

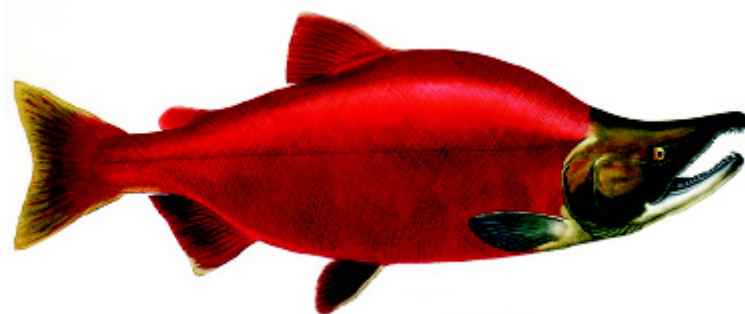


Тихоокеанский филиал
ФГБНУ «ВНИРО» («ТИНРО»)



БЮЛЛЕТЕНЬ № 17 ИЗУЧЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Электронное приложение к научному журналу «Известия ТИНРО»



БЮЛЛЕТЕНЬ № 17

ИЗУЧЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ

НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

СОДЕРЖАНИЕ

Беляев В.А., Канзепарова А.Н. Итоги лососевой путины в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2022 г. ...	3
Марченко С.Л. Анализ лососевой путины 2022 года	13
Старовойтов А.Н., Пономарев С.С. Траловые учеты нектона во время сезонных миграций тихоокеанских лососей в СЗТО, Беринговом и Охотском морях в 2022 г.	36
Макоедов А.А., Никитин В.Д., Живоглядов А.А., Игнатьев Ю.И., Антонов А.А. Итоги промысла тихоокеанских лососей в Сахалино-Курильском регионе в 2022 г.	57
Марченко С.Л. Итоги лососевой путины в Северной Пацифике в 2022 году	69
Островский В.И. Итоги лососевой путины в Хабаровском крае в 2022 г.	79
Сомов А.А., Шевляков Е.А., Старовойтов А.Н., Шевляков В.А., Дедерер Н.А., Мельников И.В. 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.	87
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 2022 г.: предварительные исследования, прогноз, интерпретация итогов путины	101
Барабанщиков Е.И. Изменения продолжительности нерестового хода тихоокеанских лососей в реках на севере Приморского края	110
Никифоров А.И., Гордеев И.И., Ридигер А.В. Мониторинговые исследования подходов производителей горбуши <i>Oncorhynchus gorbusha</i> с помощью БПЛА в нерестовых реках острова Сахалин в 2022 году	115
Хованская Л.Л., Бараусов А.И. Аналитические материалы по промысловому использованию отдельных рек залива Шелихова в современных условиях	122
Рябуха Е.А., Игнатов Н.Н. Условия содержания и биологические показатели молоди кижуча поколений 2017–2021 гг., выращенной на Янском лососевом рыбоводном заводе Магаданской области	140
Ельников А.Н., Зелеников О.В. Характеристика производителей кеты <i>Oncorhynchus keta</i> промыслового стада у острова Итуруп	146
Островский В.И., Козлова Т.В. «Неблагодарная» горбуша. Случайность или закономерность?	152
Углова Т.Ю., Дзен Г.Н., Никифоров А.И. Маршрутная оценка состояния нерестового фонда нижней ритрали ручья Утёсного (о. Парамушир, северные Курильские острова, Сахалинская область)	159

CONTENTS

Belyaev V.A., Kanzeperova A.N. Results of salmon fishery in the Far-Eastern fishery basin in 2022	3
Marchenko S.L. Analysis of the salmon fishing season of 2022 ...	13
Starovoitov A.N., Ponomarev S.S. Trawl counts of nekton during seasonal migrations of pacific salmon in the North-West Pacific, Bering and Okhotsk Seas in 2022	36
Makoevov A.A., Nikitin V.D., Zhivoglyadov A.A., Ignatiev Y.I., Antonov A.A. Results of the pacific salmon fishery in the Sakhalin-Kuril region in 2022	57
Marchenko S.L. Results of the salmon fishing season in the North Pacific in 2022	69
Ostrovsky V.I. Results of the salmon fishing season in Khabarovsk Region in 2022	79
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 2023 based on analysis of trawl surveys of the juveniles aboard RV TINRO and RV Professor Kaganovsky in autumn 2022	87
Shevlyakov E.A., Somov A.A., Shevlyakov V.A., Kanzeperova A.N., Dederer N.A., Melnikov I.V. Pink salmon fishery in the Far-Eastern fishing basin in 2022: preliminary studies, forecast, interpretation of the fishing season results	101
Barabanschikov E.I. Changes in length of period of the spawning run for pacific salmons in the rivers in the north of Primorsky Territory	110
Nikiforov A.I., Gordeev I.I., Ridiger A.V. Monitoring survey on run of spawners of pink salmon <i>Oncorhynchus gorbusha</i> by means of UAV in the spawning rivers of Sakhalin Island in 2022	115
Khovanskaya L.L., Barausov A.I. Analytical materials on commercial use of certain rivers in the Shelikhov Bay in modern conditions	122
Ryabukha E.A., Ignatov N.N. Housing conditions and biological indices for juvenile coho salmon of 2017–2021 generations grown at the Yansky salmon fish factory in the Magadan region	140
Elnikov A.N., Zelennikov O.V. Characteristics for spawners of chum salmon <i>Oncorhynchus keta</i> from commercial stock of Iturup Island	146
Ostrovsky V.I., Kozlova T.V. «Unfaithful» pink salmon. Random or regularity?	152
Uglova T.Yu., Dzen G.N., Nikiforov A.I. Route assessment of state of the spawning stock in the lower ritral of the Utesny creek (Paramushir Island, northern Kuril Islands, Sakhalin Region)	159

БЮЛЛЕТЕНЬ ИЗУЧЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ НА ДАЛЬНЕМ 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.

Редколлегия: В.П. Шунтов (научный редактор),
С.В. Найдено (секретарь), Е.А. Шевляков,
Е.И. Барабанщиков, С.Ф. Золотухин, А.Н. Канзепарова

ИТОГИ ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОМ БАССЕЙНЕ В 2022 Г.

В.А. Беляев, А.Н. Канзепарова*

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

Аннотация. Представлены данные по прогнозируемому вылову, фактическим уловам и освоению прогнозируемого вылова тихоокеанских лососей, а также проведен анализ промысла в 2022 г. Прогноз вылова лососей в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2022 г. следует признать в целом удовлетворительным (оправдываемость 84,6 %).

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

Для цитирования: 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.

Original article

Results of salmon fishery in the Far-Eastern fishery basin in 2022

Vladimir A. Belyaev*, Albina N. Kanzeparova**

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

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

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

Abstract. Data on forecasted catch, actual catch and their ratio are presented for the main species of pacific salmon; the salmon fishery in 2022 is analyzed. The forecast of the salmon annual catch in the Far-Eastern fishery basin for 2022 should be recognized as generally satisfactory (reliability of 84.6 %).

Keywords: Far-Eastern fishery basin, pacific salmon, fishery, fishery forecast, annual catch

For citation: Belyaev V.A., Kanzeparova A.N. Results of salmon fishery in the Far-Eastern fishery basin in 2022, in *Bull. N 17 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoке* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 3–12. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-3-12. EDN: RMSXDP.

Введение

Тихоокеанские лососи — важнейший объект промысла в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне и по вылову уступают только минтаю. Динамика вылова тихоокеанских лососей в период 1971–2022 гг. характеризовалась высокой степенью изменчивости. Период низких уловов, продолжавшийся до конца 1980-х гг., сменился устойчивым ростом. Средний годовой вылов в 200 тыс. т был достигнут в 1990-е гг., в 300 тыс. т — в 2000–2010 гг., а 400 тыс. т — уже в следующие годы XXI века, в отдельные годы вылов превышал 500–600 тыс. т.

* Беляев Владимир Алексеевич, доктор биологических наук, заместитель директора по научной работе, belyaev@vniro.ru, ORCID 0009-0005-9278-6921; Канзепарова Альбина Назиповна, кандидат биологических наук, директор департамента анадромных рыб России, kanzeparova@vniro.ru, ORCID 0009-0001-7989-2667.

Основные тенденции в изменениях общего вылова лососей всегда в первую очередь были связаны с колебаниями запасов горбуши. Именно этот вид определил снижение общего вылова после максимума за всю историю промысла, достигнутого в 2018 г. Доля горбуши в уловах в тот год составила 79 %, а в последующие два четных года она снизилась до 54–59 %.

Цель настоящей работы — представление краткого анализа лососевой путины в 2022 г.

Материалы и методы

В работе использовались материалы, предоставленные филиалами ВНИРО: Камчатский филиал (КамчатНИРО), Магаданский филиал (МагаданНИРО), Сахалинский филиал (СахНИРО), Хабаровский филиал (ХабаровскНИРО), Тихоокеанский филиал (ТИНРО).

Информация об объемах вылова тихоокеанских лососей предоставлена Амурским, Охотским, Северо-Восточным, Сахалино-Курильским и Приморским территориальными управлениями Росрыболовства. Данные по Аляске и Японии взяты из доступных источников.

Для характеристики изменчивости поля температуры поверхности океана в 2020 и 2022 гг. использованы данные NOAA по аномалии температур поверхности океана из массива NOAA OI SSTV2 (разрешение 0,25 x 0,25 °C, дискретность 1 сут). Этот параметр позволяет выделить область более высокой сезонной изменчивости ТПО.

Результаты и их обсуждение

Первоначальный прогнозируемый вылов (ПВ) тихоокеанских лососей в 2022 г. был утвержден на Отраслевом совете по промысловому прогнозированию при Федеральном агентстве по рыболовству 27 января 2022 г. в объеме 264 тыс. т, из них на горбушу приходилось 133 тыс. т. В феврале-марте специалистами КамчатНИРО были проведены дополнительные генетические исследования, и прогноз был откорректирован по итогам генетической дифференциации молоди горбуши, учтенной во время проведения осенней морской съемки в 2021 г. в Охотском море, что позволило увеличить его до 322 тыс. т, из них 190 тыс. т приходились на горбушу (протокол № 2 заседания Бюро Отраслевого совета по промысловому прогнозированию при Федеральном агентстве по рыболовству от 04.04.2022 г.).

Фактический вылов тихоокеанских лососей в 2022 г. достиг 272 тыс. т, освоение ПВ составило 84,6 % (см. таблицу). По объему вылова это соответствует уровню 2020 г. (300 тыс. т).

Прогнозные ожидания объемов вылова горбуши были превышены на восточной Камчатке. Основным центром воспроизводства горбуши здесь является Карагинская подзона. В ходе промысла в этом районе была проведена корректировка ПВ горбуши, позволившая дополнительно освоить 10,4 тыс. т. Общий подход оценен в 62,3 млн особей, что выше верхнего диапазона предварительной оценки по результатам траловой съемки ($37,6 \pm 7,3$ млн экз.), выполненной ТИНРО в Беринговом море осенью 2021 г. во время откочевки сеголеток горбуши на зимовку. Вылов горбуши в 2022 г. хотя и уступает таковым 2016 и 2018 гг. (66 и 107 тыс. т), но выше вылова 2020 г. (17 тыс. т). Четные годы были до недавнего времени неурожайными, и уровень пропуска в 2022 г. (37,3 млн экз.) позволяет рассчитывать на сохранение нетипично высокой численности четной линии воспроизводства карагинской горбуши, по крайней мере в следующем поколении.

В Магаданской области корректировка ПВ горбуши позволила дополнительно выловить 498 т горбуши. При этом стоит отметить, что в 2022 г. из-за ожидаемых низких подходов тихоокеанских лососей в Тауйскую губу, за исключением р. Тауй и Мотыклейского залива, впервые был закрыт промышленный лов в этом районе. Охотоморская горбуша в Хабаровском крае обычно многочисленна в четные годы. Первоначальный ПВ был утвержден в объеме 7,053 тыс. т. Данный объем являлся историческим максимумом для линии четных лет, поэтому он уже был рискованным. На основе результатов генетической дифференциации смешанных скоплений молоди горбуши Охотского моря

Прогнозируемый и фактический вылов лососей в 2022 г., т
Forecasted and actual catch for the main species of pacific salmon in the Far-Eastern fishery basin in 2022, 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*)	635	11	2 511	2 922	516	484							3 662	3 417
Побережье восточной Камчатки	27 290	35 993	14 630	9 930	10 510	16 234	1 980	1 160			450	457	54 860	63 775
Зона Западно-Беринговоморская (побережье Камчатского края)	40	24	30	22	500	256	20	1					590	303
Карагинская подзона	25 000	35 447	10 100	6 721	3 260	2 152	500	134			50	44	38 910	44 498
Петропавловско-Командорская подзона	2 250	522	4 500	3 187	6 750	13 825	1 460	1 025			400	413	15 360	18 973
Побережье западной Камчатки	57 400	27 938	13 150	16 124	19 800	19 838	4 700	6 936	10	5	60	50	95 120	70 891
Западно-Камчатская подзона	31 570	11 090	8 230	10 843	1 800	3 303	2 820	3 202	4	2	20	15	44 444	28 455
Камчатско-Курильская подзона	25 830	16 847	4 920	5 281	18 000	16 535	1 880	3 734	6	3	40	35	50 676	42 436
Материковое побережье Охотского моря	19 800	20 081	15 181	12 189	520	475	1 060	936					36 561	33 682
В том числе Магаданская область	2 800	3 297	1 520	1 135	20	8	120	84					4 460	4 525
Хабаровский край	17 000	16 784	13 661	11 054	500	467	940	852					32 101	29 157
Река Амур и лиман	9	5	7 086	3 907									7 095	3 912
Подзона Приморье	2 555	1 123	795	365					12	39			3 362	1 526
В том числе побережье Хабаровского края	1 000	498	200	84									1 200	582
Приморского края	1 555	625	595	281					12	39			2 162	945
Побережье западного Сахалина	3 322	2 024	2 656	2 278					2	1			5 980	4 303
В том числе юго-западный Сахалин	72	19	1 121	852					2	1			1 195	872
северо-западный Сахалин	3 250	2 005	1 535	1 426									4 785	3 431
Восточно-Сахалинская подзона	52 000	37 727	14 872	18 497			50	1	10	3			66 932	56 228
Зона Северо-Курильская	2 500	1 218	1 450	940	1 200	1 232	350	674					5 500	4 064
Камчатско-Курильская подзона (в границах Сахалинской обл.)	500	230	250	132	200	122	50	36					1 000	519
Зона Южно-Курильская	24 200	20 870	17 532	8 976	50	11			1	0			41 783	29 857
Всего	190 211	147 219	90 113	76 259	32 796	38 396	8 190	9 743	35	48	510	508	321 855	272 173
Освоение прогнозируемого вылова, %	77,4		84,6		117,1		119,0		137,1		99,5		84,6	

* Чукотский автономный округ.

объем ПВ охотоморской горбуши в данном районе до начала путины был скорректирован до 17,0 тыс. т. Практически весь объем скорректированного ПВ (98,7 %) был освоен.

Аналогичная ситуация с объемами ПВ отмечена на восточном Сахалине и южных Курильских островах. Объемы ПВ в данных районах также были скорректированы по результатам генетической дифференциации до начала путины — на восточном Сахалине с 28,370 до 52,0 тыс. т, на южных Курильских островах — с 13,7 до 28,0 тыс. т. На южных Курильских островах вылов горбуши зафиксирован на уровне 20,9 тыс. т, освоение — 86 %.

На восточном Сахалине вылов горбуши достиг 37,7 тыс. т, освоение ПВ находится на уровне 73 %. При промысле горбуши были введены ограничения длины центрального крыла ставного невода в зал. Анива (500 м) и на юго-востоке (1500 м). Также регулирование промысла осуществлялось введением или отменой проходных дней в зависимости от подходов горбуши. В связи с угрозой незаполнения рек производителями горбуши на участке от мыса Свободного до мыса Анива открытие промысла осуществлялось после заполнения рек производителями на 50 %. В 2022 г. наблюдались продолжительные и высокие подходы горбуши в юго-восточную часть, что нашло отражение в продлении промысла на 10 дней по сравнению со сроками в Стратегии промысла тихоокеанских лососей в Сахалинской области. В зал. Анива наблюдалось увеличение численности горбуши после введения запрета на ее промысел в течение ряда лет. Вылов здесь превысил 3,2 тыс. т при пропуске производителей в реки (1,5 млн экз.) на уровне, близком к оптимуму (за исключением рек Лютога и Сусуя, протекающих в урбанизированных районах). На северо-востоке наблюдалась противоположная картина. Обследование рек в начале августа в этом районе показало невысокое заполнение рек производителями горбуши. Были введены дополнительные проходные дни и окончание промысла в сроки, указанные в Стратегии. В итоге заполнение рек приблизилось к 45–94 %. В результате принятых мер регулирования промысла пропуск производителей горбуши в нерестовые реки основных районов промысла восточного Сахалина в 2022 г. достиг 10 млн экз. и превысил результат 2021 г. в 1,3 раза.

Первоначальный объем ПВ на побережье западной Камчатки был утвержден на уровне 44,2 тыс. т, до начала путины его скорректировали до 57,4 тыс. т. В итоге недолов горбуши составил порядка 30 тыс. т. Вылов этого вида в данном регионе зафиксирован на уровне 27,9 тыс. т (рис. 1), освоение ПВ — около 50 %. В связи с низкими фактическими подходами западнокамчатской горбуши по ходу промысла вводились дополнительные проходные дни сверх предусмотренных в Стратегии промысла тихоокеанских лососей в Камчатском крае, чтобы обеспечить необходимое количество производителей на нерестилищах.



Рис. 1. Динамика вылова горбуши на западной Камчатке

Fig. 1. Dynamics of pink salmon catch at West Kamchatka

В целом по результатам генетической дифференциации горбуши перед путинной ожидалось снижение численности западнокамчатского стада, рост запасов стад южной части материкового побережья Хабаровского края и восстановление запасов в Сахалино-Курильском регионе. Это подтвердили и летние траловые съемки в тихоокеанских водах и с охотоморской стороны Курильских островов.

По итогам промысла в целом ожидания оправдались, включая и соотношение вылова внутри сахалино-курильской группы стад. Важно, что для западной Камчатки тренд на снижение подходов был спрогнозирован верно, однако в абсолютных цифрах соотношение прогноз/вылов было близко 2 : 1 (рис. 1).

Основных причин недолова западнокамчатской горбуши, по нашему мнению, может быть две. Первая заключается в высокой смертности горбуши в океане в зимний период, в результате чего подходы горбуши были ниже прогнозируемых величин.

Вторая состоит в особенностях гидрологического режима у побережья западной Камчатки, где образовалось огромное пятно аномально тёплой воды. В отдельные периоды положительные температурные аномалии превышали 6 °C (рис. 2), что выходит за рамки температурной толерантности горбуши [Кареева, 2003; Radchenko, Beamish, 2018]. Вероятнее всего, это привело к появлению экологического барьера и в значительной степени повлияло на подходы к нерестовым рекам.

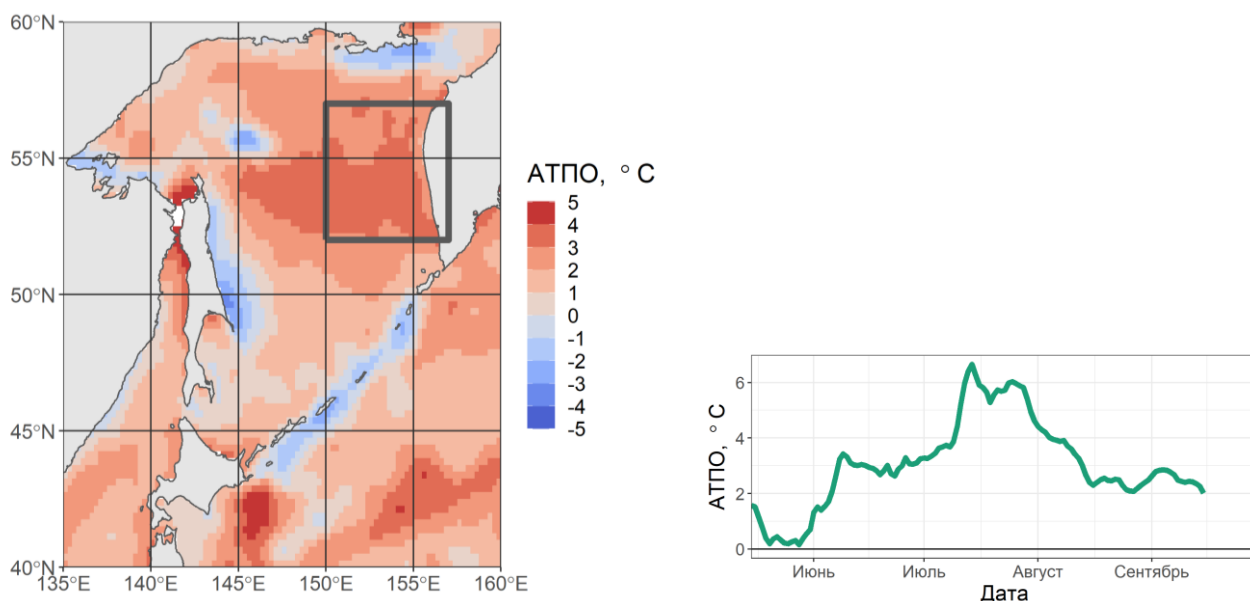


Рис. 2. Аномалия температуры поверхности океана (АТПО), °C, среднее за интервал с 15 мая по 15 сентября 2022 г.; аномалия рассчитана относительно базового периода 1971–2000 гг. (данные NOAA OI SST V2)

Fig. 2. Sea surface temperature anomaly averaged for the period from May 15 to September 15, 2022 relative to the same period of 1971–2000, °C (NOAA OI SST V2 data)

Определяющую роль сыграло то, что у горбуши слабо выражен «хоминг» по сравнению с другими тихоокеанскими лососями. Можно предположить, что часть этой рыбы мигрировала в район континентальной зоны. По всей этой зоне отмечались уловы, превышающие таковые в предыдущие годы. При этом необходимо отметить, что большое количество рек Хабаровского края и Магаданской области не облавливается в связи с малой заселенностью побережья. Это не могло не сказаться на адекватности имеющейся статистики подходов.

Вылов кеты имеет тенденцию к снижению после максимального вылова 2015 г. (143,7 тыс. т). В 2022 г. вылов этого вида был на довольно низком уровне — 76,2 тыс. т, что ниже среднеегодового уровня за последние 10 лет (104,4 тыс. т). Из них в Сахалинской области было поймано 30,8 тыс. т кеты (40 %), в Камчатском крае — 26,1 тыс. т (34 %), в Хабаровском крае — 15,0 тыс. т (20 %), в Чукотском автономном округе (АО) — 2,9 тыс. т (4 %) и в Магаданской области — 1,1 тыс. т (2 %). Недоосвоение заявленных в прогнозе объемов вылова кеты зафиксировано во всех промрайонах, за исключением Чукотского АО, западной Камчатки и восточного Сахалина, где в процессе промысла вылов был скорректирован.

В ходе промысла в Чукотском АО была проведена корректировка ПВ кеты, позволившая дополнительно освоить 410 т. При этом численность подходов кеты была ниже среднеегодовой ве-

личины. Уловы кеты в Карагинской подзоне были невысокими, освоение прогнозируемого объема вылова составило 67 %. Недолов кеты связан с невысокими подходами основного промыслового объекта — горбуши, — из-за чего часть предприятий, осуществлявших промысел лососей в Карагинском заливе, завершила лов раньше традиционных сроков — уже в конце июля. При этом период интенсивного хода кеты продолжался до середины августа. Результаты авиаучетных работ КамчатНИРО показали, что пропуск на нерест кеты в реки достигал 2,1 млн экз., что значительно выше граничного ориентира (0,183 млн экз.), при этом считается, что максимум потомков вернется при количестве производителей около 0,250 млн экз. [Фельдман и др., 2018].

