncorhynchus keta* на рыбодонных заводах прудового типа // Тр. ВНИРО. — 2020. — Т. 182. — С. 121–127. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-121-127.

Ельников А.Н., Зеленников О.В. О состоянии промыслового стада кеты *Oncorhynchus keta* и прогнозировании ее численности у острова Итуруп // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 1. — С. 58–74. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-58-74. EDN: QPTWBF.

Каев А.М. Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структурой : моногр. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2003. — 288 с.

Каев А.М., Ромасенко Л.В., Каев Д.А. К вопросу об эффективности крупномасштабного заводского разведения кеты *Oncorhynchus keta* (Walbaum, 1792) на острове Итуруп (Курильские острова) // Биол. моря. — 2021. — Т. 47, № 6. — С. 411–420. DOI: 10.31857/S0134347521060073.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) : моногр. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищепромиздат, 1966. — 375 с.

Чебанова В.В., Френкель С.Э., Зеленихина Г.С. Связь питания молоди кеты *Oncorhynchus keta* и горбуши *O. gorbuscha* с обилием зоопланктона в прибрежье залива Простор (о. Итуруп) // Вопр. ихтиол. — 2018. — Т. 58, № 5. — С. 608–616. DOI: 10.1134/S0042875218050053.

Klovach N., Leman V., Gordeev I. The relative importance of enhancement to the production of salmon on Iturup Island (Kuril Island, Russia) // Reviews in Aquaculture. — 2021. — Vol. 13, № 1. — P. 664–675.

Groot C., Margolis L. Pacific Salmon Life Histories. — Vancouver. B.C. : UBC Press, 1991. — 576 p.

Поступила в редакцию 22.11.2023 г.

После доработки 10.01.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 22.11.2023; approved after reviewing 10.01.2024;

accepted for publication 29.03.2024

Научная статья

УДК 504.453:597.553.2[556.5:597.552.511](282.257.6)

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-274-283

EDN: HQZGZS

ГИДРОЛОГО-ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ ОБСЛЕДОВАНИЕ РЕКИ МАТРОССКОЙ (О. ПАРАМУШИР, СЕВЕРНЫЕ КУРИЛЬСКИЕ ОСТРОВА, САХАЛИНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Т.Ю. Углова¹, Г.Н. Дзен², А.И. Никифоров^{1*}

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
105187, г. Москва, Окружной проезд, 19;

² Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

Аннотация. Описано проведённое в августе 2022 г. гидролого-экологическое обследование малой реки Матросской (о. Парамушир, северные Курильские острова). Приводятся основные гидрологические и гидрохимические параметры вод данной реки, представлены результаты исследования морфологического строения русла и гранулометрического состава донных наносов. Обсуждаются результаты гидролого-экологического обследования реки с позиций оценки потенциальной пригодности её в качестве нерестового водотока для тихоокеанских лососей.

Ключевые слова: остров Парамушир, река Матросская, водопад, гидрология, донные наносы, тихоокеанские лососи, нерестилища

Для цитирования: Углова Т.Ю., Дзен Г.Н., Никифоров А.И. Гидролого-экологическое обследование реки Матросской (о. Парамушир, северные Курильские острова, Сахалинская область) // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 274–283. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-274-283. EDN: HQZGZS.

Original article

Hydrological and ecological survey of the Matrosskaya River (Paramushir Island, northern Kuril Islands, Sakhalin Region)

Tatyana Yu. Uglova*, German N. Dzen**, Andrey I. Nikiforov***

* ** Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

** Sakhalin branch of VNIRO, 196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

* Ph.D., senior researcher, uglova@vniro.ru, ORCID 0000-0002-2038-9370

** specialist, dzengerman@mail.ru, ORCID 0009-0002-2709-8958

*** Ph.D., associate professor, head of department, nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378

Annotation. The Matrosskaya, a small river on Paramushir Island (northern Kuril Islands), was surveyed in August 2022. The main hydrological and chemical parameters of the river water are presented; the morphological structure of the river bed and the granulometric composition of bottom sediments are characterized. Potential suitability of the river for the spawning of pacific salmon is discussed.

Keywords: Paramushir Island, Matrosskaya River, waterfall, river hydrology, bottom sediments, pacific salmon, spawning ground

For citation: Uglova T. Yu., Dzen G. N., Nikiforov A. I. Hydrological and ecological survey of the Matrosskaya River (Paramushir Island, northern Kuril Islands, Sakhalin Region), *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 274–283. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-274-283. EDN: HQZGZS.

* Углова Татьяна Юрьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, uglova@vniro.ru, ORCID 0000-0002-2038-9370; Дзен Герман Нагвонович, специалист, dzengerman@mail.ru, ORCID 0009-0002-2709-8958; Никифоров Андрей Игоревич, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела, nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378.

Введение

Остров Парамушир, как и все острова Большой Курильской гряды, имеет тектонический генезис. Его площадь составляет 2053 км², остров вытянут с юго-запада на северо-восток более чем на 100 км. Название происходит от айнского «пара мосир» — «обширный остров» [Акулов, 2007].

Являясь вторым по величине островом в составе Большой Курильской гряды, Парамушир обладает весьма развитой гидрографической сетью, в состав которой входит более 120 водотоков различной протяжённости. Многие из рек и ручьёв Парамушира являются местами размножения тихоокеанских лососей — горбуши *Oncorhynchus gorbuscha*, кеты *O. keta*, нерки *O. nerka* и кижуча *O. kisutch*. Помимо перечисленных видов лососевых рыб, в реках о. Парамушир также встречаются проходные и жилые формы различных видов гольцов рода *Salvelinus* [Водные биологические ресурсы..., 2000].

Преобладание горного рельефа и специфика геоморфологического строения острова оказывают существенное влияние на гидрологические характеристики водотоков Парамушира — так, большинство из них относится к категории малых горных рек и ручьёв, характеризующихся высокими показателями уклона русла и значительной скоростью течения.

На острове находится более 20 вулканов, часть из которых относятся к действующим (вулканы Эбеко, Чикурачки, Татаринова, Фусса и Карпинского). В частности, вулкан Эбеко, характеризующийся фреатическим типом извержений, находится в северной части хребта Вернадского, являющегося для целого ряда водотоков острова основным водоразделом. Вследствие активного вулканизма и проявлений гидротермального метаморфизма многие водотоки обладают специфическими гидрохимическими особенностями (в частности, низкими значениями рН воды). В связи с перечисленными выше факторами далеко не все реки острова могут быть эффективно использованы тихоокеанскими лососями в качестве мест нереста [Леванидов, 1981; Мелекесцев и др., 1993; Лепская и др., 2011; Углова и др., 2022].

В целом гидролого-экологические исследования, являясь широко используемым инструментом оценки естественного состояния водных объектов, предоставляют ценную информацию для системы управленческих решений в области рационального использования природных ресурсов [Orth, 1996; Дмитриев и др., 2004; Гареев, Фатхутдинова, 2017].

Так как, вследствие своей труднодоступности, водотоки о. Парамушир отличаются весьма слабой изученностью, получение свежих гидролого-экологических данных в отношении них представляется весьма актуальным.

В связи с вышеизложенным, основными целями настоящей работы стали уточнение актуальных гидрологических (ширина, глубина, скорость течения, температура, мутность воды) и гидрохимических (температура, рН, общая жесткость, удельная электропроводность, окислительно-восстановительный потенциал) параметров данного водотока и оценка потенциальной пригодности обследованного участка р. Матросской для нереста тихоокеанских лососей.

Материалы и методы

Гидролого-экологическое обследование р. Матросской проводилось 18–21 августа 2022 г. экспедиционной группой под руководством старшего научного сотрудника отдела тихоокеанских лососей Департамента анадромных рыб ВНИРО к.б.н. Т.Ю. Угловой (рис. 1).