На западной Камчатке и восточном Сахалине в ходе промысла была проведена корректировка ПВ, позволившая дополнительно освоить соответственно около 3 тыс. т и 3,6 тыс. т кеты. Стоит отметить, что на восточном Сахалине такой уровень вылова (18,5 тыс. т) в XXI веке зафиксирован только в 2009 г.

В Магаданской области и в Хабаровском крае сложные гидрометеорологические условия во время путины не позволили полностью освоить прогнозную величину по кете. По информации, полученной от Хабаровского Крайрыбколхозсоюза, штормовых дней было больше обычного, а это привело в негодность большое количество орудий лова.

Продолжается запрет промысла летней кеты в р. Амур и Амурском лимане. Промысел основан только на запасах осенней кеты, которые в настоящее время невелики, и уловы составили 3,9 тыс. т (освоение 55 %). Объем для организации промышленного лова составил 3,7 тыс. т. Несмотря на введенные ограничения, такие как закрытие Амурского лимана и р. Амур выше устья р. Амгунь — пос. Тыр, введение проходных дней, а также раннее закрытие промысла, данным видом рыболовства выловлено 2,7 тыс. т. Также невысокое освоение объемов осенней кеты связано с тем, что коренные малочисленные народы Севера, Сибири и Дальнего Востока не предоставляют статистическую отчетность в полном объеме.

Промысел кеты на южных Курильских островах основан в первую очередь на кете искусственного воспроизводства. Вылов южнокурильских стад кеты с 2019 г. имеет тенденцию к снижению при постоянных, а иногда растущих объемах выпуска молоди. Путина в 2022 г. не стала исключением, и вылов составил всего 9,0 тыс. т, или около 50 % от ожидаемого уровня. Одним из факторов, повлиявших на ошибку прогноза в весовом выражении, стало уменьшение индивидуальной массы рыб по сравнению с использованной при расчетах прогнозных величин. Небольшая средняя масса рыб обусловлена сравнительно высокой долей в уловах трехлеток и низкими темпами роста кеты в море.

Низкое освоение кеты наблюдалось и в северном, и в южном Приморье. Вылов в этой подзоне был равен 348 т, освоение ПВ составило всего 44 %. Ведение промысла осложнялось штормовой погодой.

В 2022 г. подходы нерки во всех районах превысили прогнозные ожидания, что привело к необходимости корректировки ПВ. Общий вылов нерки на Дальнем Востоке в 2022 г. составил 38,4 тыс. т и соответствовал среднемуголетнему уровню для последнего десятилетия (41,3 тыс. т).

Основным промрайоном добычи этого вида на Дальнем Востоке традиционно является Камчатка — 94 %. В Петропавловско-Командорской подзоне была проведена корректировка ПВ, позволившая дополнительно освоить объемы нерки, в 2 раза превышающие ПВ (13,8 тыс. т вместо 6,8 тыс. т). По данным КамчатНИРО пропуск нерки в р. Камчатка к местам нереста составил 0,877 млн экз. и превысил целевой — 0,460 млн экз. [Фельдман и др., 2016].

На западной Камчатке корректировка ПВ (с 19,80 до 26,80 тыс. т) не обеспечила роста вылова, освоение сохранилось на уровне первоначального ПВ (19,838 тыс. т). В этом районе по численности запасов нерки доминирует стадо р. Озерной. По данным КамчатНИРО в р. Озерную пропущено на нерест 1,50 млн экз. производителей, при этом ориентир пропуска нерки на нерест для этой реки составляет 0,60 млн рыб, а среднемуголетний — 1,62 млн рыб [Фельдман и др., 2022].

В Чукотском АО подходы нерки были на ожидаемом уровне, и вылов составил 484 т, освоение на уровне 94 %. По данным ТИНРО, пропуск нерки в реки был 230 тыс. экз., что близко к среднему многолетнему оптимуму.

В Хабаровском крае вылов нерки зафиксировался на уровне 467 т, или 93 %. Ожидание хорошего подхода нерки оправдалось, её вылов лишь немногим отстает от максимального вылова за всю историю промысла (2021 г. — 483 т).

После максимальных уловов кижуча 2014–2015 гг. (14,5 тыс. т) произошло их снижение до 7 тыс. т (2016 г.). В последние годы вылов кижуча стабилизировался на отметке около 9,0 тыс. т. В 2022 г. он достиг 9,7 тыс. т (119 %), из них 8,1 тыс. т (83 %) было поймано на Камчатке (1,2 тыс. т — на восточном, 6,9 тыс. т — на западном побережьях). На восточном побережье вылов кижуча оказался ниже прогнозных величин в связи с его низкими подходами. На западной Камчатке наблюдалась противоположная картина. Подходы кижуча превысили прогнозную величину, и потребовалась корректировка ПВ, позволившая дополнительно освоить объемы около 2,2 тыс. т.

Промысел чавычи осуществляется только в Камчатском крае. Вылов чавычи в 2022 г. соответствовал среднему многолетнему уровню и составил 508 т (освоение прогноза чуть менее 100 %). Корректировка ПВ на восточной Камчатке с 450 до 630 т не обеспечила роста вылова чавычи.

Вылов симы в 2022 г. достиг 43 т (122 %). Такое высокое освоение связано с одним регионом — Приморским краем, где сосредоточены основные запасы этого вида. В течение промысла первоначальный ПВ в этом регионе был скорректирован, это позволило освоить дополнительно 27 т симы.

Лидирующее место в общем вылове лососей в 2022 г. традиционно занимает Камчатский край (рис. 3), где промыслом изъято 134,7 тыс. т лососей, или 49,4 % их общего вылова на Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. В Сахалинской области добыто 95,0 тыс. т лососей (34,9 %), в Хабаровском крае — 33,7 тыс. т (12,4 %), в Магаданской области — 4,5 тыс. т (1,7 %), в Чукотском АО — 3,4 тыс. т (1,3 %), на побережье Приморского края — 0,9 тыс. т (0,3 %).

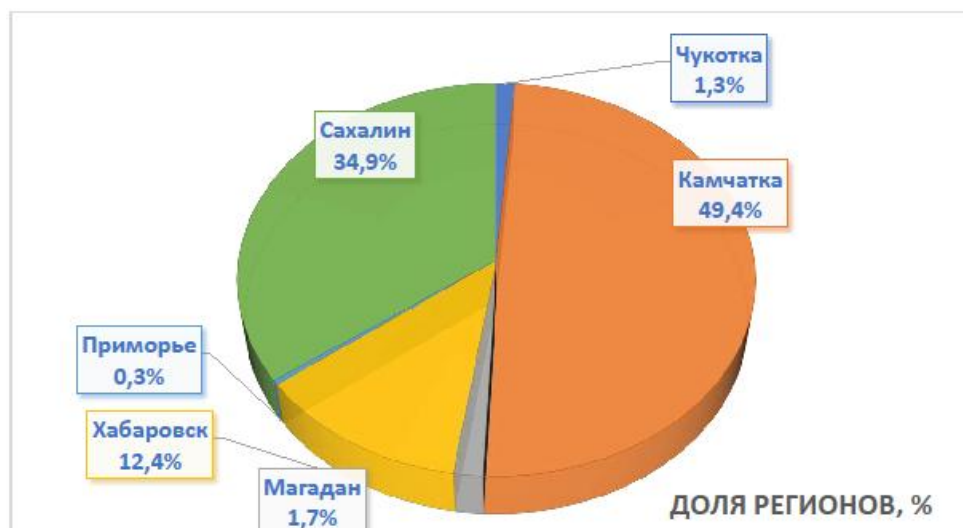


Рис. 3. Доля регионов в общем вылове тихоокеанских лососей в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2022 г.

Fig. 3. Regional portions in the total catch of pacific salmon in the Far-Eastern fishery basin in 2022

Многолетняя динамика вылова лососей в Азии и Северной Америке имеет общие тенденции, поэтому ситуация с выловом на Аляске и в Японии может дать более широкое представление о ближайших перспективах российского вылова в граничащих с ними районах. Динамика запасов горбуши, кеты, нерки восточного побережья Камчатки в высокой степени скоррелирована с динамикой запасов этих видов на Аляске. В перспективе ожидается продолжение тренда на увеличение численности нерки, уменьшение разницы в численности смежных линий горбуши восточной Камчатки (рис. 4).

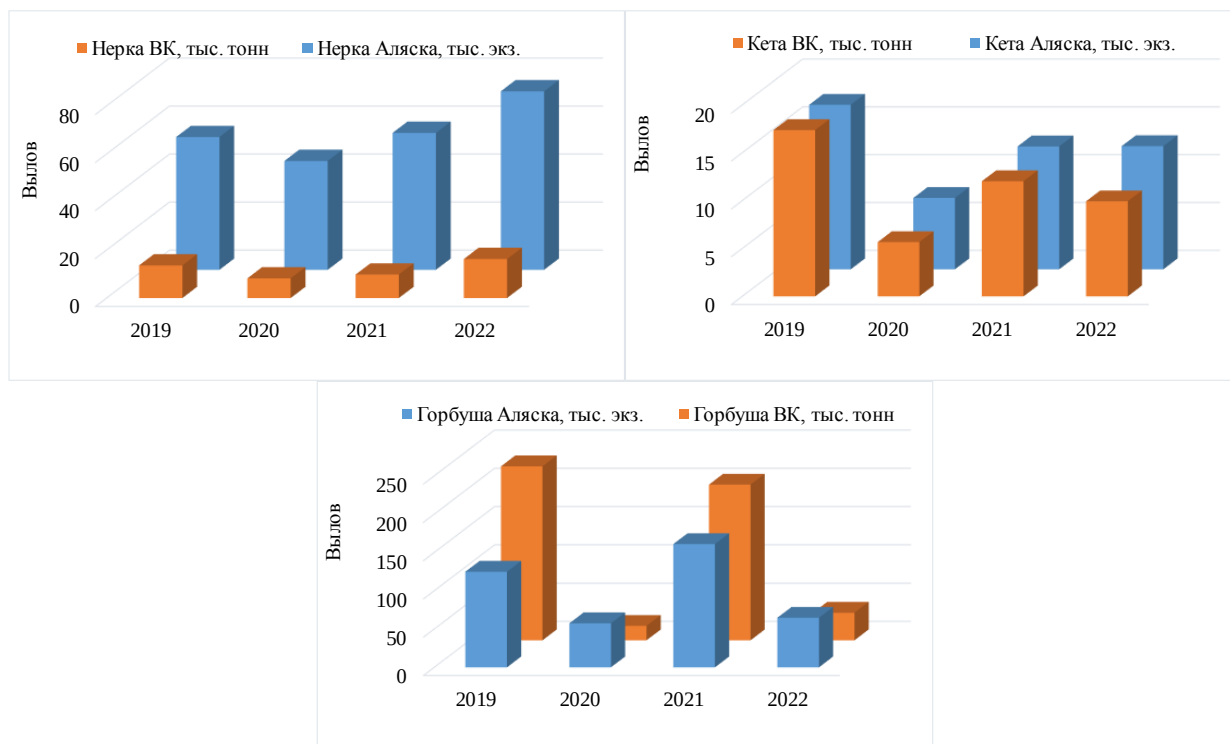


Рис. 4. Уловы нерки, кеты и горбуши на Аляске в 2019–2022 гг.

Fig. 4. Catches of sockeye salmon, chum salmon, and pink salmon at Alaska in 2019–2022

Тренды динамики запаса кеты восточного Сахалина однонаправленные с динамикой запаса кеты япономорского и охотоморского побережий о. Хоккайдо, запасы кеты которого в последние 3 года имеют тенденцию к восстановлению (рис. 5).

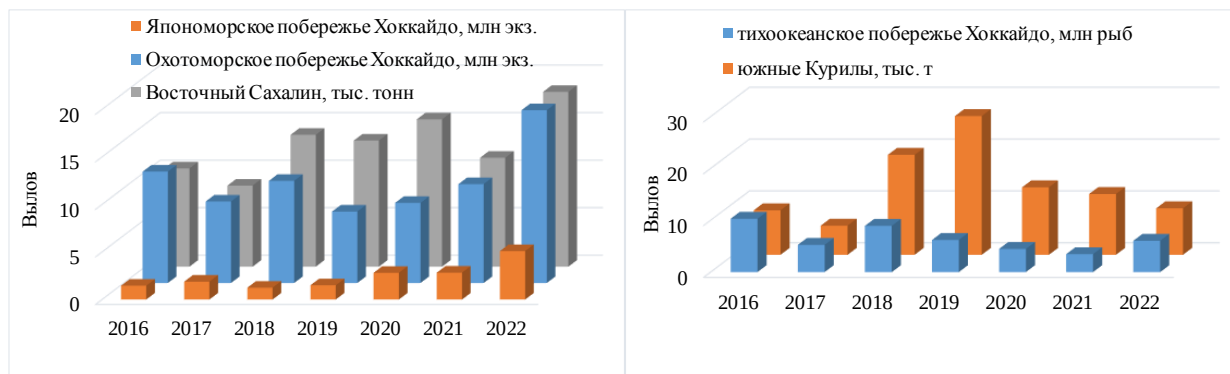


Рис. 5. Уловы кеты на островах Сахалин и Хоккайдо в 2016–2022 гг.

Fig. 5. Catches of chum salmon at Sakhalin and Hokkaido in 2016–2022

Тренды динамики запаса южнокурильской кеты однонаправлены с динамикой запаса кеты тихоокеанского побережья Хоккайдо с лагом в один год, при этом численность южнокурильской кеты продолжает снижаться, а численность кеты тихоокеанского побережья острова вышла на уровень 2019 г. (рис. 5). Не исключено, что улучшение условий воспроизводства тихоокеанской кеты о. Хоккайдо для поколений, возвратившихся в 2022 г., найдет свое продолжение в возвратах российского стада в 2023 г.

Заключение

Таким образом, говоря о современном состоянии запасов тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке, можно констатировать, что во втором десятилетии 2000-х гг. численность лососей в целом

продолжает находиться на высоком уровне. Общий вылов тихоокеанских лососей в 2022 г. от прогнозируемой величины составил 84,6 %, что является удовлетворительным показателем. При этом необходимо отметить, что информация по вылову коренными малочисленными народами Севера отсутствует, хотя она составляет немалую долю от прогнозируемого вылова. Горбуша продолжает занимать лидирующие позиции в общем вылове лососей на российском Дальнем Востоке. В 2022 г. произошло смещение центров воспроизводства горбуши из северных районов (Камчатский край и Магаданская область) в южные (Сахалинская область и материковое побережье Охотского моря в границах Хабаровского края). Запасы летних лососей в р. Амур и Амурском лимане продолжают оставаться в депрессивном состоянии, но стоит отметить, что в 2022 г. подходы горбуши в этот пром-район были выше, чем в 2020 г., что, вероятно, связано с предпринятыми в течение нескольких последних лет мерами, направленными на их сохранение. Запасы кеты имеют тенденцию к снижению, тогда как запасы нерки, наоборот, к увеличению. Запасы кижуча и чавычи остаются на среднемноголетнем уровне. Несмотря на то что подходы симы к рекам Приморского края в 2022 г. были на высоком уровне, пока рано делать выводы о тенденциях этого запаса.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность сотрудникам дальневосточных филиалов ВНИРО, отдела динамики климата и водных экосистем ВНИРО, дальневосточных территориальных управлений Росрыболовства за представление информации в течение лососевой путины 2022 г.

The authors are grateful to the staff of the Far Eastern branches of VNIRO, department of Climate Dynamics and Aquatic Ecosystems of VNIRO, and Far-Eastern territorial administrations of Fed. Agency of Fisheries for actual information on the salmon fishery provided during the fishing season of 2022.

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)

В.А. Беляев и А.Н. Канзепарова участвовали в обсуждении результатов и в подготовке рукописи.

V.A. Belyaev and A.N. Kanzeparova jointly discussed results of the salmon fishery and prepared the manuscript.

Список литературы

Кареяма М. Самые последние исследования по лососевым : моногр. — Токио : Нарияма Дайган, 2003. — 127 с. (Яп.яз.).

Фельдман М.Г., Бугаев А.В., Зикунва 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., Артюхина Н.Б. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей в бассейнах рек Северо-Востока 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.

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.

Radchenko V.I., Beamish R.J., Heard W.R., Temnykh O.S. Ocean Ecology of Pink salmon // The ocean ecology of Pacific Salmon and Trout. — Bethesda, Maryland : American Fisheries Society, 2018. — P. 15–160.

Поступила в редакцию 3.02.2023 г.

После доработки 2.03.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

*The article was submitted 3.02.2023; approved after reviewing 2.03.2023;
accepted for publication 3.04.2023*

АНАЛИЗ ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ 2022 ГОДА

С.Л. Марченко*

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

Аннотация. Представлен анализ лососевой путины 2022 г. Раскрыты вероятные причины несоответствия фактических уловов тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России прогнозным ожиданиям. Представлены предложения по совершенствованию регулирования лососевого промысла и его научного сопровождения.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, путина 2022 г., промысел, прогноз, вылов, анализ

Для цитирования: Марченко С.Л. Анализ лососевой путины 2022 года // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 13–35. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-13-35. EDN: RWWMRA.

Original article

Analysis of the salmon fishing season of 2022

Sergey L. Marchenko

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

Abstract. Pacific salmon fishery in the Far East of Russia in 2022 is analyzed. The reasons for discrepancy between forecasted and actual landing of pacific salmon are discussed. Measures to improve the management and scientific support of the pacific salmon fishery are proposed.

Keywords: pacific salmon, fishing season, salmon fishery, fishery forecast, annual catch, forecast reliability

For citation: Marchenko S.L. Analysis of the salmon fishing season of 2022, in *Bull. N 17 izucheniya tikhoookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 13–35. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-13-35. EDN: RWWMRA.

Введение

Тихоокеанские лососи относятся к ключевым объектам промысла водных биоресурсов на Дальнем Востоке России. Для жителей региона лососевая путина, в отличие от других крупных дальневосточных промыслов, имеет несравнимо большее значение, и любые отклонения в ходе путины, приводящие к несоответствию фактических уловов ожидаемым, вызывают широкий общественный резонанс.

Цель настоящей статьи — представить анализ лососевой путины 2022 г.

Материалы и методы

Данные об объеме вылова тихоокеанских лососей по субъектам Дальнего Востока России предоставлены дальневосточными филиалами ВНИРО.

Анализ результатов учетных траловых съемок в период откочевки молоди и преданадромной миграции тихоокеанских лососей выполнен на основе материалов Тихоокеанского филиала ВНИРО (ТИНРО), результатов генетической идентификации молоди горбуши бассейна Охотского моря в пе-

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

© Марченко С.Л., 2023

риод ее откочевки осенью 2021 г. — Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО) и центрального института ВНИРО.

Файлы, содержащие информацию о температуре поверхности моря (далее — ТПМ), получены с сайта Национального управления океаническими и атмосферными исследованиями (National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), <https://ncdc.noaa.gov>, дата обращения 15.01.2023), о скорости течений в Мировом океане — с сайта Центра данных по физической океанографии (Physical Oceanography Distributed Active Archive Center (PO.DAAC), <https://podaac.jpl.nasa.gov>, дата обращения 15.01.2023), о ледовитости морей — с сайта Национального центра данных по снегу и льду (NSIDC) (<https://nsidc.org/home>, дата обращения 15.01.2023). Информация об уровне воды в реках взята с сайта Уровень воды онлайн (AllRivers) (<https://allrivers.info>, дата обращения 15.01.2023).

Отбор данных из netCDF-файлов*, содержащих информацию по ТПМ и скорости течений в Мировом океане, выполнен в ArcGIS** при помощи макросов, написанных в ModelBuilder. В этом же картографическом пакете сформированы районы промысла тихоокеанских лососей в северной части Тихого океана, подготовлены распределения льдов, ТПМ и скорости течения в дальневосточных морях и в северо-западной части Тихого океана (далее — СЗТО), а также уловов тихоокеанских лососей по районам промысла. Накопление данных промысловой статистики, результатов учетных траловых съемок, данных о ТПМ, скорости течения в Мировом океане и уровне воды в реках, а также построение графиков и проверка достоверности корреляционных зависимостей выполнено в электронных таблицах MS Excel при помощи процедур, написанных в Visual Basic for Applications.

Отбор, обобщение, обработка, визуализация и анализ данных выполнены автором.

Результаты и их обсуждение

На Дальнем Востоке России в 2022 г. добыли 271,8074 тыс. т тихоокеанских лососей, что на 15,5 % ниже прогнозной оценки, обоснованной на уровне 321,8554 тыс. т. Результат промысла 2022 г. близок к уловам, полученным в 2001–2006, 2008 и 2020 гг., и минимальный за период с 2009 по 2021 г. (рис. 1). Причиной снижения общего вылова тихоокеанских лососей в 2022 г. были малочисленные подходы горбуши. В то же время вылов нерки и кижуча был выше, чем в 2021 г., а уровень добычи кеты был близким к показателю 2021 г. (рис. 2).

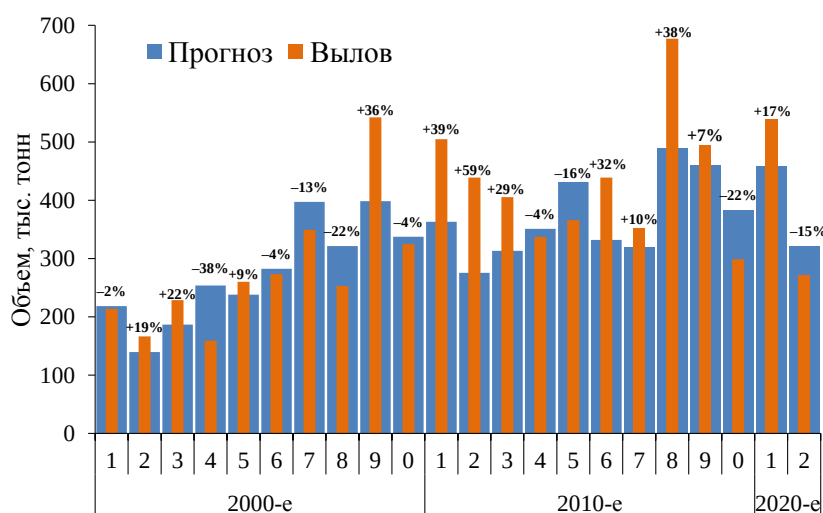


Рис. 1. Динамика прогнозируемого и фактического вылова тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России в 2003–2022 гг., а также отклонение прогнозной величины от фактической

Fig. 1. Dynamics of forecasted and actual annual catch of pacific salmon in the Russian Far East in 2003–2022 and deviations of the forecasted values from the actual value

* NetCDF (Network Common Data Form) — машинезависимый двоичный формат файлов, являющийся стандартом для обмена научными данными.

** ArcGIS — программное обеспечение для работы с картами и географической информацией.

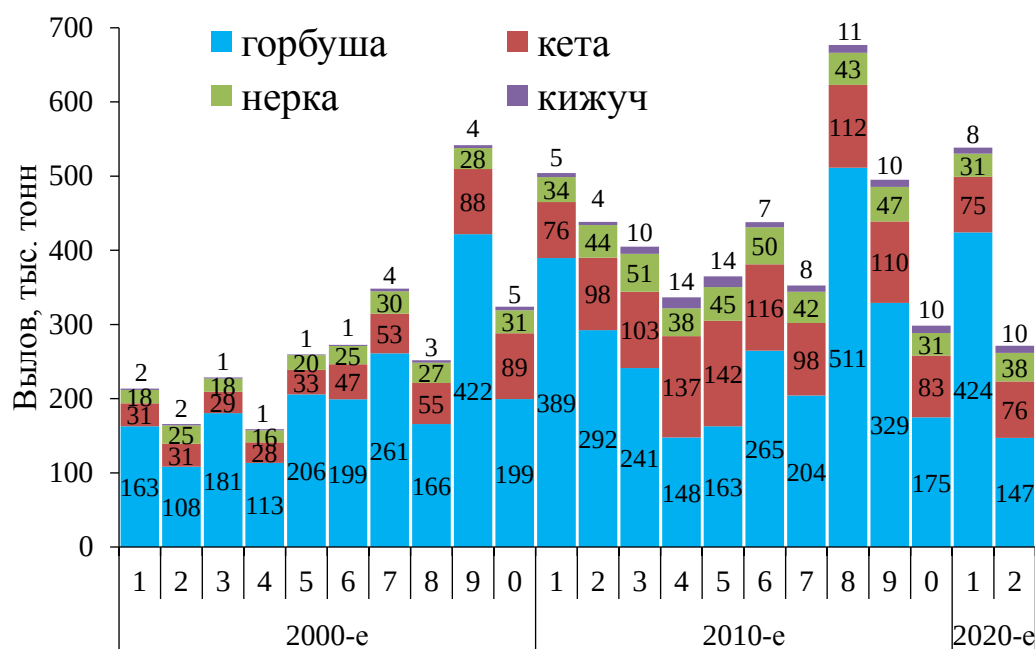


Рис. 2. Динамика вылова горбуши, кеты, нерки и кижуча в 2003–2022 гг.

Fig. 2. Dynamics of commercial annual catch of pink salmon, chum salmon, sockeye salmon and coho salmon in 2003–2022

На Дальнем Востоке России, как и в предыдущие годы, лидером по вылову тихоокеанских лососей был Камчатский край — 134,668 тыс. т. Вторую и третью позиции занимали Сахалинская область и Хабаровский край с выловом 94,960 и 33,320 тыс. т. Суммарный вылов тихоокеанских лососей в Чукотском автономном округе (АО), Магаданской области и Приморском крае составил 9,068 тыс. т (рис. 3).

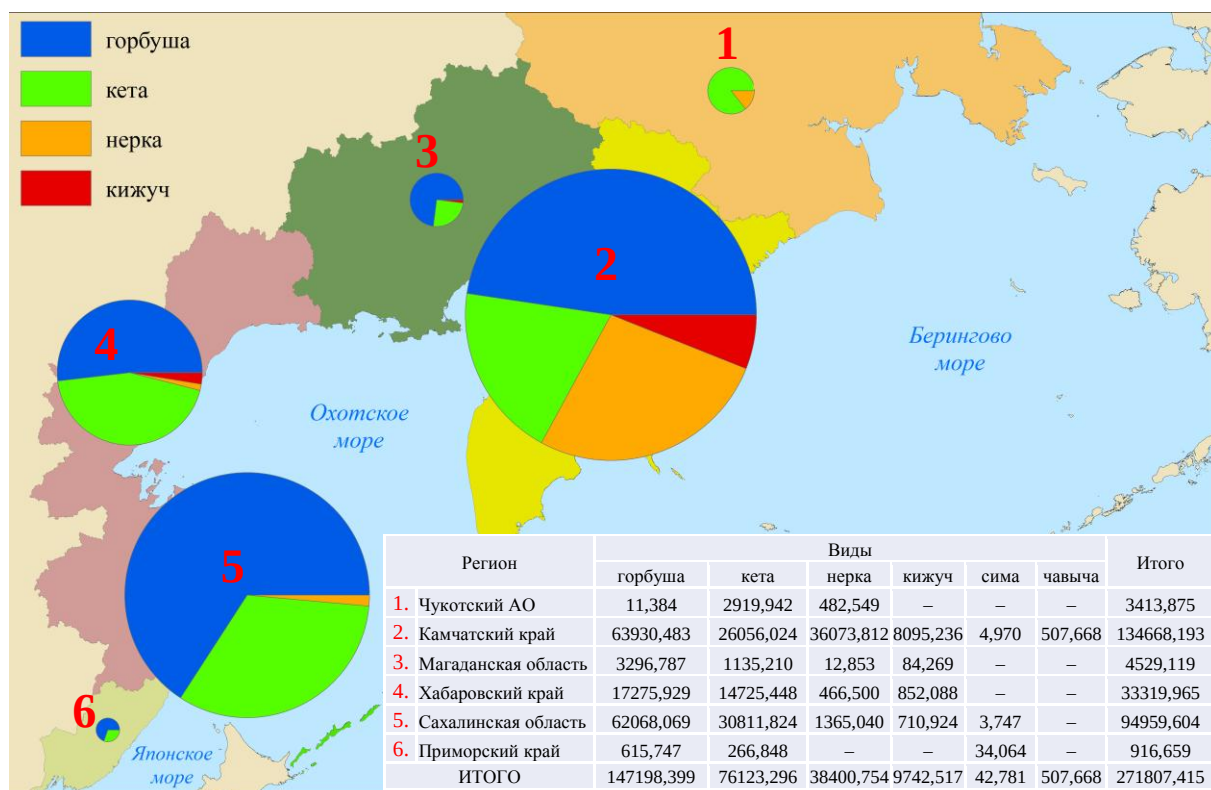


Рис. 3. Распределение уловов тихоокеанских лососей по дальневосточным субъектам России в 2022 г.,

тыс. т

Рис. 3. Commercial catch of pacific salmon in 2022, by the regions of the Russian Far East

В 2022 г. в рамках научного сопровождения лососевой путины дальневосточные филиалы ВНИРО подготовили 23 корректировки прогнозируемого вылова тихоокеанских лососей, в том числе по нерке — 8, по горбуше, кете и кижучу — по 4, по чавыче — 2, по сима — 1. Наибольший дополнительный объем вылова был обоснован КамчатНИРО — 50,530 тыс. т (11 корректировок). СахНИРО увеличил прогнозируемый вылов тихоокеанских лососей на 11,288 тыс. т (4 корректировки), ТИНРО, ХабаровскНИРО и МагаданНИРО — на 2,456, 2,010 и 1,200 тыс. т, подготовив соответственно 4, 3 и 1 корректировку. Суммарно прогнозируемый объем вылова горбуши в 2022 г. был увеличен на 31,500 тыс. т, нерки и кеты — соответственно на 16,000 и 15,588, кижуча, чавычи и симы — на 4,110, 0,180 и 0,106 тыс. т (табл. 1).

Таблица 1

Информация о корректировках прогнозируемого вылова тихоокеанских лососей в 2022 г., тыс. т

Table 1

Data on corrections of the forecasted catch of pacific salmon in 2022, 10³ t

Промысловый район	Вид						Общий итог
	Горбуша	Кета	Кижуч	Нерка	Сима	Чавыча	
КамчатНИРО							
Карагинская подзона	25,000	–	–	–	–	0,030	25,030
Петропавловско-Командорская подзона	–	–	–	8,000 ¹	–	0,150	8,150
Западно-Камчатская подзона	–	3,770	2,000	1,200	–	–	6,970
Камчатско-Курильская подзона	–	3,080	1,500	5,800	–	–	10,380
Итого	25,000	6,850	3,500	15,000	–	0,180	50,530
МагаданНИРО							
Материковое побережье Охотского моря (Северо-Охотоморская и Западно-Камчатская подзоны)	1,200	–	–	–	–	–	1,200
Итого	1,200	–	–	–	–	–	1,200
ХабаровскНИРО							
Материковое побережье Охотского моря (Северо-Охотоморская подзона)	1,500	–	0,260	0,250	–	–	2,010
Итого	1,500	–	0,260	0,250	–	–	2,010
СахНИРО							
Восточно-Сахалинская подзона	–	6,738	–	–	–	–	6,738
Северные Курильские острова	–	–	0,350	0,400	–	–	0,750
Южные Курильские острова	3,800	–	–	–	–	–	3,800
Итого	3,800	6,738	0,350	0,400	–	–	11,288
ТИНРО							
Чукотский АО	–	2,000	–	0,350 ²	–	–	2,350
Подзона Приморье	–	–	–	–	0,106	–	0,106
Итого	–	2,000	–	0,350	0,106	–	2,456
Общий итог	31,500	15,588	4,110	16,000	0,106	0,180	67,484

¹ Две корректировки (6,750 и 9,750 тыс. т).

² Две корректировки (0,200 и 0,150 тыс. т).

Корректировки в 2022 г. позволили превысить прогнозные ожидания вылова нерки, кижуча и симы, а вылов чавычи практически достиг прогнозной оценки. В то же время общий вылов горбуши и кеты на Дальнем Востоке России не достиг первоначальных прогнозных оценок (табл. 2).

Таблица 2

Прогнозируемый и фактический объемы вылова тихоокеанских лососей
на Дальнем Востоке России, а также оправдываемость прогнозных оценок в 2022 г.

Table 2

Forecasted and actual volumes of the pacific salmon catch in the Russian Far East
in 2022 and accuracy of the forecast

Показатель	Горбуша	Кета	Нерка	Кижуч	Сима	Чавыча	Итого
Прогноз, т	190,2110	90,1134	32,7960	8,1900	0,0350	0,5100	321,8554
Вылов, т	147,1984	75,9153	38,4007	9,7425	0,0428	0,5077	271,8074
Освоение, %	-22,6	-15,8	+17,1	+19,0	+22,3	-0,5	-15,5

В лососевую путину 2022 г. большая часть районов, в которых вылов превысил прогнозные оценки, была расположена на севере и северо-востоке Дальнего Востока России. Для горбуши про-

гнозные ожидания оправдались* в трех из 17, для кеты — в пяти из 17, для нерки — в шести из 11, для кижуча — в четырех из 10, для симы — в одном из 6, для чавычи — в одном из 4 промысловых районов (табл. 3).

В большинстве промысловых районов, в которых в 2022 г. вылов горбуши превысил прогнозные оценки, нерестовая миграция началась раньше, а интенсивность хода была выше в сравнении с 2020 г. (рис. 4).

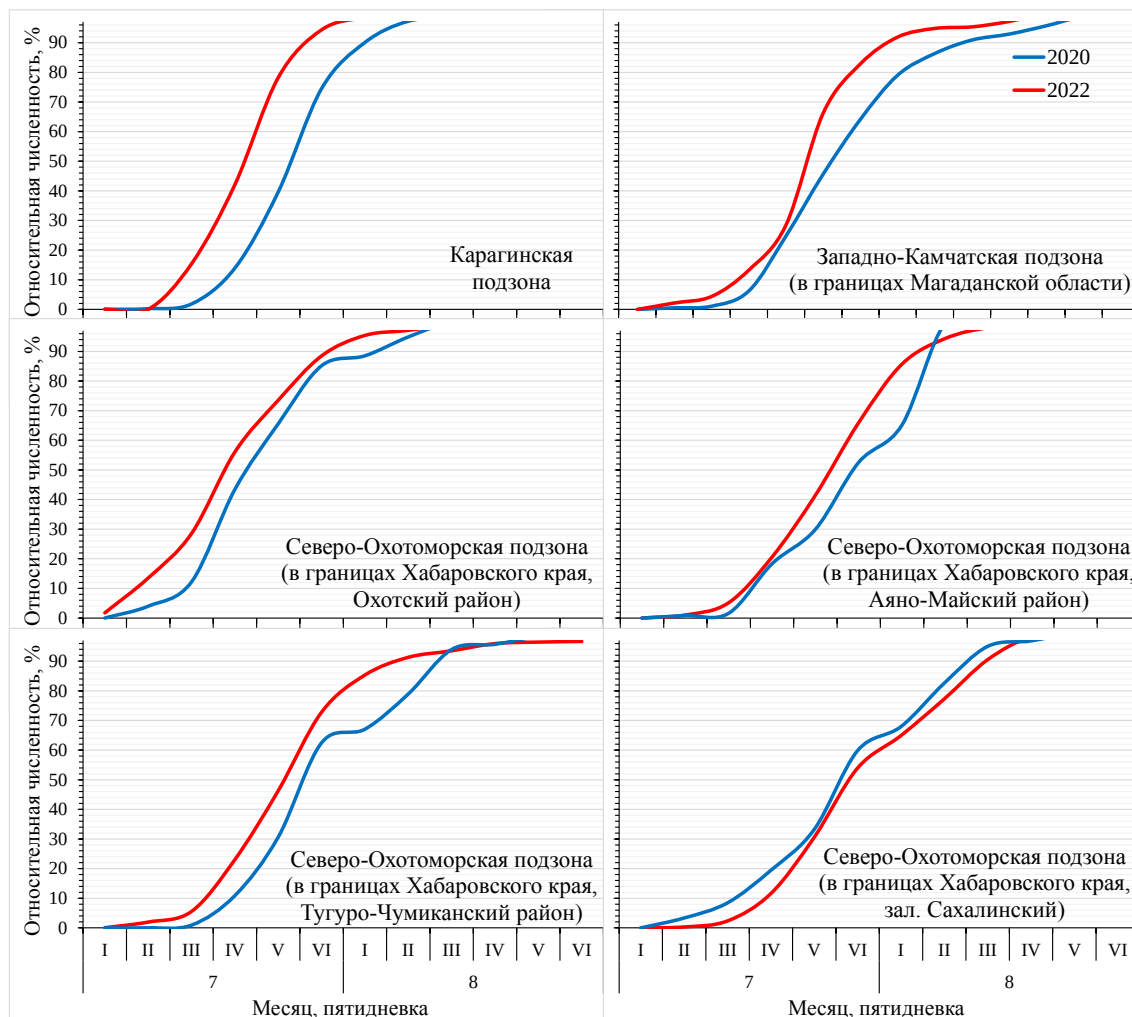


Рис. 4. Динамика нерестового хода горбуши в 2020 и 2022 гг. в промысловых районах, в которых в 2022 г. ее вылов превысил прогнозные оценки

Fig. 4. Dynamics of the spawning run of pink salmon in 2020 and 2022, by the fishing areas where the annual catch in 2022 exceeded the forecast

Вероятной причиной смещения начала нерестовой миграции горбуши Карагинской подзоны и ряда промысловых районов материкового побережья Охотского моря на более ранние сроки было увеличение выживаемости молоди горбуши, скатившейся в начале периода покатной миграции. Росту выживаемости способствовал ранний прогрев вод морского побережья фенологической весной 2021 г. Так, в середине июня 2021 г. температура воды в прибрежье Карагинской подзоны и вдоль большей части материкового побережья Охотского моря была выше соответственно на 1–2 и 1–6 °С, чем в аналогичный период 2019 г. (рис. 5). Напротив, низкая температура воды в Анадырском заливе в середине июня 2021 г. (от минус 1 до 3 °С, отклонение от 2019 г. — от минус 12 до минус 4 °С) (рис. 5) была причиной низкой выживаемости молоди горбуши. В результате в 2022 г. из ожидавшихся 635,0 т добыли 11,384 т горбуши (освоение — 1,8 %) (табл. 3).

* К оправдавшимся отнесены в том числе прогнозы, по которым отрицательное отклонение не превышало 10 %.

Таблица 3

Прогноз, вылов и освоение прогноза вылова тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России в 2022 г.

Table 3

Forecast, actual commercial catch and their ratio for pacific salmon in the Russian Far East in 2022

Зона (подзона)/промурайон	Прогноз, т						ИТОГО	Вылов, т						ИТОГО	Δ вылов к прогнозу, %						ИТОГО
	Горбуша	Кета	Нерка	Кижуч	Чавыча	Сима		Горбуша	Кета	Нерка	Кижуч	Чавыча	Сима		Горбуша	Кета	Нерка	Кижуч	Чавыча	Сима	
Чукотский автономный округ																					
Восточно-Сибирское море, зона Чукотское море, зона Чукотская, зона Западно-Беринговоморская	635,0	2511,0	516,0	–	–	–	3662,0	11,384	2919,942	482,549	–	–	–	3413,875	–98,2	+16,3	–6,5	–	–	–	–6,8
Камчатский край																					
Западно-Беринговоморская	40,0	30,0	500,0	20,0	–	–	590,0	23,908	24,324	257,889	0,766	–	–	306,887	–40,2	–18,9	–48,4	–96,2	–	–	–48,0
Карагинская	25000,0	10100,0	3260,0	500,0	50,0	–	38910,0	35447,032	6720,626	2152,322	133,254	43,968	–	44497,202	+41,8	–33,5	–34,0	–73,3	–12,1	–	+14,4
Петропавловско-Командорская	2250,0	4500,0	6750,0	1460,0	400,0	–	15360,0	521,895	3187,198	13825,436	1025,023	413,345	–	18972,897	–76,8	–29,2	+104,8	–29,8	+3,3	–	+23,5
Западно-Камчатская	31570,0	8230,0	1800,0	2820,0	20,0	4,0	44444,0	11090,428	10842,533	3303,205	3201,698	15,215	1,772	28454,851	–64,9	+31,7	+83,5	+13,5	–23,9	–55,7	–36,0
Камчатско-Курильская	25830,0	4920,0	18000,0	1880,0	40,0	6,0	50676,0	16847,220	5281,343	16534,960	3734,495	35,140	3,198	42436,356	–34,8	+7,3	–8,1	+98,6	–12,2	–46,7	–16,3
Всего	84690,0	27780,0	30310,0	6680,0	510,0	10,0	149980,0	63930,483	26056,024	36073,812	8095,236	507,668	4,970	134668,193	–24,5	–6,2	+19,0	+21,2	–0,5	–50,3	–10,2
Магаданская область																					
Материковое побережье Охотского моря (Северо-Охотоморская и Западно-Камчатская подзоны)	2800,0	1520,0	20,0	120,0	–	–	4460,0	3296,787	1135,210	12,853	84,269	–	–	4529,119	+17,7	–25,3	–35,7	–29,8	–	–	+1,5
Хабаровский край																					
Материковое побережье Охотского моря (Северо-Охотоморская подзона)	17000,0	13661,0	500,0	940,0	–	–	32101,0	16773,627	10993,978	466,500	852,088	–	–	29086,193	–1,3	–19,5	–6,7	–9,4	–	–	–9,4
Р. Амур и Амурский лиман	8,950	7086,400	–	–	–	–	7095,35	4,961	3690,942	–	–	–	–	3695,903	–44,6	–47,9	–	–	–	–	–47,9
Северное Приморье	1000,0	200,0	–	–	–	–	1200,0	497,341	40,528	–	–	–	–	537,869	–50,3	–79,7	–	–	–	–	–55,2
Всего	18008,95	20947,40	500,0	940,0	–	–	40396,35	17275,929	14725,448	466,500	852,088	–	–	33319,965	–4,1	–29,7	–6,7	–9,4	–	–	–17,5
Приморский край																					
Южное Приморье	1555,0	595,0	–	–	–	12,0	2162,0	615,747	266,848	–	–	–	34,064	916,659	–60,4	–55,2	–	–	–	+183,9	–57,6
Сахалинская область																					
Северо-западный Сахалин	3250,0	1535,0	–	–	–	–	4785,0	2004,853	1426,315	–	–	–	–	3431,168	–38,3	–7,1	–	–	–	–	–28,3
Юго-западный Сахалин	72,0	1121,0	–	–	–	2,0	1195,0	19,055	848,736	–	–	–	0,891	868,682	–73,5	–24,3	–	–	–	–55,5	–27,3
Восточно-Сахалинская	52000,0	14872,0	–	50,0	–	10,0	66932,0	37726,752	18489,798	–	1,025	–	2,556	56220,131	–27,4	+24,3	–	–98,0	–	–74,4	–16,0
Камчатско-Курильская	500,0	250,0	200,0	50,0	–	–	1000,0	229,796	131,522	121,747	36,277	–	–	519,342	–54,0	–47,4	–39,1	–27,4	–	–	–48,1
Северо-Курильская	2500,0	1450,0	1200,0	350,0	–	–	5500,0	1218,003	939,742	1232,302	673,622	–	–	4063,669	–51,3	–35,2	+2,7	+92,5	–	–	–26,1
Южно-Курильская	24200,0	17532,0	50,0	–	–	1,0	41783,0	20869,610	8975,711	10,991	–	–	0,300	29856,612	–13,8	–48,8	–78,0	–	–	–70,0	–28,5
Всего	82522,0	36760,0	1450,0	450,0	–	13,0	121195,0	62068,069	30811,824	1365,040	710,924	–	3,747	94959,604	–24,8	–16,2	–5,9	+58,0	–	–71,2	–21,6

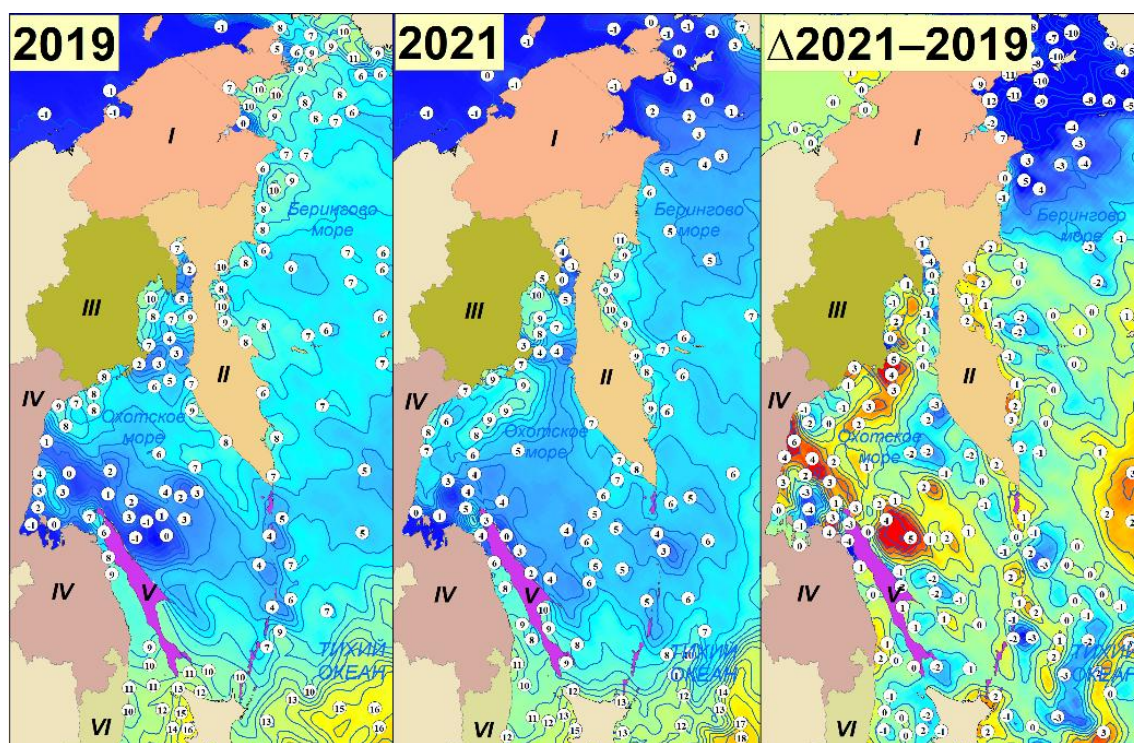


Рис. 5. ТПМ (°C) 15 июня в 2019 и 2021 гг., а также разница температур: I — Чукотский автономный округ, II — Камчатский край, III — Магаданская область, IV — Хабаровский край, V — Сахалинская область, VI — Приморский край

Fig. 5. SST (°C) on June 15 in 2019 and 2021 and the temperature difference between these dates: I — Chukotka Autonomous District, II — Kamchatka Region, III — Magadan Region, IV — Khabarovsk Region, V — Sakhalin Region, VI — Primorsky Region

Отмечу, что на заседании экспертного совета при Департаменте анадромных рыб России (создан в соответствии с приказом ВНИРО от 13.01.2022 г. № 3) мною на основании экологических предпочтений горбуши [Марченко, 2022а, в печати] было предложено скорректировать прогноз вылова анадырской горбуши в сторону уменьшения. Данное предложение не получило поддержки со стороны ТИНРО.