Настоящее исследование было проведено в ходе выполнения темы 5.1. Плана ресурсных исследований и государственного мониторинга водных биоресурсов на 2022 г. в рамках Перечня приоритетных исследований морских и пресноводных экспедиционных исследований ВНИРО на 2022 г.

Работы проводились совместно с Сахалинским филиалом ВНИРО (СахНИРО).



Рис. 1. Карта-схема места проведения отбора проб: 1 — безымянный водопад; 2 — р. Матросская; 3 — р. Кузьминка; 4 — нижний участок р. Матросской; 5 — предустьевой участок безымянного левого притока р. Матросской

Fig. 1. Scheme of the sampling area: 1 — unnamed waterfall; 2 — Matrosskaya River; 3 — Kuzminka River; 4 — lower part of the Matrosskaya River; 5 — unnamed tributary of the Matrosskaya River, at the mouth

Гранулометрический состав грунтов исследовали согласно общепринятым методикам [Рухин, 1969]. Скорость течения определяли стандартным методом поплавков [Чеботарёв, 1975].

Гидрохимические показатели воды (температуру, pH, общую минерализацию, электропроводность, величину окислительно-восстановительного потенциала и др.) определяли с помощью многофункционального тестера BLE-C600.

Результаты и их обсуждение

Река Матросская, начинаясь на северо-восточном склоне хребта Вернадского, имеет широтное направление стока, и по гидрологическому типу относится к малым водотокам горного типа. Грунт водотока в среднем и нижнем течении состоит из валунов, крупной и средней гальки с примесью песка, а также иловых отложений (на участках с низкими скоростями течения).

Согласно имеющимся в немногочисленных публикациях данным, р. Матросская имеет длину около 8,8 км, площадь её водосбора равна 11,71 км²; для неё характерно смешанное питание (ледниковое и дождевое) и наличие летнего половодья, длящегося с июня по октябрь. Общее падение по руслу составляет более 1000 м, средний уклон 0,12 ‰; среднемноголетний расход воды 0,7 м³/с [Жалачева, 2008; Лепская и др., 2011].

Впадает р. Матросская в акваторию Второго Курильского пролива, в последней трети протекая по территории г. Северо-Курильск. Согласно литературным данным, в р. Матросской ранее были отмечены производители горбуши (единично) и гольцов (виды рода *Salvelinus*) [Лепская и др., 2011].

Как правило, для нерестилищ тихоокеанских лососей характерна слабокислая (6,5 ед.) реакция среды, а на нерестовых буграх величина pH может быть в пределах 6,2–6,8 ед. и значения могут смещаться в сторону слабощелочной среды (8,5 ед.) [Базаркин, 2008]. Скорость течения зависит от множества факторов и может колебаться от минимальных значений 10 см/с [Смирнов, 1975] или отсутствовать вовсе (в таких случаях водоснабжение икры в нерестовых буграх происходит исключительно за счет напорных грунтовых вод) до рек с быстрым течением, например р. Радуга (Камчатка), где скорость водотока составляет 1,5 м/с [Базаркин, 2008]. Колебания значений такого показателя, как мутность реки, также могут иметь большой диапазон, в работе В.Н. Базаркина [2008] указан, например, от 15 до 80 мг/л, отмечались случаи нереста лососевых в заиленном грунте [Смирнов, 1975]. Еще одним важнейшим фактором в период нерестовой миграции является температурный режим водоема. Подходящими для нереста, например, горбуши, являются значения температуры воды от 6,2 до 13,8 °С с насыщением кислородом 38–98 % [Углова, 2020]. При проведении наших исследований, не смотря на то что на участках р. Матросской основные параметры воды соответствовали нерестовым условиям, наличия в реке горбуши или гольцов (виды рода *Salvelinus*) не было отмечено.

Протяженность маршрута пешего обследования основного водотока составила около 6500 м; в ходе данного маршрутного исследования на нескольких участках основного русла и двух крупных притоков было проведено гранулометрическое исследование донных наносов. В целом основное русло характеризовалось высокой изменчивостью скоростных характеристик потока.

В ходе работ выяснилось, что потенциально доступную для анадромных лососевых рыб часть русла р. Матросской ограничивает непроходимая для совершающих нерестовую миграцию производителей этих рыб плотина малой гидроэлектростанции, возведённой на реке в 1991 г. в рамках проекта по развитию автономного энергоснабжения островов Курильской гряды*.

Ранее, до возведения плотины, естественным ограничителем проникновения производителей анадромных лососевых рыб вверх по течению являлся безымянный многокаскадный водопад высотой более 20 м, расположенный приблизительно в 3,8 км на юго-восток от г. Северо-Курильск (рис. 2). Высота водопада составляла приблизительно 25 м, на верхнем каскаде ширина водотока была приблизительно 6 м, на втором — 6,5 и 9,0 м у основания водопада.

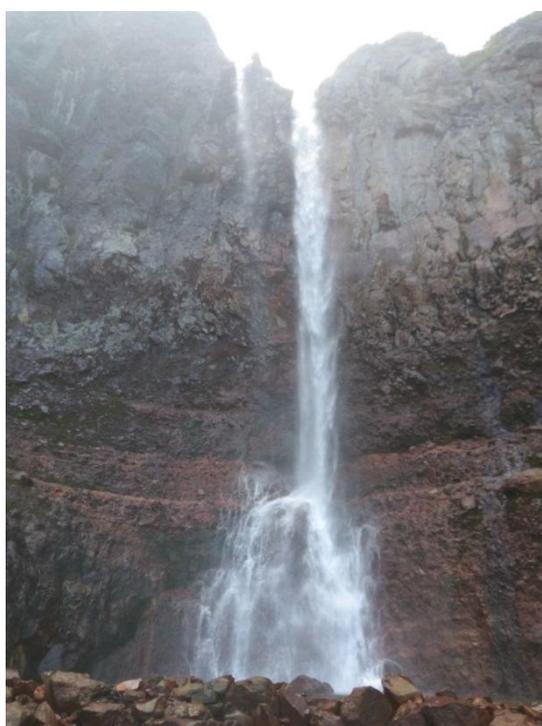


Рис. 2. Безымянный водопад на р. Матросской (п. 1 на рис. 1) (фотография Т.Ю. Угловой)
Fig. 2. Unnamed waterfall of the Matrosskaya River — see the position at Fig. 1 (photo T.Yu. Uglova)

Участок реки ниже плотины гидроэлектростанции и далее на протяжении около двух километров имеет горный характер, течение стремительное и бурное, скорость течения достигает величины 2,5–3,2 м/с, вода мутная с сероватым оттенком. Основные гидрохимические параметры, полученные в ходе работ на данном участке, приведены в табл. 1.

Таблица 1

Гидрохимические показатели р. Матросской

Table 1

Chemical properties for the water of the Matrosskaya River

T, °C	pH	Общая минерализация, мг/л	Электропроводность, мкСм/см	Окислительно-восстановительный потенциал, мВ
9,1	6,13	81,0	173,0	-62,0

* Евдокимова Т. Первая гидроэлектростанция // Губерн. ведомости. 2001. 21 ноября. № 220 (1373).

Ширина реки составляет 2–4 м, в русле преобладают крупные глыбы и валуны, на некоторых участках с включениями крупной гальки (рис. 3).



Рис. 3. Река Матросская, участок средней ритрали (фотография Т.Ю. Угловой)
Fig. 3. View of the middle ritral section of the Matrosskaya River (photo T.Yu. Uglova)

На значительном протяжении ниже точки измерения гидрологических и гидрохимических показателей характер течения реки практически не менялся, но русло постепенно расширялось (до 5–6 м), а течение несколько замедлялось (рис. 4).