Слабые отрицательные температурные аномалии на акваториях, прилежащих к западной Камчатке и южному Приморью (рис. 5), не были причиной расхождения фактического и прогнозного вылова западнокамчатской и южноприморской горбуши (табл. 3), так как термический режим этих акваторий в 2021 г. был в границах термопредпочтения вида [Марченко, 2022а, в печати].

Вероятной причиной снижения выживаемости западнокамчатской и южноприморской горбуши был неблагоприятный гидрологический режим рек в период покатной миграции молоди. В частности, в 2021 г. из-за интенсивного расплавления снега и льда, накопленных в холодный период 2020/21 гг., а также обильных дождей, прошедших во второй половине апреля и в июне, в реках западной Камчатки было мощное весеннее половодье, в отдельные периоды которого уровень воды превышал максимальные значения за предыдущие 15 лет (рис. 6).

Косвенным показателем мощного половодья в реках южного Приморья в период покатной миграции молоди горбуши в 2021 г. были обильные дожди в I и II декадах июня (соответственно +143 и +161 % к среднемуголетнему уровню) (рис. 7, А). Негативное влияние паводка на выживаемость покатной молоди прослеживалось по снижению интенсивности хода производителей, мигрировавших в приморские реки в конце июня — первой половине июля 2022 г., в сравнении с динамикой хода родительского поколения в 2020 г. (рис. 7, Б).

Следствием неблагоприятного гидрологического режима рек в период покатной миграции молоди в 2021 г. стало уменьшению вылова дочерних поколений западнокамчатской и южноприморской горбуши в 2022 г. в сравнении с родительскими соответственно в 4,0 и в 1,5 раза.

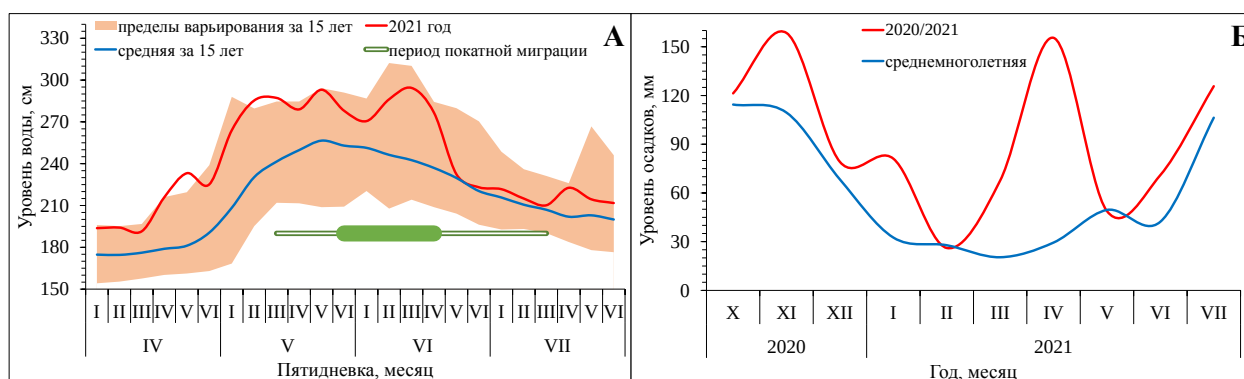


Рис. 6. Динамика уровня воды в апреле-июле в р. Большая Воровская (западная Камчатка) и период покатной миграции молоди горбуши [Кинас, 2011] (А), а также динамика осадков в октябре-июле на метеостанции Соболево (Б)

Fig. 6. Year-to-year dynamics of water level in the Bolshaya Vorovskaya River (West Kamchatka) and the timing of downstream migration for pink salmon juveniles [from: Kinas, 2011] (А); dynamics of precipitation in October-July at meteorological station Sobolevo (Б)

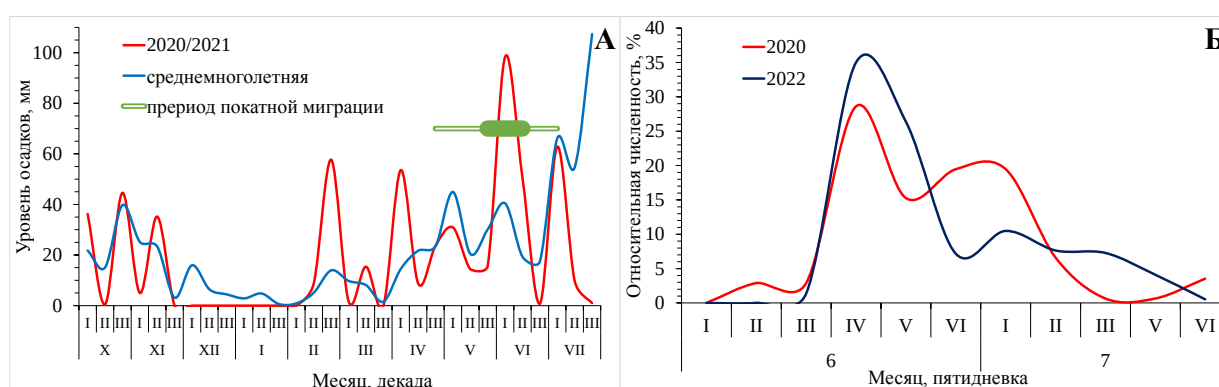


Рис. 7. Динамика осадков на метеостанции Рудная Пристань с октября по июль (А), а также динамика нерестового хода горбуши в реки южного Приморья в 2020 и 2022 гг. (Б)

Fig. 7. Dynamics of precipitation at meteorological station Rudnaya Pristan from October to July (А) and dynamics of pink salmon spawning run into the rivers of southern Primorye in 2020 and 2022 (Б)

Результативность промысла горбуши в 2022 г. была связана не только с гидрометеорологическими условиями в период покатной миграции молоди и ее раннего морского периода жизни, но и с особенностями организации промысла. Лососевая путина базируется на научно обоснованных прогнозах вылова, которые после рассмотрения на Ученом совете ВНИРО утверждает Отраслевой совет по промысловому прогнозированию при Федеральном агентстве по рыболовству (далее — Отраслевой совет).

Одним из этапов подготовки прогнозов вылова являются учетные траловые съемки откочевывающей молоди тихоокеанских лососей, которые ВНИРО в 2021 г. выполнил в западной части Берингова моря (далее — Берингово море) и в Охотском море. Эти исследования были реализованы с борта двух научно-исследовательских судов, что позволяет в короткие сроки охватить нагульную акваторию молоди тихоокеанских лососей.

В 2021 г. в Беринговом море с 18 сентября по 02 октября была выполнена самая обширная за весь период наблюдений учетная траловая съемка молоди тихоокеанских лососей. Она охватывала акваторию от зал. Анадырского на севере до прол. Камчатского на юге с выходом нескольких станций в СЗТО (рис. 8). В Охотском море съемку выполнили с 03 по 28 октября 2021 г. (рис. 9).

На обследованных полигонах распределение сеголеток горбуши было тесно скоррелировано с ТПМ и со скоростью течения. Так, в Беринговом море большая часть молоди держалась на акваториях, прогретых до 9–10 °C ($R^2 = 0,7369$, $p < 0,05$), при скорости течения 0,075–0,100 м/с ($R^2 = 0,9131$, $p < 0,01$), а в Охотском море — 8–9 °C ($R^2 = 0,6382$, $p < 0,05$) и 0,025–0,050 м/с ($R^2 = 0,9415$, $p < 0,001$) (рис. 10). Учитывая преферендумы горбуши [Марченко, в печати], можно утверждать, что термический режим и скорость течения не лимитировали нагул молоди на обследованных полигонах.

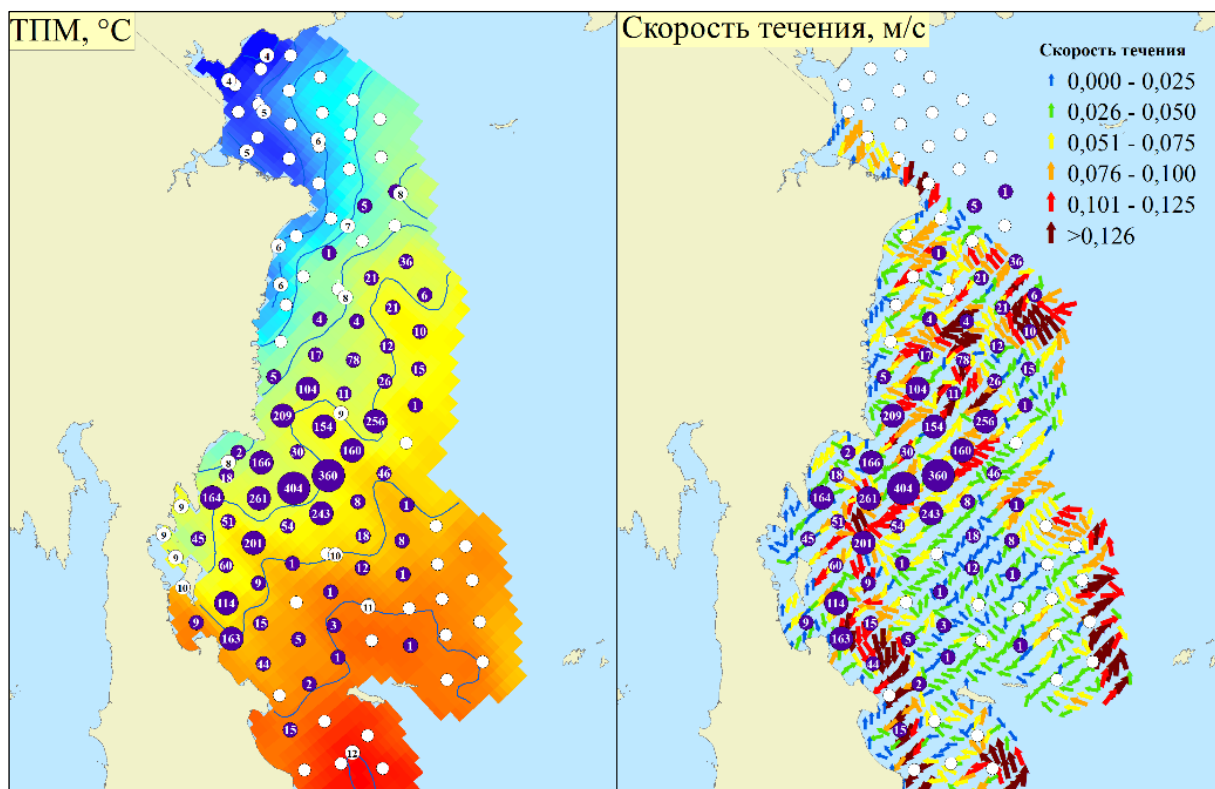


Рис. 8. Распределение уловов (экз./час. траление) сеголеток горбуши в Беринговом море и СЗТО в 2021 г. на фоне температуры поверхности моря (°C) (слева) и скорости течения (справа)

Fig. 8. Catches of pink salmon underyearlings (ind. per hour of trawling) in the Bering Sea and North-West Pacific in 2021 on the background of sea surface temperature (°C) (**left panel**) and velocity of geostrophic currents at the sea surface, relative to the 1000 m depth (**right panel**)

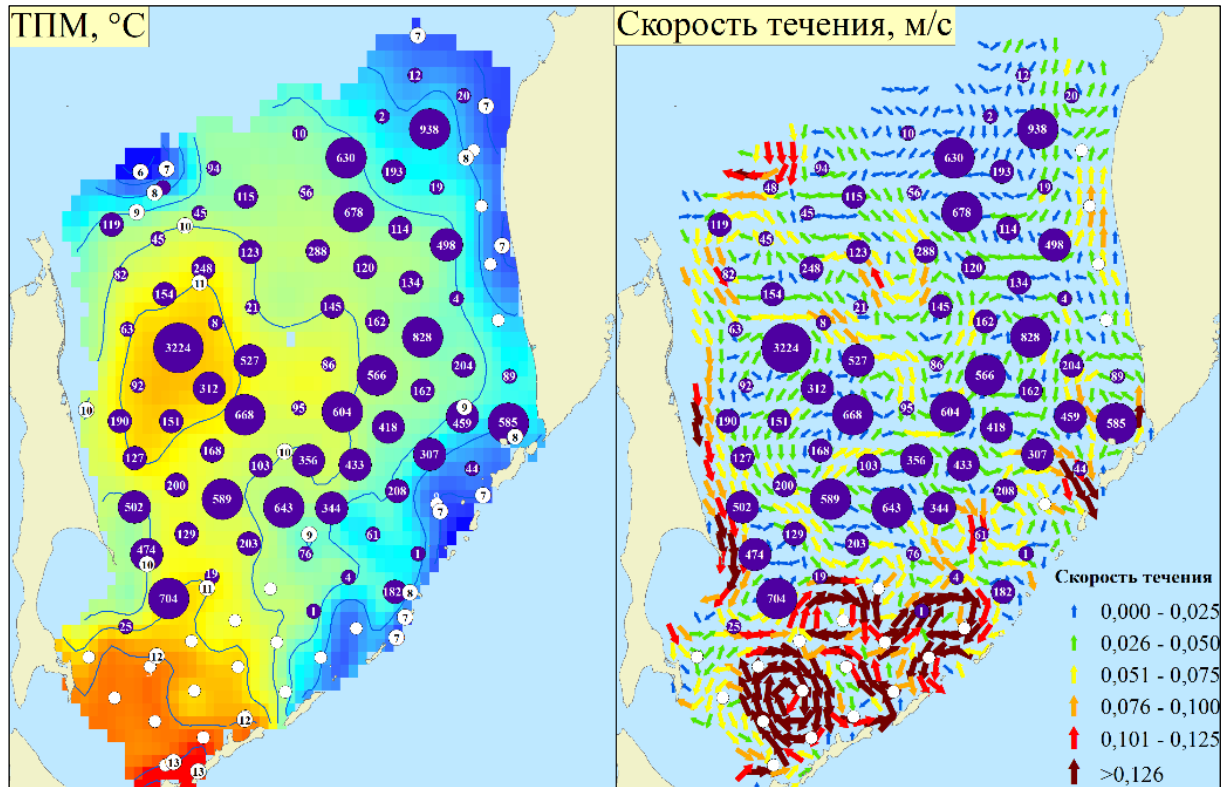


Рис. 9. Распределение уловов (экз./час. траление) сеголеток горбуши в Охотском море в 2021 г. на фоне температуры поверхности моря (°C) (слева) и скорости течения (справа)

Fig. 9. Catches of pink salmon underyearlings (ind. per hour of trawling) in the Okhotsk Sea in 2021 on the background of sea surface temperature (°C) (**left panel**) and velocity of geostrophic currents at the sea surface, relative to the 1000 m depth (**right panel**)

С ТПМ и со скоростью течения также было тесно связано распределение показателей массы тела сеголеток горбуши: в Беринговом море — $R^2 = 0,9963$ ($p < 0,001$) и $R^2 = 0,7454$ ($p < 0,05$), в Охотском море — $R^2 = 0,9745$ ($p < 0,001$) и $R^2 = 0,6366$ ($p < 0,05$) (рис. 10).

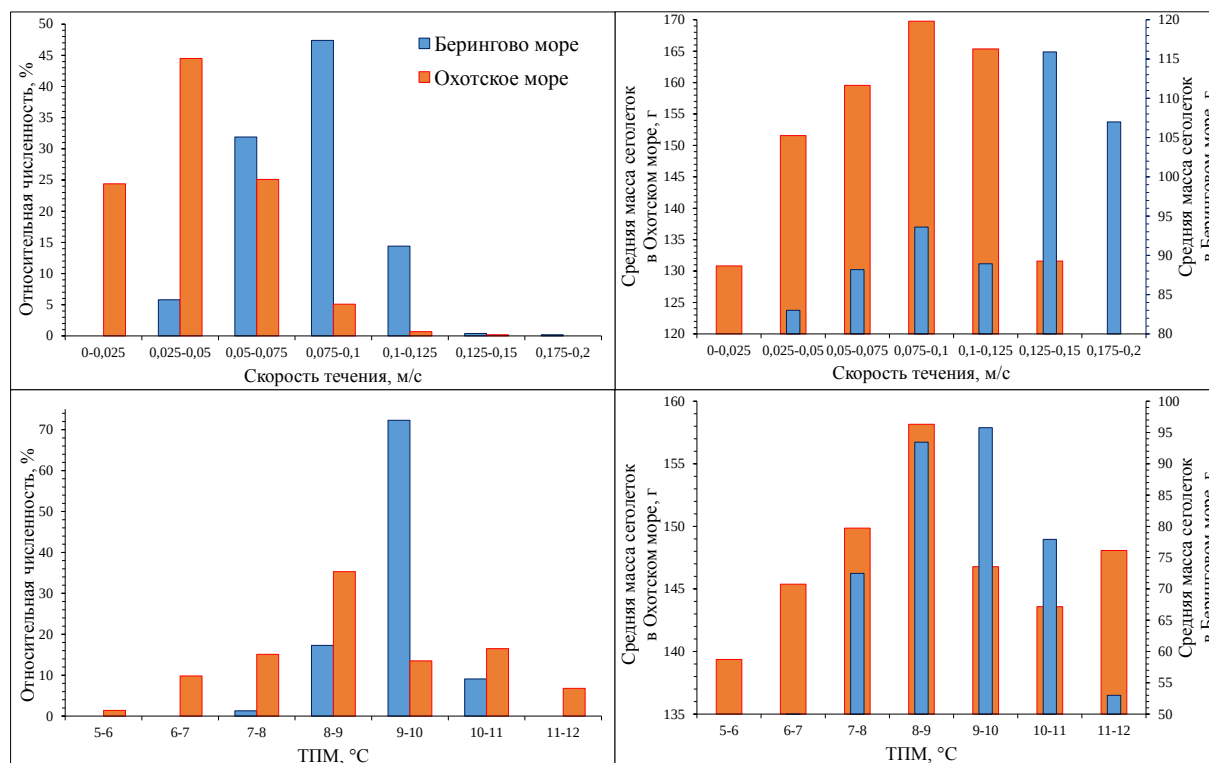


Рис. 10. Распределение относительной численности и средней массы сеголеток горбуши в Беринговом и Охотском морях в 2021 г. в зависимости от ТПМ и скорости течения

Fig. 10. Relative abundance and mean body weight of pink salmon underyearlings in the Bering and Okhotsk Seas in 2021 in dependence on water temperature and geostrophic currents velocity at the sea surface

На основе результатов учетной траловой съемки молоди тихоокеанских лососей в Беринговом море КамчатНИРО оценил численность подхода карагинской горбуши в 2022 г. на уровне 60,8 млн рыб. Однако, учитывая результаты, полученные в ходе расчетов по модели Случайный лес (33,9 млн рыб) и Общей регрессионной модели (31,3 млн рыб), а также опираясь на оценку численности откочевывающей молоди горбуши, представленную ТИНРО (37,6 млн рыб), КамчатНИРО скорректировал свою оценку в сторону снижения — до 35,0 млн рыб. Из них пропуск на нерест был обоснован на уровне 15 млн рыб, вылов — 20 млн рыб, что при навеске 1,25 кг эквивалентно 25,0 тыс. т. С учетом второстепенных стад Западно-Берингоморской зоны и Петропавловско-Командорской подзоны общий вылов горбуши на северо-востоке Камчатки в 2022 г. был обоснован на уровне 27,290 тыс. т [Материалы..., 2022].

На северо-востоке Камчатки вылов горбуши составил 35,993 тыс. т (табл. 3), что при навеске 1,25 кг [Материалы..., 2022] эквивалентно 28,794 млн рыб. Согласно данным, озвученным Н.Ю. Шпигальской [<https://gybak-kamchatky.ru/news/3913-kuda-ushla-gorbusha.html>] на Камчатском рыбохозяйственном совете (далее — КРХС), состоявшемся 30.11.2022 г., в реки пропустили 27 млн производителей горбуши (+80 % от оптимума заполнения нерестилищ). Общая численность подхода горбуши северо-востока Камчатки составила 55,794 млн рыб (+59,4 % к прогнозному ожиданию). В то же время отклонение от оценки КамчатНИРО, полученной на основе данных траловой учетной съемки в Беринговом море (60,8 млн рыб), составило минус 8,2 %.

В Охотском море в осенний период в ходе учетной траловой съемки облавливают смешанные скопления молоди тихоокеанских лососей, в состав которых входят разные региональные группировки: западной Камчатки, материкового побережья Охотского моря, р. Амур, о. Сахалин и южных Ку-

рильских островов. В связи с этим одной из задач анализа результатов учетной траловой съемки является определение в нагульных скоплениях доли рыб разных региональных групп.

На заседании научно-консультативного совета по тихоокеанским лососям при совете директоров научно-исследовательских институтов при заместителе министра сельского хозяйства Российской Федерации — руководителе Федерального агентства по рыболовству И.В. Шестакове (протокол от 12–13, 21 января 2022 г. № 1) (далее — НКС) ТИНРО представил данные о том, что численность подхода горбуши в 2022 г. в бассейн Охотского моря оценена в 204 ± 51 млн рыб, вылов — в 150–200 тыс. т. На основании ЕМ-кластеризации [Шевляков и др., 2020] смешанные скопления горбуши были разделены на североохотоморский (западная Камчатка, материковое побережье Охотского моря) и сахалино-курильский (о. Сахалин и южные Курильские острова) кластеры. Их численность была оценена как примерно равная.

КамчатНИРО посредством анализа полиморфизма длин рестриктных фрагментов (ПДРФ-анализ) митохондриальной ДНК (далее — ПДРФ-анализ мтДНК) разделил морские смешанные скопления охотоморской молодежи горбуши на три группы. Наименьшее количество рыб было отнесено к стадам западной Камчатки и севера материкового побережья Охотского моря, максимальное — к стадам Сахалино-Курильского региона (табл. 4).

Таблица 4

Результаты генетической дифференциации смешанных скоплений горбуши бассейна Охотского моря
27.01.2022 г.

Table 4

Results of genetic differentiation for the mixed aggregation of pink salmon from the Okhotsk Sea basin surveyed
on January 27, 2022

Региональная группа стад	Доля, %	Численность, млн рыб
Западная Камчатка и север материкового побережья Охотского моря	25,5	52,0
О-ва Сахалин и Итуруп	44,0	89,8
Юг материкового побережья Охотского моря и р. Амур	30,5	62,2
Итого	—	204,0

На НКС альтернативный прогноз по горбуше Сахалино-Курильского региона в 2022 г. представил А.М. Каев. Численность подхода горбуши в промысловые районы Восточно-Сахалинской подзоны он оценил в 159,800 млн рыб (в том числе к северо-восточному побережью — 85,000, зал. Терпения — 9,500, юго-восточному побережью — 38,700, зал. Анива — 26,600), в реки южных Курильских островов — в 19,366 млн рыб (из них в реки о. Итуруп — 18,100, о. Кунашир — 1,266). Общую численность подхода сахалино-курильской горбуши А.М. Каев ожидал на уровне 179,166 млн рыб.

Оценки численности группировок охотоморской горбуши, представленные ТИНРО, КамчатНИРО и А.М. Каевым, не убедили специалистов других дальневосточных филиалов. МагаданНИРО и ХабаровскНИРО предпочли придерживаться собственных оценок. СахНИРО вследствие неоднозначности данных о численности подхода сахалино-курильской горбуши снизил свой первоначальный прогноз вылова горбуши Восточно-Сахалинской подзоны с 35,142 до 12,960 тыс. т. При этом ожидалось, что в случае урожайных подходов горбуши объем ее вылова будет скорректирован в ходе научного сопровождения промысла в соответствии со статьей 29.1 Федерального закона России от 20.12.2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов» (далее — 166-ФЗ) и приказом Минсельхоза России от 08.04.2013 г. № 170 «Об утверждении Порядка деятельности комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных рыб» (далее — Приказ 170).