Рис. 4. Река Матросская (п. 2 на рис. 1) (фотография Т.Ю. Угловой)
Fig. 4. View of the Matrosskaya River at point 2 on the scheme at Fig. 1 (photo T.Yu. Uglova)

В русле встречались отдельные валуны, но в целом наносы были представлены валунно-галечно-гравийным материалом с примесью крупного песка в участках с локальными замедлениями течения. Обследование показало, что, в силу совокупности гидролого-морфологических характеристик русла, на этом участке р. Матросская практически непригодна для нереста анадромных лососевых рыб.

Помимо фрагментов основного русла реки, в ходе обследования были изучены также нижние участки (до 150 м) двух притоков первого порядка — крупного левого притока р. Кузьминка (координаты устья 50°39,864' с.ш. 156°05,697' в.д.), и безымянного левого притока, впадающего в р. Матросскую неподалёку от устьевой зоны (координаты устья 50°39,575 с.ш. 156°07,389' в.д.).

В р. Кузьминка, испытывающей влияние приповерхностных гидротерм вулкана Эбеко [Лепская и др., 2011], во время обследования температура воды была выше, чем в основном русле р. Матросской, и составляла 10,1 °С. Скорость потока воды в поверхностном слое достигала 1,45 м/с. Река не сильно меандрирует, берега частично абразионные. Ширина р. Кузьминка в месте впадения в р. Матросскую составляла 6,3 м. Донные наносы р. Кузьминка представлены валунами (мелкие, реже средние и крупные), составляющими (по глазомерной оценке) около 20–25 % объема наносов, а также крупной галькой с небольшой примесью структурных элементов более мелких фракций (рис. 5).



Рис. 5. Предустьевой участок р. Кузьминка (фотография Т.Ю. Угловой)
Fig. 5. View of the Kuzminka River at its mouth (photo T.Yu. Uglova)

Безымянный левый приток, часть которого была обследована на расстоянии до 150 м от места впадения в р. Матросскую, характеризовался гораздо меньшими скоростями течения (0,38 м/с), шириной русла 1,5–2,0 м, глубинами до 0,25–0,40 м (рис. 6).



Рис. 6. Предустьевой участок безымянного левого притока р. Матросской (фотография Т.Ю. Угловой)
Fig. 6. View of the unnamed left tributary of the Matrosskaya River at its mouth (photo T.Yu. Uglova)

В донных наносах этого притока помимо валунной, галечниковой и гравийной фракций присутствовали локальные песчаные, глинистые и иловые отложения. Некоторые участки визуально были оценены как потенциально пригодные для нереста тихоокеанских лососей (с позиций granulometric composition of bottom deposits, prevailing depths and velocity characteristics of the flow) (рис. 7).



Рис. 7. Участок дна безымянного левого притока р. Матросской (фотография Т.Ю. Угловой)
Fig. 7. Section of the bed in the unnamed left tributary of the Matrosskaya River (photo T.Yu. Uglova)

С целью оценки потенциальной пригодности участков данного водотока для нереста производителей тихоокеанских лососей были определены некоторые его гидрохимические параметры (табл. 2).

Гидрохимические показатели безымянного левого притока р. Матросской

Таблица 2

Table 2

Chemical properties for the water of the nameless left tributary of the Matrosskaya River

№ точки на рис. 1	Т, °С	рН	Общая минерализация, мг/л	Электропроводность, мкСм/см	Окислительно-восстановительный потенциал, мВ
5	11,1	4,8	95,0	189,0	-191,0

Полученные нами данные свидетельствуют, что вода данного притока обладает выражено кислой реакцией и более высокой, нежели в основном русле, температурой, что, скорее всего, является следствием характерного для Парамушира гидротермального метаморфизма [Хубаева, Николаев, 2017].

Выше по течению русло данного притока имеет признаки искусственного спрямления, берега густо покрыты растительностью, частично смыкающейся над водной поверхностью. Вследствие низких скоростей течения (до 0,3 м/с) заметно накопление иловых отложений в донных наносах (рис. 8).

На расположенном ниже впадения безымянного левого притока предустьевом участке основного русла р. Матросской (координаты — 50°39,591' с.ш. 156°07,181' в.д.) во время обследования температура воды составляла 9,2 °С, преобладающая ширина реки — 8–12 м, со средними глубинами от 0,5 до 1,2 м, в целом данный участок характеризовался малыми скоростями течения (0,35–0,45 м/с).



Рис. 8. Спряmlённый участок безымянного левого притока р. Матросской (фотография Т.Ю. Угловой)
Fig. 8. Straightened section of the unnamed left tributary of the Matrosskaya River (photo T.Yu. Uglova)

Донные наносы нижнего течения р. Матросской, вплоть до устья, представлены валунно-галечно-гравийным материалом с примесью песка и ила. Основной объём наносов составлял мелкий гравий (61,1 %), также в состав наносов входили валуны (средние — 3,3 %, мелкие — 8,9 %) и галька (крупная — 16,7 %, средняя — 22,2 %) (рис. 9).



Рис. 9. Разноразмерная галька и гравий береговой отмели предустьевое участка р. Матросской (фотография Т.Ю. Угловой)
Fig. 9. Mixed pebbles and gravel from the shore bank at the mouth of the Matrosskaya River (photo T.Yu. Uglova)

Непосредственно устьевой участок р. Матросской испытывает частое переформирование в связи с интенсивным волновым и приливно-отливным воздействием; донные наносы представлены в основном разноразмерным песком, частично встречается галька, отмечены также выбросы раковин моллюсков в разной степени деструкции и фрагменты слоевищ различных водорослей. В зависимости от фазы приливно-отливного цикла в устьевом участке реки меняются скорость потока и его глубина (рис. 10).



Рис. 10. Устье р. Матросской (фотография Т.Ю. Угловой)
Fig. 10. View of the Matrosskaya River mouth (photo T.Yu. Uglova)

Заключение

В ходе проведенных в августе 2022 г. работ по гидролого-экологическому обследованию русла р. Матросской (о. Парамушир) и приустьевых участков двух крупных её притоков были определены некоторые гидрологические и гидрохимические характеристики указанных водотоков.

Обследование показало, что для мигрирующих производителей тихоокеанских лососей физически может быть доступен лишь ограниченный (около 4,5 км) участок основного русла р. Матросской из-за наличия непреодолимого для них препятствия — плотины гидроэлектростанции. Но по своим гидрологическим характеристикам этот участок основного русла р. Матросской непригоден для нереста в связи с бурным характером течения и слишком крупными фракциями донных отложений.

В то же время некоторые притоки р. Матросской обладают незначительным количеством потенциально пригодных для тихоокеанских лососей площадей естественных нерестилищ, но нерестилища эти низкого качества в силу повышенной кислотности вод и наблюдающихся процессов заиливания. Таким образом, представляется, что значение р. Матросской и её притоков как нерестовых водотоков для тихоокеанских лососей может быть оценено как минимальное.

В ходе работ производители тихоокеанских лососей и гольцов (виды рода *Salvelinus*) в бассейне р. Матросской не наблюдались.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы благодарны инструктору-методисту по АФК МБУ «СОК «Косатка» г. Северо-Курильск (о. Парамушир, Сахалинская область) Валентине Меновщиковой за организацию и сопровождение Т.Ю. Угловой к безымянному водопаду, начальной точке места проведения работ.

The authors are grateful to Valentina Menovshchikova, instructor-methodologist of the sport and recreational center Kosotka in Severo-Kurilsk for guiding T.Yu. Uglova to the nameless waterfall of the Matrosskaya River, the starting point of the survey.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

The study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все приемлемые национальные, институциональные и международные этические принципы соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable national, institutional and international ethical guidelines are implemented. The authors declare that they have no conflict of interests.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Т.Ю. Углова и Г.Н. Дзен непосредственно участвовали в маршрутном обследовании р. Матросской (о. Парамушир); все авторы обсуждали полученные результаты. А.И. Никифоров и Т.Ю. Углова оформили результаты обсуждения в печать.