В результате Отраслевой совет утвердил прогнозируемый объем вылова горбуши на 2022 г. в объеме 116,5555 тыс. т, в том числе для Охотского моря — 86,067 тыс. т (протокол от 27.01.2022 г. № 1). Однако в силу несоответствия прогнозной оценки результатам учета молодежи охотоморской горбуши в осенний период (порядка 70–90 тыс. т) было рекомендовано ВНИРО провести дополнительные исследования по дифференциации смешанных скоплений горбуши Охотского моря.

В конце марта 2022 г. уточненные результаты генетической дифференциации смешанных скоплений охотоморской горбуши представили два коллектива исследователей — ВНИРО и Камчат-

НИРО, которые выполнили соответственно анализ изменчивости SNP-локусов [Morin et al., 2004] и ПДРФ-анализ мтДНК [Воропаева и др., 2016] (табл. 5). Обе группы исследователей увеличили долю горбуши юга материкового побережья Охотского моря и р. Амур, а также снизили вклад горбуши Сахалино-Курильского региона. При этом исследовательская группа КамчатНИРО увеличила долю горбуши западной Камчатки и севера материкового побережья Охотского моря, а исследовательская группа ВНИРО, напротив, — снизила (табл. 5).

Таблица 5

Результаты дополнительной генетической дифференциации смешанных скоплений горбуши бассейна Охотского моря 29.03.2022 г.

Table 5

Results of genetic re-differentiation for the mixed aggregation of pink salmon from the Okhotsk Sea basin surveyed on March 29, 2022

Региональная группа стад	КамчатНИРО (ПДРФ-анализ мтДНК)		ВНИРО (анализ изменчивости SNP-локусов)	
	Доля, %	Численность, млн рыб	Доля, %*	Численность, млн рыб
Западная Камчатка и север материкового побережья Охотского моря	30,1	61,4	21,0	41,8
О-ва Сахалин и Итуруп, в т.ч.	38,1	77,7	42,0	84,7
о. Сахалин	26,0	53,0	34,0	68,4
о. Итуруп	12,1	24,7	8,0	16,3
Юг материкового побережья Охотского моря и р. Амур	31,8	64,9	38,0	77,5
Δ к результатам от 27.01.2022 г.				
Западная Камчатка и север материкового побережья Охотского моря	+4,6	+9,4	−4,5	−10,2
О-ва Сахалин и Итуруп, в т.ч.	−5,9	−12,1	−2,0	−5,1
о. Сахалин	—	—	—	—
о. Итуруп	—	—	—	—
Юг материкового побережья Охотского моря и р. Амур	+1,3	+2,7	+7,5	+15,3

* Сумма долей региональных групп стад в представленных Д.А. Зелениной (ВНИРО) материалах не равна 100 %.

Опираясь на уточненные данные генетической идентификации региональных группировок охотоморской горбуши, прогноз вылова этого вида на Дальнем Востоке России был скорректирован в сторону увеличения. При этом КамчатНИРО, не принимая во внимание неблагоприятные условия в период покатной миграции молоди, самостоятельно увеличил прогноз вылова западнокамчатской горбуши до 57,400 (+13,200) тыс. т. Прогнозируемые объемы вылова охотоморской горбуши Хабаровского края и Сахалинской области увеличил Департамент анадромных рыб России ВНИРО:

- охотоморское побережье Хабаровского края — до 17,000 (+9,947) тыс. т;
- восточносахалинское побережье — до 52,000 (+39,040) тыс. т;
- южные Курильские острова — до 24,200 (+11,468) тыс. т.

Отраслевой совет утвердил прогнозируемый объем вылова горбуши на 2022 г. в объеме 190,21095 тыс. т (+73,655 тыс. т) (протокол от 04.04.2022 г. № 2). В результате, была нивелирована разница между прогнозными оценками численности подходов, подготовленными специалистами дальневосточных филиалов ВНИРО, и оценкой, полученной ТИНРО по данным учетной траловой съемки молоди охотоморской горбуши, выполненной в октябре 2021 г.

Учетная траловая съемка преданадромной горбуши, выполненная ВНИРО в июне-июле 2022 г. в СЗТО (рис. 11), подтвердила результаты осенней учетной траловой съемки молоди горбуши в Охотском море в 2021 г. В частности, ТИНРО оценил численность преданадромной охотоморской горбуши в СЗТО в 495 млн рыб, а численность ее подхода в районы воспроизводства — в 205 млн особей. Опираясь на результаты ЕМ-кластеризации, численность региональной группировки, состоящей из рыб западной Камчатки и материкового побережья Охотского моря, ТИНРО первоначально определил на уровне 86 млн рыб, но позже снизил эту цифру до 60 млн рыб. По первоначальной оценке, ожидалось, что вылов западнокамчатской горбуши составит 70–80 тыс. т, по уточненной — в 56 тыс. т (при пропуске на нерест 20 млн рыб и навеске производителей — 1,4 кг).

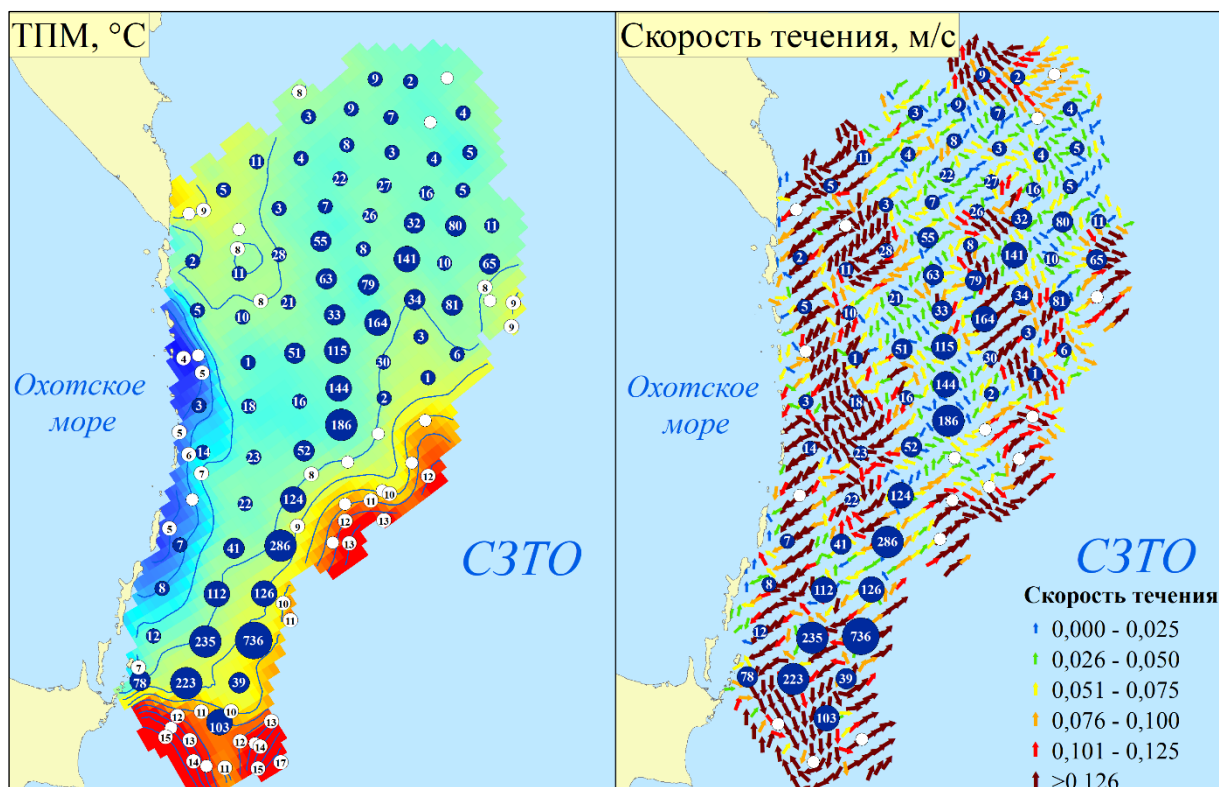


Рис. 11. Распределение уловов (экз./час. траление) преданадромной горбуши в СЗТО в 2022 г. на фоне температуры поверхности моря (°C) (слева) и скорости течения (справа)

Fig. 11. Catches of preanadromous pink salmon (ind. per hour of trawling) in the North-West Pacific in 2022 on the background of sea surface temperature (°C) (left panel) and velocity of geostrophic currents at the sea surface, relative to the 1000 m depth (right panel)

Остальную горбушу ТИНРО отнес к сахалино-курильской региональной группировке и на основании этого предположил, что она обеспечит вылов до 100–120 тыс. т при распределении вылова между о-вами Сахалин и Итуруп в пропорции 60 : 40 — 70 : 30 % в пользу горбуши восточного Сахалина, вылов которой был оценен на уровне 60–84 тыс. т.

Для определения генерального направления миграции горбуши из СЗТО в Охотское море и формирования оперативных научных рекомендаций для региональных комиссий по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб (далее — Комиссия) с охотоморской стороны Курильской гряды ВНИРО организовал траловую съемку, которую начал НИС «Владимир Сафонов» (19.06–06.07.2022 г.), а завершил НИС «Дмитрий Песков» (12.07–13.08.2022 г.). Основные уловы охотоморской горбуши были получены на северных станциях Курильского разреза, т.е. большая часть рыб мигрировала в Охотское море через северные курильские проливы (рис. 12), что позволяло предполагать их многочисленные подходы к западнокамчатским рекам.

Тем не менее фактический вылов горбуши в 2022 г. на западной Камчатке составил 27,938 тыс. т, или 20,543 млн рыб (при навеске 1,36 кг [Материалы..., 2022]). Согласно сообщению Н.Ю. Шпигальской на КРХС, по данным аэровизуальных наблюдений КамчатНИРО на нерест пропустили 30,0 % от подошедших производителей, или 13,558 млн рыб (–26,7 % от оптимума заполнения, равного 18,5 млн рыб [Материалы..., 2022]). Общая численность подхода горбуши составила 41,496 млн рыб (табл. 6).

В Магаданской области (север материкового побережья Охотского моря) в 2022 г. добыли 3,297 тыс. т, или 2,556 млн рыб (при навеске 1,29 кг [Материалы..., 2022]). Особенностью анализируемого года было то, что впервые за многие годы МагаданНИРО не выполнил аэровизуальный учет производителей тихоокеанских лососей, пропущенных на нерест. В отличие от западной Камчатки, в Магаданской области на единицу длины побережья приходится значительно меньше рыболовных

участков и, соответственно, стационарных орудий лова в морском побережье, поэтому на нерест пропускают больше горбуши, чем добывают. Например, в 2021 г. при вылове 8,678 тыс. т (6,780 млн рыб) численность рыб, пропущенных в реки, превысила оптимум заполнения нерестилищ в три раза, а численность добытых рыб — в четыре раза [Марченко, 2022б]. Кроме того, в период промысла региональная Комиссия в соответствии с научным обоснованием МагаданНИРО установила продолжительные проходные дни — от двух в зал. Шелихова до четырех в Тауйской губе (протокол от 24.05.2022 г. № 2). На этом основании численность производителей горбуши, пропущенных в реки Магаданской области, экспертно оценена на уровне, превышающем вылов в три раза, — 7,668 млн рыб (–14,3 % от оптимума заполнения). В таком случае, численность подхода горбуши в реки Магаданской области составила 10,224 млн рыб (табл. 6).

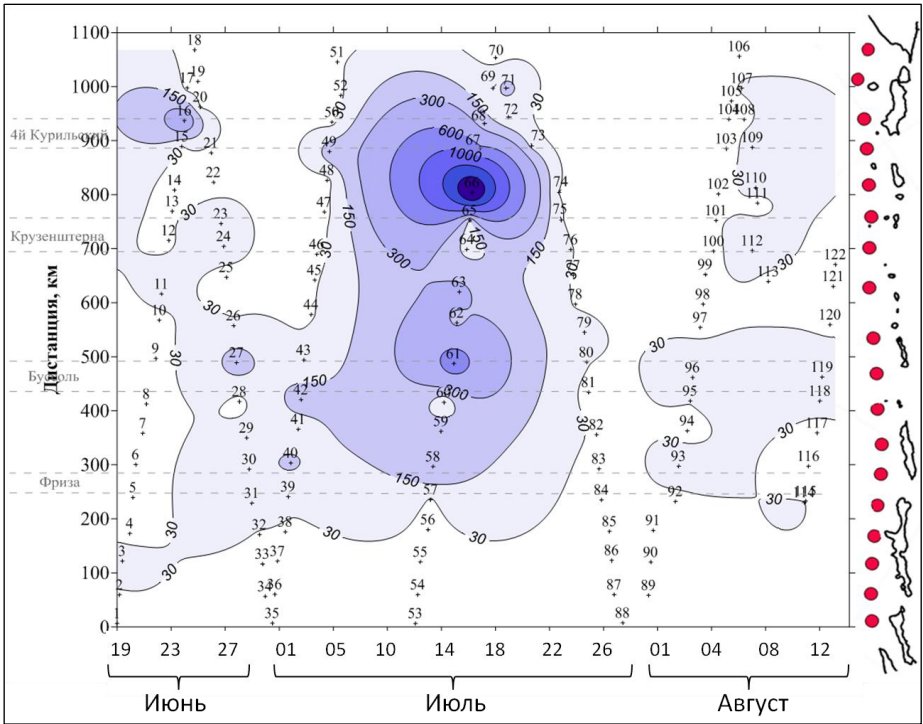


Рис. 12. Темпоральная изменчивость численности горбуши, мигрировавшей через Курильский разрез в 2022 г. (карта-схема построена ТИНРО)
Fig. 12. Temporal variability in abundance of pink salmon passed through the transect along Kuril Islands in 2022 (scheme drawn by TINRO specialists)

Таблица 6

Оправдываемость оценок численности подходов региональных групп стад горбуши в бассейне Охотского моря в 2022 г.

Table 6

Accuracy of estimates of the pink salmon runs abundance in the Okhotsk Sea basin in 2022, by regional groups of herds

Региональная группа стад	Прогноз, млн рыб			Факт, млн рыб	Δ факт — прогноз, %		
	КамчатНИРО ¹	ВНИРО ²	ТИНРО ³		КамчатНИРО ¹	ВНИРО ²	ТИНРО ³
Ранняя горбуша							
Западная Камчатка и север материкового побережья Охотского моря	61,4	41,8	60	51,720	–15,8	+23,7	–28,1
Поздняя горбуша							
О-ва Сахалин и Итуруп, в т.ч.	77,7	84,7	145	53,105	–31,7	–37,3	–63,4
о. Сахалин	53,0	68,4		35,908	–32,2	–47,5	
о. Итуруп	24,7	16,3		17,197	–30,4	+5,5	
Юг материкового побережья Охотского моря и р. Амур	64,9	77,5		32,224	–50,3	–58,4	

¹ ПДРФ-анализ мтДНК.
² Анализ изменчивости SNP-локусов.
³ ЕМ-кластеризация данных учетной траловой съемки.

Примечание. Цветом отмечены положительные и отрицательные отклонения фактической численности подхода от ожидаемых значений.

Общая численность региональной группировки охотоморской горбуши «западная Камчатка и север материкового побережья Охотского моря» оценена на уровне 51,720 млн рыб (табл. 6).

В Хабаровском крае (юг материкового побережья Охотского моря) добыли 16,774 тыс. т, или 15,112 млн рыб (при навеске 1,11 кг [Материалы..., 2022]). В регионе аэровизуальный учет производителей горбуши с борта самолетов или вертолетов не проводили. Численность рыб, пропущенных в реки, оценивали на локальных участках с помощью беспилотных летательных аппаратов с последующим пересчетом на площадь нерестилищ. Величина пропуска производителей горбуши в реки экспертно установлена на уровне вылова — 15,112 млн рыб (+178,6 % от оптимума заполнения). Таким образом, численность подхода горбуши в охотоморские реки Хабаровского края равна 30,224 млн рыб (табл. 6).

В бассейне р. Амур горбушу добывали только при выполнении рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях. Всего выловили 4,961 т. По экспертной оценке на нерест пропустили 2,0 млн производителей горбуши (–56,5 % от оптимума заполнения) (табл. 6). Общая численность региональной группировки охотоморской горбуши «Юг материкового побережья Охотского моря и р. Амур» составила 32,224 млн рыб (табл. 6).

В Восточно-Сахалинской подзоне добыли 37,727 тыс. т, или 28,872 млн особей горбуши. По данным Сахалинского филиала Главрыбвода* на нерест пропустили 7,036 млн особей горбуши (–57,9 % от оптимума заполнения). Численность восточносахалинской горбуши оценена в 35,908 млн рыб (табл. 6).

На южных Курильских островах выловили 20,870 тыс. т горбуши (в том числе на о. Итуруп — 20,867, на о. Кунашир — 0,003), что при средней массе одной особи горбуши, равной 1,30 кг, эквивалентно 16,054 млн рыб. На нерестилища пропустили 1,143 млн рыб (о. Итуруп — 1,115 (–34,4 % от оптимума заполнения), о. Кунашир — 0,028 (–98,6 % от оптимума заполнения)). Численность южнокурильской горбуши составила 17,197 млн рыб (табл. 6). Общая численность подхода сахалино-курильской горбуши оценена в 53,105 млн рыб (табл. 6).

Сопоставляя прогнозные оценки и фактические данные, отмечу, что прогнозы численности подходов региональных групп стад охотоморской горбуши, представленные ТИНРО на основе ЕМ-кластеризации и КамчатНИРО на основе ПДРФ-анализа мтДНК, во всех случаях оказались не точными, а оценка ВНИРО, построенная на анализе изменчивости SNP-локусов, оправдалась только для горбуши о. Итуруп (табл. 6). Оценки ВНИРО и КамчатНИРО по соотношению региональных группировок охотоморской горбуши оправдались только по одному из четырех районов промысла (табл. 7). Фактическому вылову региональных групп стад охотоморской горбуши не соответствовали прогнозные ожидания, подготовленные ТИНРО, — во всех случаях прогноз превышал вылов (табл. 8).

Таблица 7

Сопоставление прогнозируемого и фактического соотношения региональных группировок охотоморской горбуши в уловах в 2022 г., %

Table 7

Comparison of forecasted and actual portions of regional groups of pink salmon from the Okhotsk Sea basin in the catches obtained in 2022, %

Региональная группа стад	Прогноз соотношения		Соотношение в вылове	Δ прогноз — вылов	
	КамчатНИРО ¹	ВНИРО ²		КамчатНИРО ¹	ВНИРО ²
Западная Камчатка и север материкового побережья Охотского моря	30,1	21,0	29,3	+0,8	–8,3
О. Сахалин	26,0	34,0	35,4	–9,4	–1,4
О. Итуруп	12,1	8,0	19,6	–7,5	–11,6
Юг материкового побережья Охотского моря и р. Амур	31,8	38,0	15,7	+16,1	+22,3

¹ ПДРФ-анализ мтДНК.

² Анализ изменчивости SNP-локусов.

Примечание. Цветом отмечены минимальные различия между прогнозными и фактическими данными.

* В Сахалино-Курильском регионе государственный мониторинг заполнения нерестилищ тихоокеанских лососей выполняет Сахалинский филиал ФГБУ «Главрыбвод».

Таблица 8

Оправдываемость оценок вылова горбуши в бассейне Охотского моря в 2022 г.

Table 8

Accuracy of estimates of the pink salmon catches in the Okhotsk Sea basin in 2022

Региональная группа стад	Прогноз, тыс. т			Факт, тыс. т	Δ факт — прогноз, %		
	27.01.2022	29.03.2022	ТИНРО¹		27.01.2022	29.03.2022	ТИНРО¹
ранняя горбуша							
Западная Камчатка и север материково- го побережья Охотского моря, в т.ч.	47,000	60,200	81,200	31,235	–33,5	–48,1	–61,5
западная Камчатка	44,200	57,400	56,000	27,938	–36,8	–51,3	–50,1
Магаданская область	2,800	2,800	25,200	3,297	+17,8	+17,8	–86,9
поздняя горбуша							
О-ва Сахалин и Итуруп, в т.ч.	25,692	68,300	110,000	58,597	+128,1	–14,2	–46,7
о. Сахалин	12,960	52,000	72,000	37,727	+191,1	–27,4	–47,6
о. Итуруп	12,732	24,200	38,000	20,870	+63,9	–13,8	–45,1
Р. Амур и юг материкового побережья Охотского моря, в т.ч.	7,062	17,009	–	16,779	+137,6	–1,4	–
р. Амур	0,00850	0,00895	–	0,00496	–41,6	–44,6	–
Хабаровский край (промысловые районы Охотского моря)	7,053	17,000	–	16,774	+137,8	–1,3	–

¹ ЕМ-кластеризация данных учетной траловой съемки.

Фактическим уловам не соответствовали ни первоначальный (протокол Отраслевого совета от 27.01.2022 г. № 1), ни скорректированный (протокол Отраслевого совета от 29.03.2022 г. № 2) прогноз вылова западнокамчатской горбуши, а также скорректированный прогноз вылова восточносахалинской горбуши (протокол Отраслевого совета от 29.03.2022 г. № 2) (табл. 8). Отмечу, что если бы СахНИРО сохранил свою первоначальную оценку прогнозируемого вылова горбуши Восточно-Сахалинской подзоны (35,142 тыс. т), то ее отклонение от фактического вылова составило бы 6,9 %.

Полностью оправдалось увеличение прогнозируемого объема вылова (протокол Отраслевого совета от 29.03.2022 г. № 2) в отношении горбуши юга материкового побережья Охотского моря (Хабаровский край (промысловые районы Охотского моря)), а единственным промысловым регионом Охотского моря, в котором вылов горбуши превысил прогнозную оценку, был север материкового побережья Охотского моря (Магаданская область) (табл. 8).

Отдельно останавлиюсь на альтернативном прогнозе численности подходов восточносахалинской и южнокурильской горбуши, подготовленных А.М. Каевым. В 2022 г. численность подхода горбуши к восточному побережью о. Сахалин была в 4,24, а к южным Курильским островам — в 1,25 раза ниже ожиданий. Также не оправдалась оценка в отношении вылова горбуши о. Кунашир. При прогнозе в 800,0 т промысел добыл 2,748 т горбуши (освоение — 0,3 %), а на нерест пропустили 0,028 млн рыб. При столь низкой оправдываемости прогноза, нельзя не прислушаться к мнению В.П. Шунтова с соавторами [2015], что причиной обрушения запасов сахалинской горбуши в середине 2010-х гг. могли быть научные обоснования ее вылова, подготовленные А.М. Каевым.

Одной из причин неточного прогноза вылова западнокамчатской, восточносахалинской и южнокурильской горбуши в 2022 г. стали неверные исходные данные — результаты учетных траловых съемок молоди и преданадромных рыб, а также генетической дифференциации. Эти результаты могли бы скорректировать данные, которые в период лососевого промысла получали в ходе выполнения охотоморского прикурильского разреза. Однако они и в 2021, и в 2022 гг. имели малую ценность для оперативного регулирования лососевого промысла. В частности, если в 2021 г. в ходе выполнения разреза шло первичное накопление информации, то в 2022 г. получаемые данные не позволили своевременно предсказать низкую численность подхода западнокамчатской горбуши, так как именно северные станции разреза характеризовались наибольшими уловами горбуши (см. рис. 12). Соответственно, дальнейшее выполнение прикурильского разреза с охотоморской стороны будет лишь отвлечением НИС от более важных съемок, к которым, по моему мнению, относятся исследования раннего морского периода жизни молоди лососевых и ее откочевки из морского побережья.

Неточные оценки, полученные в ходе выполнения учетных траловых съемок и разреза, оказали негативное влияние на качество научно обоснованных рекомендаций по регулированию промысла тихоокеанских лососей. Отраслевая наука их формирует в рамках Приказа 170 в виде региональных Стратегий промысла тихоокеанских лососей (далее — Стратегии). Их форма и содержание были разработаны и внедрены мной в 2018–2021 гг. Стратегии получили высокую оценку Министра сельского хозяйства Д.Н. Патрушева и руководителя Росрыболовства И.В. Шестакова. В 2022 г. региональные Стратегии сохранили исходную форму, а в Стратегию для Магаданской области вошло мое предложение о формировании групп РЛУ для промысла тихоокеанских лососей.

В региональных Стратегиях приведены:

- сроки начала и запрета промысла;
- места добычи (вылова);
- проходные дни (проходные периоды);
- объемы вылова;
- сроки представления информации о вылове.

Приказ 170 и, соответственно, Стратегии не обладают функционалом для регулирования промысла, связанного с определением параметров орудий лова. Эти ограничения устанавливают в соответствии со ст. 26 Федерального закона от 20 декабря 2004 г. № 166-ФЗ «О рыболовстве и сохранении водных биологических ресурсов». Например, на 2022 год они были установлены приказом Минсельхоза России от 22 июня 2022 г. № 382 «Об установлении ограничений рыболовства тихоокеанских лососей в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2022 году» (далее — Приказ 382). Вместе с тем в связи с ожиданием высокоурожайных подходов горбуши в 2022 г. на северо-востоке о. Сахалин не было введено ограничение длины ставных неводов, а проходных дней было недостаточно для пропуска на нерест оптимального количества производителей горбуши. В результате ее нерестилища были заполнены на 30,7 %.

В соответствии с Приказом 382 по 31.12.2022 г. было закрыто промышленное рыболовство тихоокеанских лососей на участке от мыса Анива до мыса Крильон (зал. Анива) ставными неводами с длиной центрального крыла 500 м. Для обеспечения оптимального заполнения нерестилищ горбуши в зал. Анива (мыс Анива мыс Крильон) региональная Комиссия протоколом от 08.07.2022 г. № 18 установила следующие ограничения для промышленного рыболовства:

- определила сроки добычи с 01 по 31.08.2022 г.;
- установила проходной период с 00-00 01.08.2022 до 24-00 31.08.2022 г.;
- установила, что режим проходного периода может быть изменен на основании данных государственного мониторинга, условий и интенсивности миграции производителей в реки или по факту пропуска производителей тихоокеанских лососей в объеме от 50 % и выше требуемого для оптимального заполнения нерестилищ конкретной реки.

Далее региональная Комиссия ослабляла проходные дни:

- протокол от 03.08.2022 г. № 23 — отменен проходной период для рек Островка, Чиркова и Игрявая;
- протокол от 05.08.2022 г. № 25:
 - учитывая интенсивность захода производителей горбуши в нерестовые реки и заполнение нерестовых площадей рек в зал. Анива в районе от мыса Крильон до р. Починка изменен и определен период пропуска производителей тихоокеанских лососей к местам воспроизводства в районе от мыса Крильон до р. Починка с 05.08.2022 г. с интервалом трое суток пропуска — четверо суток промысла;
 - отменен с 05.08.2022 г. период пропуска производителей тихоокеанских лососей к местам воспроизводства в зал. Анива в районе от мыса Анива до 4 км южнее протоки лагуны Буссе;
- протокол от 11.08.2022 г. № 29 — в связи с продолжавшимися подходами горбуши в зал. Анива и заполнением нерестовых площадей рек на 50 % период пропуска производителей тихо-

океанских лососей к местам воспроизводства в районе от мыса Крильон до 2 км южнее р. Таранай был определен с 00-00 часов 12.08.2022 г. с интервалом двое суток пропуска — пять суток промысла.

По факту в 2022 г. общее заполнение нерестилищ горбуши в зал. Анива составило 40,8 % от оптимума. При этом на 100 % и более были заполнены нерестилища горбуши в девяти, на 71–100 % — в шести, на 51–70 % — в двух, менее чем на 50 % — в 12 реках. В первую очередь, оптимальное количество производителей горбуши было пропущено в реки восточного побережья залива, тогда как в реках западного побережья нерестилища горбуши полностью заполнены были только в четырех из 22 рек (18 %).

В соответствии с Приказом 382 по 31.08.2022 г. на участке от мыса Терпения до мыса Анива было закрыто промышленное рыболовство с применением ставных неводов с длиной центрального крыла невода, устанавливаемого от береговой полосы вглубь моря или залива, более 1500 м. Данное ограничение позволило заполнить нерестилища горбуши на юго-восточном побережье о. Сахалин.

Закономерной является задача по повышению точности результатов учетных траловых съемок молоди и преданадромной горбуши.

По современным представлениям [Шунтов, Темных, 2008; Шунтов и др., 2010, 2017, 2019; Заволокин, 2014; Найденко и др., 2021], основанным на результатах многочисленных съемок, тихоокеанские лососи имеют хорошую кормовую базу, которая не лимитирует их выживаемость в морской период жизни. Вместе с тем выживаемость, например, аляскинской нерки возрастает в годы, когда на ее морских нагульных акваториях преобладают северные сообщества веслоногих раков (Copepoda), которые характеризуются крупными размерами и высоким содержанием липидов [Tucker et al., 2015]. Помимо высокой энергетической ценности, последние являются депо незаменимого для тихоокеанских лососей каротиноидного пигмента — астаксантина, играющего исключительно важную роль в их жизнедеятельности. Например, он отвечает за устойчивость к низким температурам и к болезням, повышает репродуктивные возможности, выступает в роли антиоксиданта, а также обеспечивает толерантность развивающейся икры и личинок к продуктам метаболизма, концентрация которых в нерестовых гнездах возрастает на фоне ослабления проточности [Соин, 1956; Яржомбек, 1966, 1970; Микулин, Соин, 1975; Tyndale et al., 2008; Немова и др., 2016; Lehnert et al., 2016].

Помимо копепод, высоким содержанием астаксантина характеризуются эуфаузиевые раки (Euphausiacea) [Яржомбек, 1970]. На опубликованных материалах ТИНРО [Найденко и др., 2010; Найденко, Темных, 2016] показано [Марченко, в печати], что высокой выживаемостью характеризовались поколения охотоморской горбуши, становление численности которых проходило в условиях доминирования на морских нагульных акваториях веслоногих и эуфаузиевых раков. Иными словами, выживаемость тихоокеанских лососей связана не только с количественными характеристиками зоопланктона, но и с его качественными показателями, отражающими в том числе содержание в кормовых объектах астаксантина, с которым связаны как выживаемость и репродуктивный успех, так и созревание тихоокеанских лососей [Glubokovsky, Marchenko, 2019].

Сообщества зоопланктона чувствительны к факторам среды [Corkett, 1972; Волков, 2002, 2013, 2018; Заволокин, 2014; Banas et al., 2016], соответственно, климатический сдвиг сопровождается изменением количественных и качественных характеристик зоопланктонных сообществ, что, в свою очередь, находит отражение в динамике выживаемости тихоокеанских лососей. Не исключено, что анализ качественных характеристик зоопланктонных сообществ (в том числе по содержанию астаксантина) на нагульных морских акваториях охотоморской горбуши мог бы уточнить оценки учетных траловых съемок молоди в 2021 г. и преданадромных рыб в 2022 г. Для повышения оперативности анализа, вероятно, целесообразным будет применение молекулярно-генетического метода для рутинного определения видового состава зоопланктона [Ершова, 2020].

При оценке численности преданадромной горбуши, по-видимому, необходимо учитывать скорость течения на нагульных морских акваториях. Известно [Bailey et al., 1975], что горбуша интенсивно питается при скорости течения до 0,11 м/с. В то же время согласно результатам учетной траловой съем-

ки в весенне-летний период в СЗТО около 10 % рыб были отловлены на акваториях, на которых скорость течения препятствовала пищедобывательной активности рыб (см. рис. 11), что могло оказать негативное влияние на их выживаемость.

Наконец, не исключено, что в 2022 г. в прикурильских водах СЗТО на фоне снижения численности охотоморских стад выросла численность восточнокамчатских стад горбуши, что привело к значительному завышению оценки численности охотоморских стад в прикурильских водах СЗТО (рис. 13). Вместе с тем без специальных исследований (например, мечения навесными метками), невозможно оценить вклад преданадромной восточнокамчатской горбуши в численность вида в прикурильских водах СЗТО.

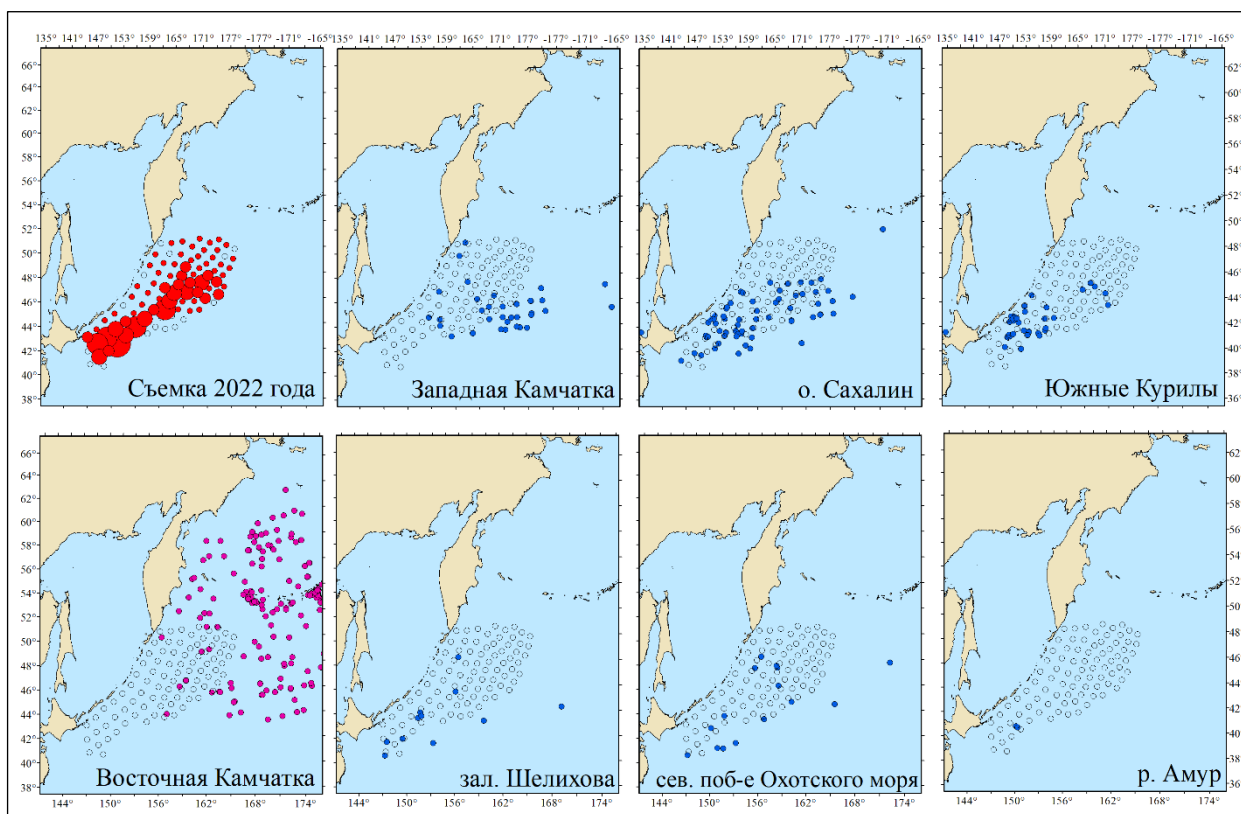


Рис. 13. Акватория выполнения учетной траловой съемки преданадромной горбуши в 2022 г. и распространение некоторых азиатских стад горбуши в западной части Северной Пацифики (результаты мечения навесными метками NPAFC за 1956–2000 гг.)

Fig. 13. Scheme of the counting trawl survey on preanadromous pink salmon in 2022 and areals of some Asian stocks of pink salmon in the western North Pacific (on results of tagging with NPAFC external tags in 1956–2000)

Отдельным вопросом является организация оперативной работы по обобщению промысловой и научной информации, используемой для научного сопровождения лососевого промысла на Дальнем Востоке России. В отличие от 2021 г., в 2022 г. Департамент анадромных рыб России ВНИРО не смог организовать представление ежедневной аналитической информации о ходе лососевой путины и с перебоями представлял еженедельные сводные материалы [<http://vniro.ru/ru/nauchnaya-deyatelnost/lososevaya-putina>]. При этом в соответствии с региональными Стратегиями данные о результатах промысла в Департамент поступали ежедневно.

В 2022 г. Департамент прекратил обобщение и представление научной информации, которую собирают научные сотрудники во время лососевой путины. К такой информации относятся термический и уровенный режимы водных объектов, качественные и количественные показатели тихоокеанских лососей, заполнение нерестилищ. В то же время основа для этого сформирована: как следует из доклада А.А. Байталюка, представленного на Дальневосточном бассейновом научно-промысловом совете (далее — ДВНПС) [https://www.fishnet.ru/news/novosti_otrasli/dalnevostochnyy-nauchno]

promyslovyy-совет-ocenit-itogi-lososovoy-putiny-2022/], в 2022 г. сбор материалов выполняли на 100 наблюдательных пунктах, были обследованы более 200 водных объектов, на учет численности пущенных на нерест производителей затратили около 300 полетных часов*.

Заключение

Первоочередной причиной отклонения фактического вылова тихоокеанских лососей (в первую очередь горбуши) от прогнозируемого объема добычи в 2022 г. были методические подходы, применённые при формировании прогнозных оценок. В основном это касается нивелирования разницы между прогнозными оценками вылова охотоморской горбуши, полученными дальневосточными филиалами консервативными методами, и прогнозными ожиданиями, основанными на ЕМ-кластеризации откочевывавшей молоди в осенний период 2021 г. и на результатах генетической дифференциации смешанных нагульных скоплений. Кроме того, в результате учетной траловой съемки преданадромной горбуши в прикурильских водах Тихого океана и Охотского моря не были получены репрезентативные материалы для оперативного уточнения перспектив промысла охотоморской горбуши. В результате этих съёмок было получено ошибочное подтверждение вероятности высокоурожайных подходов охотоморской горбуши. Фактический вылов западнокамчатской и восточносахалинской горбуши в 2022 г. был ближе к первоначальному (консервативному) прогнозируемому объёму вылова. Это также отметил А.А. Байталук в своем докладе на заседании ДВНПС. При этом в полной мере оправдался оптимистичный прогноз вылова горбуши в охотоморских промысловых районах Хабаровского края.

Приходится констатировать, что в настоящее время рыбохозяйственная наука не владеет методическими подходами, позволяющими с достаточным уровнем достоверности разделить смешанные нагульные скопления охотоморской горбуши на локальные стада или группы стад. Кроме того, среди исследователей нет единого представления о влиянии факторов среды на выживаемость тихоокеанских лососей в морской период жизни. Существуют две альтернативные гипотезы о значении условий морского нагула в формировании конечной численности тихоокеанских лососей. Согласно одной из них, условия среды в морской период жизни не являются определяющими для выживаемости как горбуши, так и других видов тихоокеанских лососей [Найденко и др., 2021].

Вместе с тем ошибки в прогнозных оценках не являются основанием для прекращения исследований морского периода жизни тихоокеанских лососей или для отказа от поиска генетических маркеров, которые позволят надежно дифференцировать в нагульных скоплениях горбушу по районам происхождения. Напротив, эти направления исследований следует развивать.

Для повышения точности прогнозных оценок необходимы переоценка приоритетов в лососевых исследованиях и расширение спектра применяемых методических подходов. В частности, требуется сместить акцент на расширение исследований пресноводного периода жизни, в который формируется первоначальная численность тихоокеанских лососей [Шунтов, Темных, 2008, 2011]. Повышению точности генетической идентификации региональной принадлежности горбуши в нагульных скоплениях может способствовать формирование реперной базы на основе покатной молоди. Для этого необходимо организовать ее сбор на протяжении всего периода покатной миграции во всех крупных промысловых районах и обеспечить оперативную доставку образцов в структурные подразделения, которые выполняют генетические исследования.

При изучении морского периода жизни важно организовать мечение тихоокеанских лососей навесными метками с целью уточнения районов происхождения рыб, нагульные акватории которых включают прикурильские воды Тихого океана. Как отмечено выше, выживаемость тихоокеанских

* Для примера, в 2021 г. работали 100 наблюдательных станций, были обследованы 204 водных объекта, а для учета численности пропущенных на нерест производителей затратили 503 полетных часа [Марченко, 2022б].

лососей обусловлена не только обилием на нагульных акваториях кормовых объектов, но и их качеством, в том числе содержанием астаксантина. Оценку состояния кормовой базы в местах нагула тихоокеанских лососей и определение их трофических показателей считаю целесообразным включить в перечень обязательных ежегодных работ по исследованию морского периода жизни.

До получения устойчивых достоверных результатов генетической дифференциации горбуши в нагульных скоплениях в крупных промысловых районах необходимо организовать исследования раннего морского периода жизни молоди тихоокеанских лососей, что позволит получать информацию о влиянии факторов среды на выживаемость тихоокеанских лососей в ранний морской период жизни и о вкладе того или иного района в общую численность нагуливающих рыб. Повышение точности оценок доли рыб разных регионов происхождения в смешанных скоплениях возможно по результатам выявления рыб, имеющих на отолитах метки, нанесенные на лососевых рыбоводных заводах. Для этого следует не только организовать обязательное и тотальное маркирование выращиваемой молоди, но и обеспечить оперативную идентификацию маркированных рыб в нагульных скоплениях.

Важным условием повышения точности прогнозов является использование сведений о лимитирующих факторах среды. Часть их находится в свободном доступе в среде Internet (уровень и расход воды в реках, высота снежного покрова, уровень осадков, ТПМ, ледовый режим Мирового океана, скорость морских течений, концентрация хлорофилла-а). В целях получения оперативной информации необходимо организовать либо их круглогодичный сбор на береговых стационарных наблюдательных постах (например, с использованием автоматических систем сбора), либо своевременное получение в Росгидромете и Росводресурсе. В первую очередь это касается скорости течения и уровня воды в реках, ее термического режима и мутности, глубины промерзания почв в зимний период. При этом использование информации о лимитирующих факторах должно быть сопряжено с данными о предпочтениях тихоокеанских лососей [Марченко, 2022а, в печати].

В завершение отмечу, что между рыбохозяйственной наукой и промыслом обязательно должна быть обратная связь. В настоящее время дальневосточные филиалы ВНИРО оперативно получают данные промысловой статистики, что предусмотрено как Приказом 170, так и региональными Стратегиями. В таком же оперативном режиме рыбохозяйственная отрасль должна как минимум получать обобщенную информацию о ходе лососевой путины, а как максимум — эта информация должна сопровождаться кратким анализом гидрометеорологических условий и краткосрочным прогнозом развития промысловой и гидрометеорологической обстановки на Дальнем Востоке России.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Автор выражает благодарность заместителю директора ФГБНУ «ВНИРО» по науке В.А. Беляеву за предоставление информации о вылове тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России в 2022 г.

The author is grateful to V.A. Belyayev, deputy director for science of VNIRO, for providing the data on catches of pacific salmon in the Far East of Russia in 2022.

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.

Список литературы

- Волков А.Ф.** Биомасса, численность и размерная структура эвфаузиид северной части Охотского моря в весенний период // Изв. ТИНРО. — 2002. — Т. 130. — С. 336–354.
- Волков А.Ф.** Сезонная и многолетняя динамика в планктоне эпипелагиали прикамчатских вод Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 175. — С. 206–233.
- Волков А.Ф.** Современное состояние весеннего планктонного сообщества северной части Охотского моря (1997–2017 гг.) // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 192. — С. 121–135. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-192-121-135.
- Воропаева Е.Н., Максимов В.Н., Малютин С.К. и др.** Обзор свойств и методов исследования митохондриальной ДНК // Journal of Siberian Medical Sciences. — 2016. — № 3; 8.
- Ершова Е.А.** Рутинное определение четырех симпатрических видов каляноидных копепод *Pseudocalanus* spp. в Атлантическом секторе Арктики с помощью видо-специфичной полимеразной цепной реакции // Океанологические исследования. — 2020. — Т. 48, № 1. — С. 62–72. DOI: 10.29006/1564-2291.JOR-2020.48(1).4.
- 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.
- Кинас Н.М.** Сравнительная характеристика покатной миграции молоди горбуши на западном и восточном побережьях Камчатки на примере реперных рек (Утка и Хайлюля) : отчет о НИР / КамчатНИРО. № 8441. — Петропавловск-Камчатский, 2011. — 30 с.
- Кульбачный С.Е.** Экология и структура популяций кеты северо-западной части континентального побережья Охотского моря : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ИБМ ДВО РАН, 2010. — 24 с.
- Марченко С.Л.** Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmoniformes, Salmonidae) материкового побережья Охотского моря. Сообщение 1. Производители // Изв. ТИНРО. — 2022а. — Т. 202, вып. 4. — С. 741–773. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-741-773. EDN: MEIOUH.
- Марченко С.Л.** Анализ лососевой путины 2021 г. // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2022б. — С. 3–14.
- Марченко С.Л.** Роль отдельных факторов среды в формировании численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Лососевые рыбы: биология, воспроизводство, промысел. — Мурманск : ПИНРО (в печати).
- Материалы, обосновывающие прогнозируемый объем вылова тихоокеанских лососей во внутренних водах Российской Федерации и в территориальном море Российской Федерации на Дальнем Востоке России в 2022 году.** — М. : ВНИРО, 2022. — 433 с.
- Микулин А.Е., Соин С.Г.** О функциональном значении каротиноидов в эмбриональном развитии костистых рыб // Вопр. ихтиол. — 1975. — Т. 15, вып. 5 (94). — С. 833–844.
- Найденко С.В., Старовойтов А.Н., Куренкова Е.В. и др.** Питание тихоокеанских лососей в зоне Субарктического фронта в зимне-весенний период 2009 г. // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 161. — С. 142–161.
- Найденко С.В., Темных О.С.** Выживаемость тихоокеанских лососей в Северной Пацифике в зимне-весенний период // Изв. ТИНРО. — 2016. — Т. 185. — С. 67–94. DOI: 10.26428/1606-9919-2016-185-67-94.
- Найденко С.В., Хен Г.В., Фигуркин А.Л. и др.** Условия нагула молоди горбуши в осенне-зимний период на примере сезона 2019/2020 гг. // Вопр. рыб-ва. — 2021. — Т. 22, вып. 4. — С. 96–115. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-96-115.
- Немова Н.Н., Мурзина С.А., Мещерякова О.В. и др.** Система биохимических и молекулярно-генетических показателей, используемая для оценки метаболизма молоди лососевых рыб в раннем онтогенезе // Эколого-биохимический статус молоди атлантического лосося *Salmo salar* L. из некоторых рек бассейна Белого моря. — Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2016. — С. 60–89.
- Соин С.Г.** О дыхательном значении каротиноидного пигмента в икре лососевых рыб и других представителей отряда сельдеобразных // Зоол. журн. — 1956. — Т. 35, вып. 9. — С. 1362–1369.
- Шевляков Е.А., Канзепарова А.Н., Шевляков В.А. и др.** Итоги лососевой путины в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2020 г., перспективы вылова горбуши в 2021 г. // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2020. — С. 3–16.
- 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., Иванов О.А.** Об устойчивости стереотипов в представлениях о морской экологии тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus* spp.) // Изв. ТИНРО. — 2017. — Т. 188. — С. 3–36. DOI: 10.26428/1606-9919-2017-188-3-36.
- Шунтов В.П., Темных О.С., Найденко С.В.** Ещё 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.
- Шунтов В.П., Темных О.С., Найденко С.В. и др.** К обоснованию экологической емкости дальневосточных морей и субарктической Пацифики для пастбищного выращивания тихоокеанских лососей. Сообщение 4. Влияние фактора плотности на обеспеченность тихоокеанских лососей пищей и их роль в потреблении кормовой базы nektona // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 161. — С. 25–52.