The survey of the Matrosskaya River was conducted by T.Yu. Uglova and G.N. Dzen; the results of survey was discussed by all authors, jointly; the manuscript was written and illustrated by A.I. Nikiforov and T.Yu. Uglova.

Список литературы

- Акулов А.Ю. История языка айну: первое приближение // Вестн. СПбГУ. — 2007. — Сер. 9, вып. 2. — С. 117–122.
- Базаркин В.Н. Типология нерестилиц по элементам гидрологии, гидрохимии и геоморфологии у разных видов тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Серия : Науки о Земле. — 2008. — Т. 1, № 1. — С. 43–55.
- Водные биологические ресурсы северных Курильских островов / под ред. О.Ф. Гриценко. — М. : ВНИРО, 2000. — 163 с.
- Гареев А.М., Фатхутдинова Р.Ш. Основные этапы изучения гидролого-экологических характеристик водотоков в бассейне реки Урал (в пределах Российской Федерации) // Вод. хоз-во России. — 2017. — № 5. — С. 4–15. DOI: 10.35567/1999-4508-2017-5-1.
- Дмитриев В.В., Трушевский В.Л., Невская М.А. Гидролого-экологическая экспертиза в системе управления природными ресурсами // Записки Горного института. — 2004. — Т. 158. — С. 11–13.
- Калачева Е.Г. Применение метода водного баланса для изучения условий питания подземных вод северной части острова Парамушир, Курильские острова // Вестн. КРАУНЦ. Серия : Науки о земле. — 2008. — Вып. 12, № 2. — С. 87–94.
- Леванидов В.Я. Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. — С. 3–21.
- Лепская В.А., Ведищева Е.В., Абрамова А.А. Тихоокеанские лососи в водах северных Курильских островов : моногр. — М. : ВНИРО, 2011. — 93 с.
- Мелекесцев И.В., Двигало В.Н., Кирьянов В.Ю. и др. Вулкан Эбеко (Курильские острова): история эруптивной активности и будущая вулканическая опасность. Ч. 1 // Вулканология и сейсмология. — 1993. — № 3. — С. 69–81.
- Рухин Л.Б. Основы литологии. Учение об осадочных породах. — 3-е изд., перераб и доп. — Л. : Недра, 1969. — 703 с.
- Смирнов А.И. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей : моногр. — М. : МГУ, 1975. — 335 с.
- Углова Т.Ю. Биология, структура нерестовых подходов и промысел горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) о. Итуруп (южные Курильские острова) : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 2020. — 26 с.
- Углова Т.Ю., Соколов А.В., Никифоров А.И. Гидролого-ихтиологическое обследование малой реки Городской (о. Парамушир, северные Курильские острова, Сахалинская область) // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток: ТИНРО, 2022. — С. 119–124. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-119-124.
- Хубаева О.Р., Николаева А.Г. Проблемы теплового питания гидротермально-магматической системы вулкана Эбеко (о. Парамушир, Курильские острова) // Вестн. СВНЦ ДВО РАН. — 2017. — № 4. — С. 62–74.
- Чеботарев А.И. Общая гидрология (воды суши) : моногр. — Л. : Гидрометеиздат, 1975. — 544 с.
- Orth D.J. The Rivers Handbook: Hydrological and Ecological Principles // Transactions of the American Fisheries Society. — 1996. — Vol. 125, № 3. — P. 486–488. DOI: 10.1577/1548-8659-125.3.486.

Поступила в редакцию 29.11.2023 г.

После доработки 17.01.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 29.11.2023; approved after reviewing 17.01.2024;

accepted for publication 29.03.2024