Шунтов В.П., Темных О.С., Шевляков В.А. Лососевая путина–2015: успехи и неудачи, контрасты «север–юг» // Бюл. № 10 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2015. — С. 3–15.

Яржомбек А.А. Динамика жира и астаксантина в гонадах лососей // Вопр. ихтиол. — 1966. — Т. 6, вып. 1(38). — С. 171–176.

Яржомбек А.А. Каротиноиды лососевых и их связь с воспроизводством этих рыб // Тр. ВНИРО. — 1970. — Т. 69. — С. 234–267.

Bailey J.E., Wing B.L., Mattson C.R. Zooplankton abundance and feeding habits of fry of pink and chum salmon in Traitors Cove, Alaska, with speculations on the carrying capacities of the area // Fish. Bull. — 1975. — Vol. 73. — P. 846–861.

Banas N.S., Møller E.F., Nielsen T.G., Eisner L.B. Copepod Life Strategy and Population Viability in Response to Prey Timing and Temperature: Testing a New Model across Latitude, Time, and the Size Spectrum // Front. Mar. Sci. — 2016. — Vol. 3. — P. 225. DOI: 10.3389/fmars.2016.00225.

Corkett C.F. Development rate of copepod eggs of the genus *Calanus* // J. Exp. Mar. Biol. Ecol. — 1972. — Vol. 10, № 3. — P. 171–175. DOI: 10.1016/0022-0981(72)90070-6.

Glubokovsky M.K., Marchenko S.L. On the issue of life strategy formation in Pacific Salmon of the genus *Oncorhynchus* (Salmonidae) // Journ. of Ichthyology. — 2019. — V. 59, № 4. — P. 516–526. DOI: 10.1134/S0032945219040040.

Lehnert S.J., Heath D.D., Devlin R.H., Pitcher T.E. Post-spawning sexual selection in red and white Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) : Behavioral Ecology. — 2016. — 10 p. DOI: 10.1093/beheco/arw142.

Morin P.A., Luikart G., Wayne R.K. *SNP Workshop Group*. SNPs in ecology, evolution and conservation // Trends in ecology and evolution. — 2004. — Vol. 19(4). — P. 208–216. DOI: 10.1016/j.tree.2004.01.009.

Tucker S., Thiess M. E., Morris J.F.T. et al. Coastal Distribution and Consequent Factors Influencing Production of Endangered Snake River Sockeye Salmon // Trans. Amer. Fish. Soc. — 2015. — Vol. 144. — P. 107–123. DOI: 10.1080/00028487.2014.968292.

Tyndale S.T., Letcher R.J., Heath J.W., Heath D.D. Why are salmon eggs red? Egg carotenoids and early life survival of Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) // Evol. Ecol. Res. — 2008. — Vol. 10. — P. 1187–1199.

Поступила в редакцию 24.03.2023 г.

После доработки 27.03.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

*The article was submitted 24.03.2023; approved after reviewing 27.03.2023;
accepted for publication 3.04.2023*

ТРАЛОВЫЕ УЧЕТЫ НЕКТОНА ВО ВРЕМЯ СЕЗОННЫХ МИГРАЦИЙ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В СЗТО, БЕРИНГОВОМ И ОХОТСКОМ МОРЯХ В 2022 Г.

А.Н. Старовойтов, С.С. Пономарев*

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

Аннотация. В результате выполненных траловых съемок эпипелагиали российских вод СЗТО в пределах и за пределами российской ИЭЗ, западной части Берингова моря, тихоокеанских вод Командорских островов, южной, западной и восточной частей Охотского моря 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 и посткатадромной молоди осенью, неполовозрелых лососей в период их сезонного нагула, описаны основные скопления преданадромной горбуши в СЗТО и постанадромных лососей в открытых водах Берингова и Охотского морей. В результате съемок получены новые данные о размерно-весовом составе скоплений, собраны материалы для анализа пространственной дифференциации различных региональных групп горбуши на обследованных акваториях.

Ключевые слова: СЗТО, Курильские острова, Охотское море, Берингово море, горбуша, кета, нерка, чавыча, тихоокеанские лососи, миграции, численность, биомасса, распределение, температура, динамика вод

Для цитирования: Старовойтов А.Н., Пономарев С.С. Траловые учеты нектона во время сезонных миграций тихоокеанских лососей в СЗТО, Беринговом и Охотском морях в 2022 г. // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 36–56. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-36-56. EDN: RYXODB.

Short message

Trawl counts of nekton during seasonal migrations of pacific salmon in the North-West Pacific, Bering and Okhotsk Seas in 2022

Aleksander N. Starovoitov*, Sergey S. Ponomarev**

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

* Ph.D., chief specialist, aleksander.starovoitov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X

** chief specialist, sergei.ponomarev@tinro-center.ru, ORCID 0000-0003-1057-3913

Abstract. Spatial distribution, abundance and biomass of fish species, cephalopods and jellyfishes are determined in the epipelagic layer on the data of trawl surveys conducted with RV TINRO and RV Professor Kaganovsky in the Pacific waters at Kuril and Commander Islands, western Bering Sea, and Okhotsk Sea in 2022. Modern state of the nekton communities is considered, in particular the state of pink and other species of pacific salmon in summer and autumn seasons. New data on the size-weight composition of pacific salmon are presented; materials for spatial differentiation between their regional groups of pink salmon are available.

Keywords: North-West Pacific, Kuril Islands, Okhotsk Sea, Bering Sea, pink salmon, chum salmon, sockeye salmon, coho salmon, pacific salmon, salmon migration, fish abundance, fish biomass, fish distribution, water temperature, water circulation

For citation: Starovoitov A.N., Ponomarev S.S. Trawl counts of nekton during seasonal migrations of pacific salmon in the North-West Pacific, Bering and Okhotsk Seas in 2022, in *Bull. N 17 izucheniya tikhoookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 36–56. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-36-56. EDN: RYXODB.

* Старовойтов Александр Николаевич, кандидат биологических наук, главный специалист, aleksander.starovoitov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X; Пономарев Сергей Сергеевич, главный специалист, sergei.ponomarev@tinro-center.ru, ORCID 0000-0003-1057-3913.

© Старовойтов А.Н., Пономарев С.С., 2023

Результаты тралового учета нектона и макропланктона в период преданадромных миграций тихоокеанских лососей в северо-западной части Тихого океана

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 на НИС «ТИНРО» 31.05–04.07.2022 г.

Приоритетной задачей экспедиции было обнаружение скоплений тихоокеанских лососей (в первую очередь горбуши *Oncorhynchus gorbusha* охотоморских стад), оконтуривание и количественный учет их численности и биомассы, а также других представителей нектона и макропланктона в указанных районах. В течение 19 календарных дней была обследована эпипелагиаль тихоокеанских вод Курильских островов в пределах ИЭЗ РФ. Далее с 19 июня по 04 июля съемка была продолжена в водах северо-западной части Тихого океана за пределами ИЭЗ РФ. В итоге в пределах 200-мильной зоны было выполнено 41 траление. В тихоокеанских водах за пределами ИЭЗ РФ НИС «ТИНРО» произвел 50 постановок и выборок трала и аналогичное количество гидрологических и планктонных станций.

Суммарная площадь обследованной акватории съемки составила 1,1 млн км², из которых 1/3 (355 тыс. км²) пришлось на районы за границей 200-мильной экономической зоны РФ. Как и в большинстве аналогичных экспедиций предыдущих лет, летом 2022 г. на охваченной съемкой акватории удалось оконтурить абсолютное большинство преданадромной горбуши охотоморского бассейна.

Традиционно в летний период 2022 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 нектонного сообщества данного региона, как и в предыдущие годы аналогичных съемок, оказались мезопелагические виды рыб и кальмаров, совершающие массовые вертикальные миграции в поверхностный слой в ночное время, а в южных районах съемки — группа южнобореальных и субтропических видов.

У рыб наиболее часто отмечаемыми в уловах видами оказались половозрелая горбуша, нагульная молодь и половозрелая кета *Oncorhynchus keta*, которые были зарегистрированы соответственно в 78, 66 и 62 % траловых уловов (71, 60 и 56 тралений из 91 учетного). Реже встречалась нагульная нерка *Oncorhynchus nerka* — 27 % (25 тралений), преданадромный кижуч *Oncorhynchus kisutch* — 13 случаев поимки (14 %), дальневосточная сардина иваси *Sardinops melanostictus* — 14 %. Японская скумбрия *Scomber japonicus* была поймана лишь на 7 станциях съемки (встречаемость — 8 %).

За исключением горбуши, чаще других тихоокеанских лососей, впрочем, как и всех прочих гидробионтов, в составе уловов эпипелагических тралений в тихоокеанских водах встречались кишечнополостные: так, группа гидроидных медуз рода *Aequorea* по частоте встречаемости с долей 81 % (74 случая поимки) заняла первое место, камчатская фацеллофора *Phacellophora camtschatica* была поймана на 67 траловых станциях (74 %) и третье место среди этой группы гидробионтов принадлежит компасной хризоре *Chrysaora melanaster*, которая была отмечена в уловах 60 раз из 91 траления (66 %).

Из рыб умеренно бореальной и субтропической группы в пределах стандартных биостатистических районов СЗТО в траловых уловах, помимо скумбрии и сардины, в 3 случаях (3 %) отмечен японский морской лещ *Brama japonica*, а при разборе 2 траловых уловов (2 %) в них присутствовала сайра *Cololabis saira*.

Из головоногих моллюсков в уловах преимущественно встречались три вида: тихоокеанский *Todarodes pacificus*, крючконосный *Onychoteuthis borealijaponica* и камчатский *Gonatus kamtschaticus* кальмары. Их встречаемость в уловах, выполненных преимущественно за пределами ИЭЗ РФ, составила соответственно 11, 4 и 15 %. На всей акватории съемки камчатский кальмар встречался как в дневных, так и в ночных тралениях.

По итогам траловой съемки в июне-июле 2022 г. в верхней эпипелагиали обследованной акватории СЗТО учтено 2,84 млн т нектона и кишечнорастворимых. Численность представителей всех групп гидробионтов, отмеченных в уловах, составила 35,15 млрд экз.

Для сравнения, во время съемки, выполненной годом ранее (2021 г.), на существенно большей площади было учтено 6,57 млн т и 187,3 млрд экз. Оценки, полученные в 2020 г. на акватории такой же площади, как и в текущем году (1,1 млн км²), составили 7,28 млн т и 186,2 млрд экз.

Более 2/3 учтенной летом 2022 г. биомассы гидробионтов (2,28 млн т, или 80 %) пришлось на ихтионектон. Доли головоногих моллюсков и медуз соответственно составили 4,6 % (129,8 тыс. т) и 15,3 % (434,4 тыс. т) от суммарной биомассы гидробионтов.

Как и в предыдущие пять лет наблюдений, основу численности ихтионектона в раннелетний период в СЗТО формировали интерзональные мезопелагические виды и мигранты из субтропических вод. В очередной раз летом 2022 г. в южных и юго-восточных районах съемки были обнаружены плотные скопления сардины иваси. В сумме было учтено 15,1 млрд экз. (биомасса — 1,02 млн т) сардины иваси. Существенно меньшее количество по отношению к оценкам аналогичных съемок предыдущих лет было учтено скумбрии — 78,8 млн экз. и 29,3 тыс. т (рис. 1).

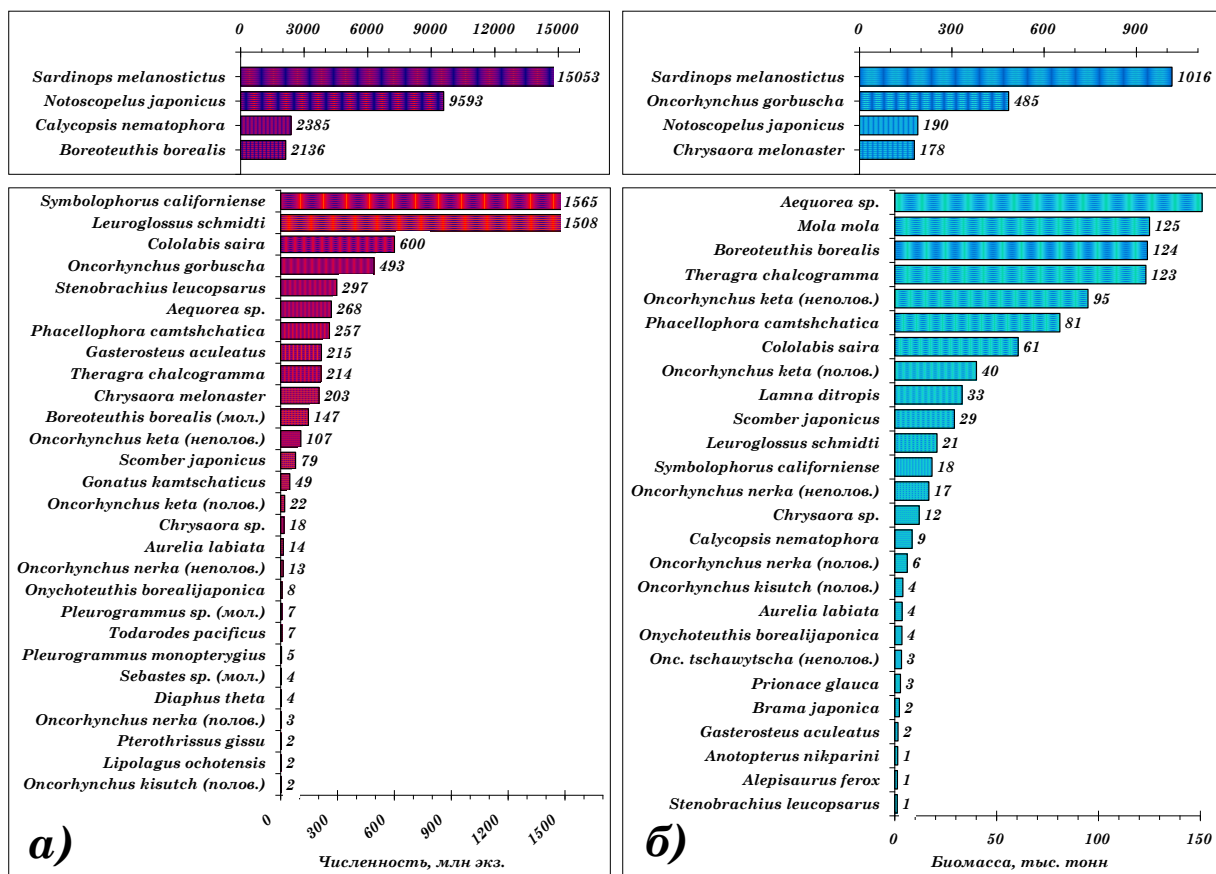


Рис. 1. Распределение массовых видов нектона по учтенной численности (а) и биомассе (б) 31.05–04.07.2022 г. Ряды разделены на две панели с масштабом шкалы в отношении 1 : 10 (а) и 1 : 7 (б)

Fig. 1. Abundance (а) and biomass (б) of the most numerous fish and squid species in the Pacific waters at Kuril Islands on May 31 — July 4, 2022. Both series are divided to two panels with the scale ratio between them 1 : 10 (а) and 1 : 7 (б)

Из десятка представителей мезопелагических рыб в южных глубоководных районах съемки по этим показателям абсолютно доминировал японский нотоскопел *Notoscopelus japonicus*. Итоговая численность этого вида по результатам съемки составила 9,6 млрд экз., а биомасса — 189,8 тыс. т. Второй представитель этого семейства — симболофор *Symbolophorus californiense*, также показал высокую численность — 1,56 млрд экз. (рис. 1, а).

Тихоокеанских лососей во всех районах съемки было учтено 640,7 млн экз., из которых 77 %, или 493 млн экз., пришлось на долю горбуши, а суммарная биомасса лососей составила 650,5 тыс. т (горбуша — 485,1 тыс. т, или 75 % от суммарной биомассы тихоокеанских лососей).

Среди головоногих моллюсков традиционно высокие оценки численности и биомассы во время съемки были у северного кальмара *Boreoteuthis borealis*, молоди и взрослых особей которого было учтено в сумме 2,14 млрд экз. и 124,0 тыс. т.

В итоге результаты учета нектона в раннелетний период 2022 г. в СЗТО можно резюмировать в формате соотношения их основных групп и отдельных видов в суммарной оценке биомассы рыб и головоногих моллюсков следующим образом: первое место занимала дальневосточная сардина — 1,01 млн т (42 % от итоговой оценки биомассы рыб и головоногих моллюсков), второе место — лососи (650,5 тыс. т, или 27 %), третье — мезопелагические рыбы (233 тыс. т, или 9,7 %), нотоскопел (190 тыс. т, или 82 %) и 130 тыс. т, или 5,4 % — головоногие моллюски (рис. 2). В составе ихтио- и тейтоцена также заметной была доля минтая, которого в прикурильских районах съемки было учтено 123,3 тыс. т, что соответствовало 5,1 % от суммарной живой массы рыб и головоногих моллюсков (рис. 2).

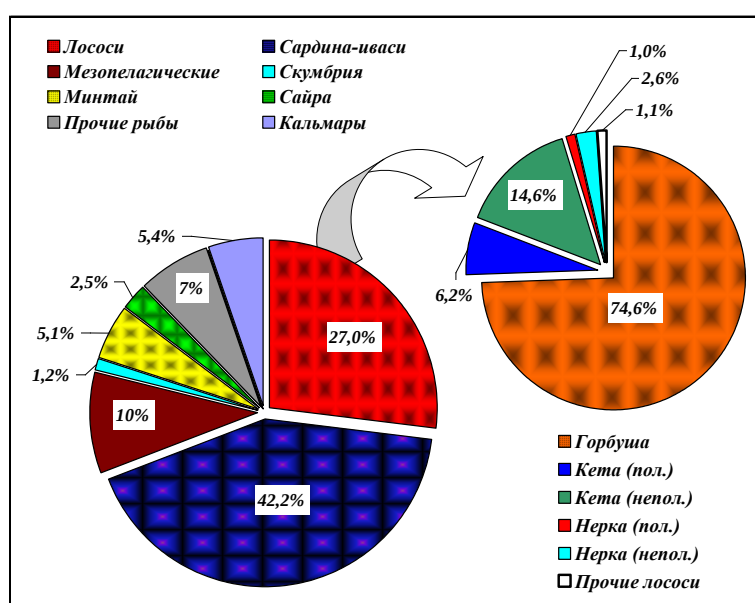


Рис. 2. Соотношение видов и групп нектона в суммарной биомассе рыб и кальмаров (без кишечнорастворимых) в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана 31.05–04.07.2022 г.

Fig. 2. Ratio of species and groups of the nekton communities in the epipelagic layer of North-West Pacific on May 31 — July 4, 2022

Ученный уровень биомассы преданадромной горбуши оказался несколько выше среднесезонных оценок ее обилия в четные годы за период с 2010 по 2020 г. (средняя биомасса 457 тыс. т) — 485 тыс. т. По результатам охотоморской осенней траловой съемки 2021 г. суммарная численность сеголеток горбуши была оценена в 1,29 млрд экз. Ученный уровень численности сеголеток горбуши оказался одним из самых высоких за весь период комплексных исследований по учету откочевывающей посткатадромной молоди. Исходя из этих оценок обилия сеголеток горбуши, вышедших в открытые морские и далее океанические районы на нагул, следовало ожидать и соответствующего уровня возврата производителей горбуши в бассейн Охотского моря (при условии благоприятной зимовки в океане). Ожидания оказались оправданными: по данным летней траловой съемки 2022 г. в СЗТО суммарная численность преданадромной горбуши на акватории 1,1 млн км² составила 493 млн экз. при биомассе 485 тыс. т.

Горбуша начала встречаться в уловах с первого траления, выполненного восточнее о. Шикотан, и далее ее уловы на станциях первого разреза съемки, выполненного вдоль линии южных Курильских островов, составляли от 12 до 24 экз./час траления (рис. 3).

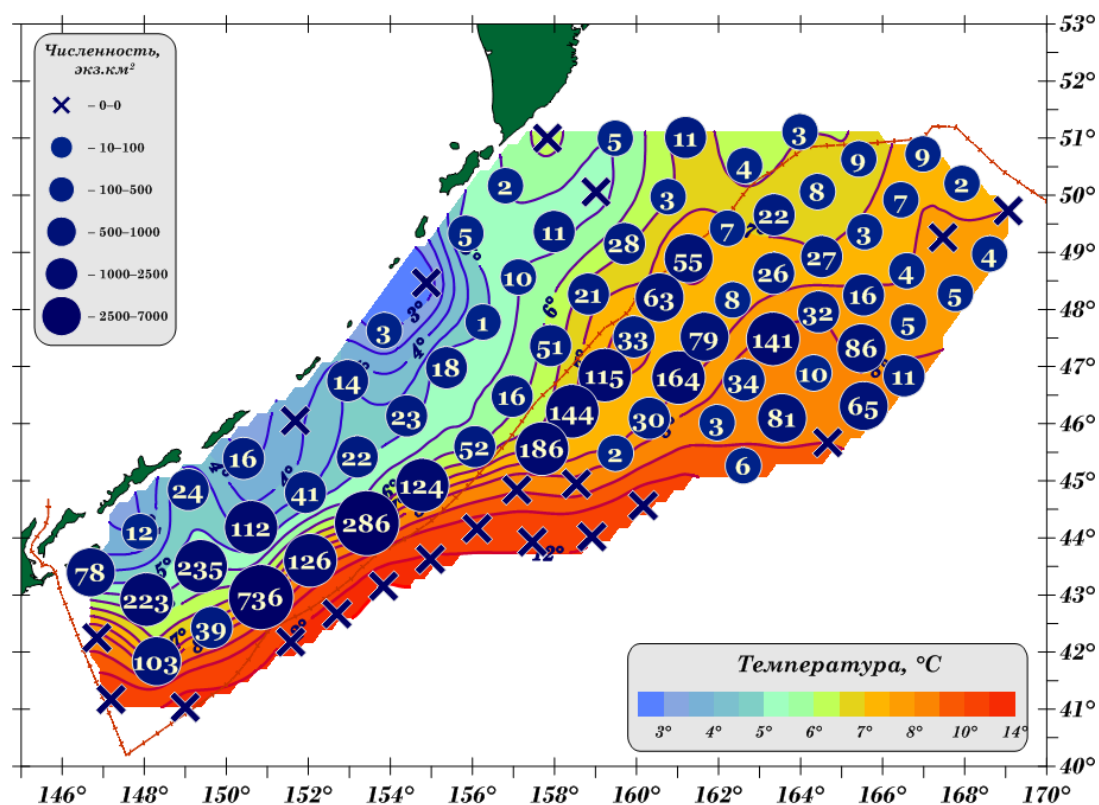


Рис. 3. Пространственное распределение уловов горбуши (экз./км²) в верхней эпипелагиали северо-западной части Тихого океана 31.05–04.07.2022 г. Цифры — улов, экз./час траления. Приведена температура воды на поверхности

Fig. 3. Spatial distribution for catches of pink salmon in the epipelagic layer of North-West Pacific on May 31 — July 4, 2022. Numbers — CPUE, ind. per hour of trawling; contour lines — SST, °C

На траловых станциях второго и третьего разрезов горбуша повсеместно присутствовала в уловах. Более крупные уловы преднерестовой горбуши отмечались на южных станциях: здесь она облавливалась в количествах от 23 до 235 экз. на втором разрезе и от 52 до 736 экз./час траления — на третьем. На четвертом и пятом разрезах единичные особи преданадромной горбуши отмечались лишь на северных станциях, а ее полное отсутствие выявили с помощью тралений, выполненных на южных краевых станциях этих разрезов. В дальнейшем траления, выполненные на 6–7-м разрезах съемки севернее 44 параллели, показали, что горбуша отмечалась в уловах от единичных особей до 65–86 экз./час траления, а юго-западнее отмеченной границы горбуша в траловых уловах отсутствовала. Таким образом, граница, за которую начиная с южных станций 4–5-го разрезов горбуша не распространялась, проходила по акватории, на которую проникали трансформированные водные массы с температурами воды на поверхности от 9 °C и выше (рис. 3).

Относительно крупные уловы горбуши на краевых северных и восточных станциях последних разрезов, на наш взгляд, являются последним эшелонном хода преднерестовой охотоморской горбуши различных регионов. В пользу этого свидетельствуют биологические показатели горбуши, которая облавливалась здесь: высокая зрелость гонад, соотношение полов с преобладанием самок — характерные признаки арьергардной части хода.

По результатам всей съемки соотношение полов было с небольшим перевесом в сторону самок — 52 %, против 48 % самцов (по суммарным данным всех измерений и биологических анализов). 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 и восточных станциях съемки, а в центральной и южной частях разрезов 1–4 размеры горбуши были несколько меньше, а масса — легче (рис. 4).

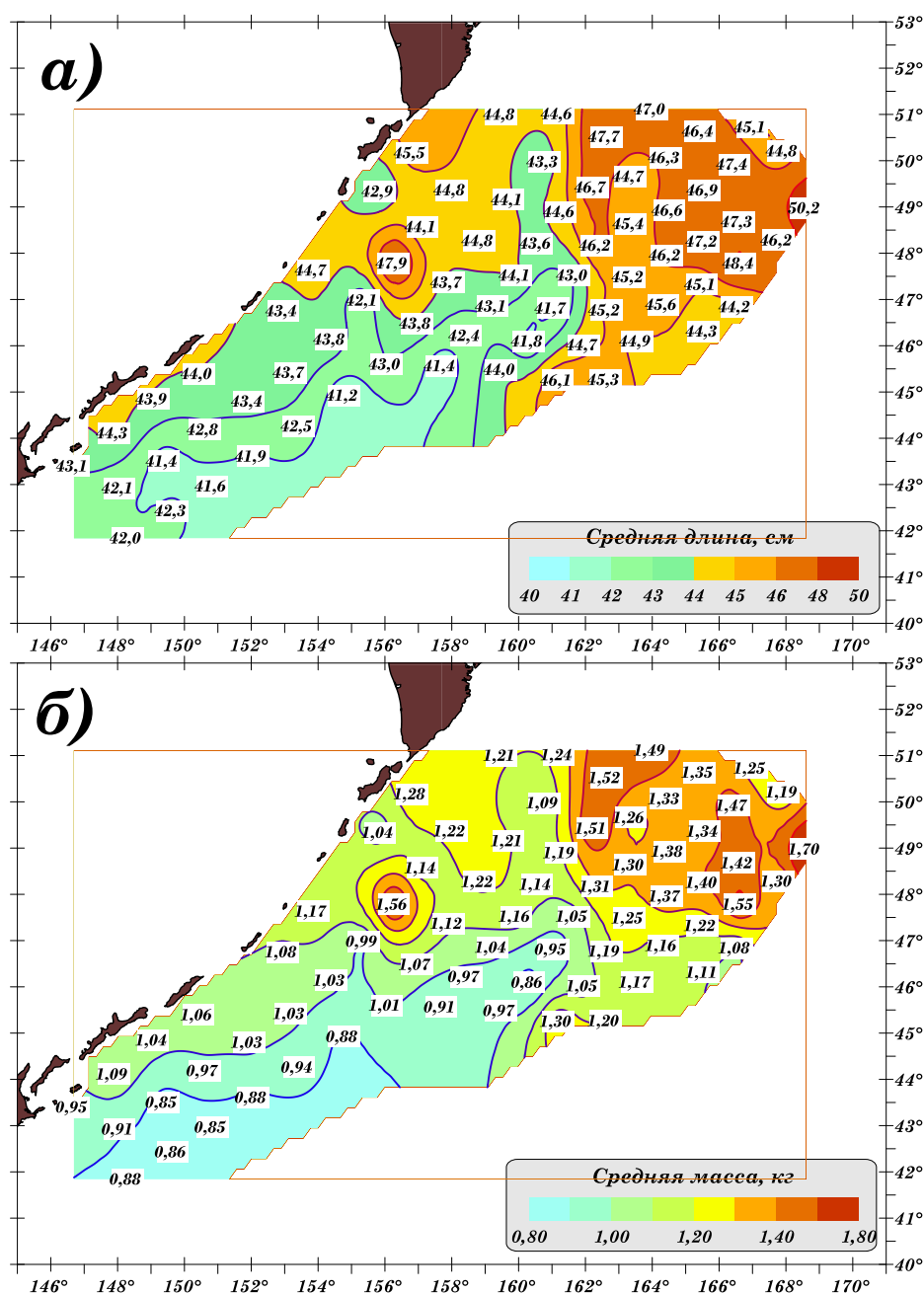


Рис. 4. Пространственное распределение средней длины (а) и массы (б) горбуши 31.05–04.07.2022 г. Цифры — средняя длина (см) и масса (кг)

Fig. 4. Spatial distribution for average fork length (a) and average body weight (b) of pink salmon in the North-West Pacific on May 31 — July 4, 2022. Numbers — fork length (cm) and body weight (g)

Таким образом, в зональном распределении средних размерно-весовых показателей горбуши прослеживался тренд увеличения длины и массы преданадромной горбуши от западных к северо-восточным (восточным) районам съемки.

Во всех обследованных районах доминировали рыбы с длиной тела 40–46 см. По данным биологического анализа 2954 экз. горбуши ее средняя длина составила 43,1 см, а средняя масса — 1,024 (для сравнения за период с 2016 по 2021 г. средняя навеска горбуши составляла от 0,840 до 0,980 кг).

В широтном пространственном распределении индекса зрелости гонад (ГСИ) горбуши обоих полов была заметна тенденция увеличения его средних значений от южных к северным станциям. В меридиональном направлении распределение индексов зрелости производителей горбуши имело следующие особенности: в северной части съемки у рыб обоих полов существенно более зрелая рыба отмечалась на крайних северо-восточных разрезах съемки, а западнее — на 2–4-м — индексы зрелости гонад и самок, и самцов были в среднем ниже (рис. 5).

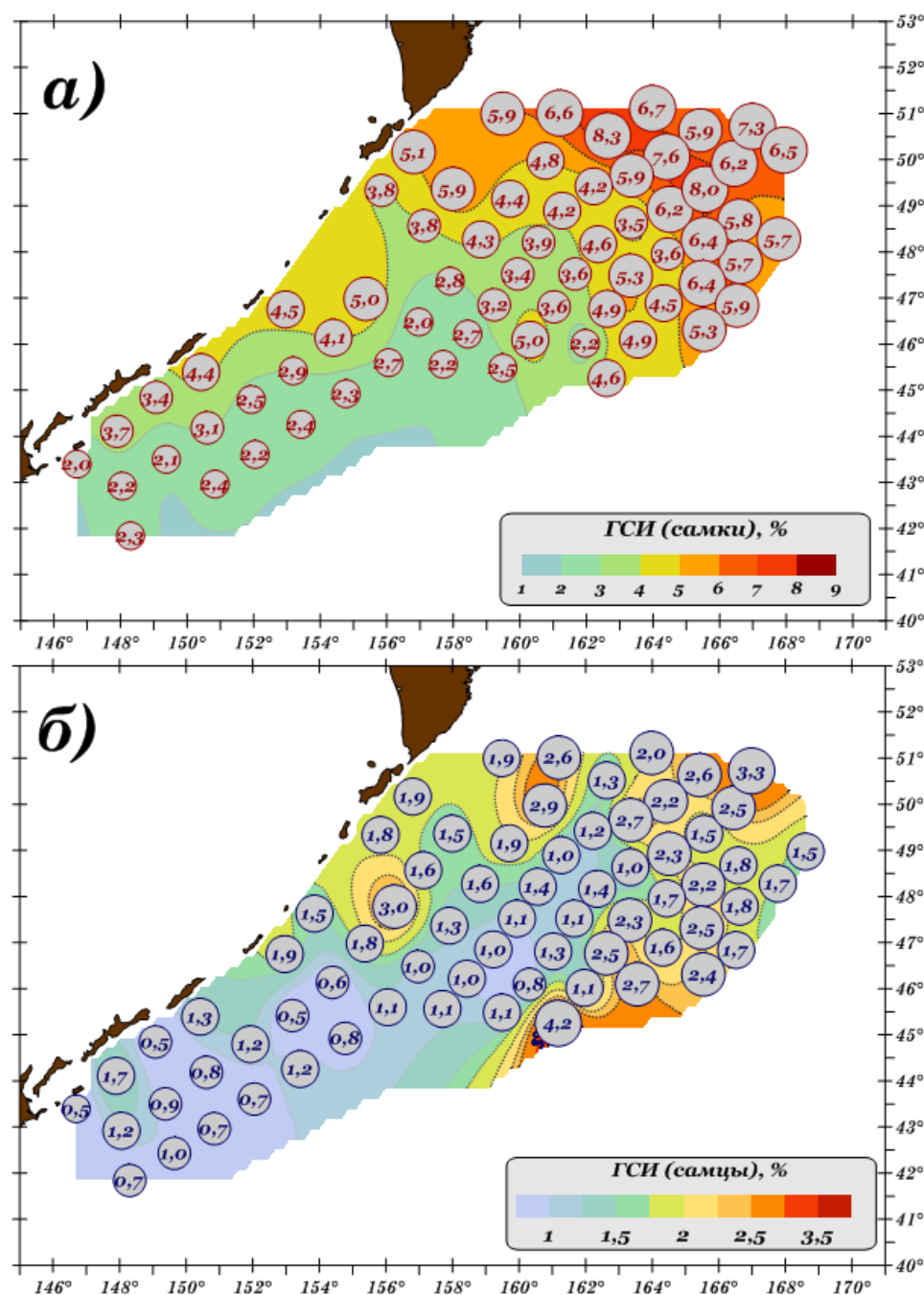


Рис. 5. Пространственное распределение средних значений гонадосоматического индекса самок (а) и самцов (б) горбуши 31.05–04.07.2022 г. Цифры — средний ГСИ, %

Fig. 5. Spatial distribution for average gonad-somatic index (GSI) of pink salmon females (a) and males (b) in the North-West Pacific on May 31 — July 4, 2022. Numbers — GSI, %

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 глав-

ным образом более зрелая горбуша раннего нереста, в южных районах, напротив, менее зрелая позднего осеннего.

Традиционно второе место среди лососей как по численности, так и по биомассе в тихоокеанских водах в летний период занимала кета. Учетная численность и биомасса кеты без разделения на функциональные группы летом 2022 г. составили в сумме 128,3 млн экз. и 135 тыс. т. Уровень обилия вида летом 2022 г. оказался одним из самых высоких за последние 12 лет. С 2010 по 2021 г. учитывали от 64 до 145 тыс. т.

Области относительно высоких уловов кеты были отмечены в северных, северо-восточных районах съемки. На акватории более южных районов съемки в пределах экономической зоны преадромная кета встречалась в уловах штучно либо отсутствовала. Половозрелой кеты на акватории съемки учтено 21,53 млн экз. и 40,12 тыс. т. В соотношении полов у половозрелой кеты со значительным перевесом преобладали самки — 62 %. Средняя длина и масса половозрелой кеты по данным всех результативных по ее поимки тралений составила 52,9 см и 1,898 кг.

Суммарные численность и биомасса неполовозрелой кеты по данным летней съемки НИС «ТИНРО» составили 106,8 млн экз. и 94,9 тыс. т. Всего неполовозрелой кеты за съемку было выловлено 1084 экз., из которых 593 экз. (55 %) оказались самцами. Средняя длина кеты по данным всех тралений составляла 45,4 см, при массе 1,168 кг. Молодь первого морского года нагула доминировала по численности среди прочих размерно-возрастных групп неполовозрелой кеты — 60 %. Численность годовиков составила 64,4 млн экз., а биомасса — 34,6 тыс. т.

Результаты тралового учета нектона и макропланктона в период посткатадромных миграций тихоокеанских лососей в Беринговом и Охотском морях

Берингово море и тихоокеанские воды Командорских островов

Осенняя траловая съемка верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и сопредельных тихоокеанских вод Командорских островов была выполнена на НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» в период с 25 сентября по 9 октября. Как и съемка 2021 г., исследования в Беринговом море и сопредельных водах Командорских островов в 2022 г. были начаты на одну декаду раньше съемок 2018–2020 гг. Но по сравнению с аналогичными учетными работами в западной части моря, проведенными в осенний период 2008–2013 и 2017 и 2021 гг., съемкой была охвачена только акватория глубоководных котловин моря в пределах ИЭЗ РФ, а его северные мелководные районы — Анадырский залив, свал глубин олюторского и наваринского районов — обследованы не были. В итоге за 15 судов-суток, из которых только 12 из-за погодных условий можно отнести к рабочим, двумя судами были выполнены в общей сложности 53 эпипелагических траления (слой 0–30 м).

Общее генеральное направление галсов съемки соответствовало стандарту учетов посткатадромной молодежи лососей: в направлении от тихоокеанских вод, юго-восточных, восточных районов моря — от линий, обозначенных Командорскими островами и границей ИЭЗ РФ — на запад, северо-запад российской ИЭЗ Берингова моря.

Основу уловов эпипелагических тралений традиционно составляли нектон, представленный рыбами и кальмарами, и желетелый мегапланктон. Всего в период исследований в уловах отмечено 23 вида рыб (в том числе и с неустановленной видовой принадлежностью) из 17 семейств, 2 вида кальмаров, которые все входили в одно семейство (Gonatidae), и 7 видов сцифоидных и гидроидных медуз.

Традиционно для подобных съемок нектонное сообщество глубоководной западной части Берингова моря в сентябре-октябре 2022 г. соответствовало по своему составу позднему летнему сезону. Об этом, помимо посткатадромной молодежи лососей, свидетельствовало большое количество молодежи и взрослых представителей нектона, массовые миграции в западную часть моря видов южнобо-

реально-субтропического и умеренно бореального комплексов. Так, в юго-западной части моря и в уловах тралений, выполненных в тихоокеанских водах у прол. Ближнего, как и в предшествующие пять лет, присутствовали виды, традиционно относимые к мигрантам из южных районов СЗТО. Относительно широкое распространение здесь имели дальневосточная сардина, сайра и японский морской лещ *Brama japonica*.

Очередной раз в западной части Берингова моря зафиксирована высокая численность трехиглой колюшки *Gasterosteus aculeatus*. Как и три предыдущих года наблюдений, порядок ее численности оказался рекордным среди других представителей нектонного сообщества.

Из особенностей осенней съемки 2022 г. (в прочем, как и 2021 г.), в отличие от съемок последних лет, следует отметить полное отсутствие в уловах хищных рыб, которые для этой части моря в осенний период являются вполне типичными представителями ихтиоценоа эпипелагиали. Так, за съемку не было поймано ни одного экземпляра сельдевой акулы *Lamna ditropis* и мезопелагических хищников — кинжалозуба *Anotopterus nikparini* и большеголового алеписавра *Alepisaurus ferox*.

По результатам съемки численность и биомасса нектона и макропланктона в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и сопредельных вод СЗТО в сентябре-октябре 2022 г. составили 35,635 млрд экз. и 1,484 млн т. Основу численности учтенных в 2022 г. гидробионтов формировал ихтионектон — 89,5 %, что обеспечивалось высокой численностью двух малоразмерных видов — в первую очередь трехиглой колюшки и молоди минтая, итоговая численность которых была оценена в 26,486 (74,3 % от учтенной численности всех живых организмов) и 3,69 млрд экз. (10,4 %). Оценки численности этих видов годом ранее составили соответственно 26,87 (52,5 %) и 11,33 млрд экз. (22,1 %). Более чем вдвое ниже численности сеголеток минтая оказалась численность и доля северного кальмара, которого вместе с молодь было учтено 1,573 млрд экз., или 4,4 % от суммарной численности нектона и медуз (рис. 6, а).

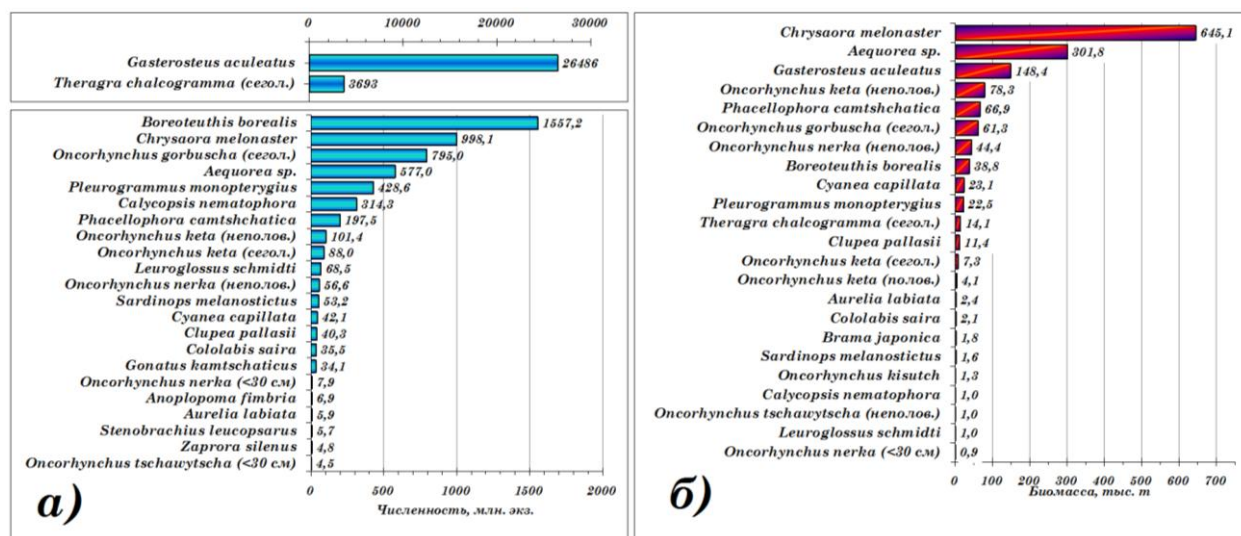


Рис. 6. Распределение по численности (а) и биомассе (б) отдельных видов нектона и макропланктона, учтенных в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов в сентябре-октябре 2022 г.

Fig. 6. Abundance (а) and biomass (б) of certain fish, squid and jellyfish species in the epipelagic layer of western Bering Sea and Pacific waters at Commander Islands in September-October 2022

Таким образом, среди представителей нектона и макропланктона тройка лидеров по численности выглядела следующим образом: колюшка — сеголетки минтая — северный кальмар.

Учтенная численность сеголеток горбуши была на порядок ниже оценок численности первой тройки лидеров — 0,795 млрд экз. (2,2 % от итоговой численности гидробионтов).

Уровень численности прочих видов нектона не достигал 0,5 % от суммарной численности рыб, кальмаров и медуз.

По второму интегральному показателю — биомассе — с оценкой 1,04 млн т (70 %) на первое место вышли медузы, среди которых абсолютно доминировала компасная хризаора — 645 тыс. т (рис. 6, б). Несколько меньшей оказалась учтенная биомасса рыб и головоногих моллюсков: соответственно 404 (27 %) и 39 тыс. т (3 %).

В сообществе ихтионектона по биомассе выделялись колюшка — 148 тыс. т, неполовозрелая кета, сеголетки горбуши и неполовозрелая нерка — соответственно 78, 61 и 44 тыс. т. Далее в порядке убывания следовали молодь терпуга, молодь минтая, тихоокеанская сельдь и сеголетки кеты. У головоногих моллюсков, как и по численности, выделялся северный кальмар — 39 тыс. т (рис. 6, б).

Итоговое соотношение отдельных видов и групп нектона (без учета медуз) в их суммарной биомассе выглядело следующим образом: основу биомассы в обследованных районах западной части моря и сопредельных вод СЗТО слагали лососи — 41 % от учтенной биомассы и колюшка — 30 %. Третью позицию с оценкой биомассы 39 тыс. т заняли кальмары, далее — молодь северного одноперого терпуга (4,6 %). Почти равные доли в нектонном сообществе имели сельдь и молодь минтая — 2,3 % и 2,9 % (рис. 7). Среди тихоокеанских лососей безусловными лидерами по биомассе были неполовозрелая кета и сеголетки горбуши — соответственно 41 % и 31 % от учтенной биомассы тихоокеанских лососей. На долю неполовозрелой нерки пришлось 22 % (рис. 7).

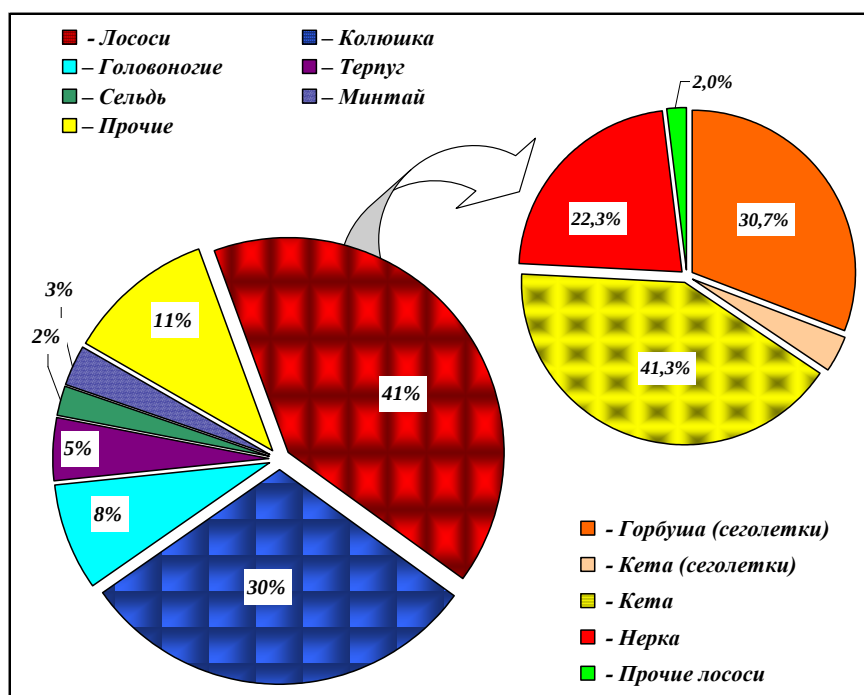


Рис. 7. Соотношение видов и групп нектона в суммарной биомассе рыб и кальмаров (без кишечнорастворимых) в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов 25.09–09.10.2022 г.

Fig. 7. Ratio of species and groups in the epipelagic nekton communities in the western Bering Sea and Pacific waters at Commander Islands on September 25 — October 9, 2022, by biomass

Пространственное распределение сеголеток горбуши соответствовало картине их распределения в четные годы, когда оценки численности посткатадромной горбуши в западной части моря были относительно высокими от 600 до 900 млн экз., например — 2016, 2018 и 2020 гг.

Из серии первых тралений, выполненных в берингоморских водах у о-вов Беринга и Медный, а также у границы ИЭЗ РФ, стало очевидно, что следует ожидать широкого и повсеместного распространения посткатадромной горбуши.

Первые 11 и 45 экз. горбуши были пойманы 25 и 29 сентября у прол. Камчатского. В тихоокеанских водах вплоть до прол. Ближнего сеголетки горбуши в уловах не отмечались (рис. 8). С берингоморской стороны Командорских островов горбуша облавливалась в количестве от 115 до 537 экз./час

траления. Этот факт давал основания для вывода, что ко времени съемки южным (юго-восточным) маршрутом посткатадромная горбуша Берингово море в массе своей еще не покинула. Далее вдоль границы ИЭЗ уловы сеголеток горбуши составляли от 19–68 до 371 экз./час траления, а западнее — до 633 экз. за стандартное часовое траление. Максимальные уловы сеголеток горбуши были получены в центральной части Командорской котловины моря: на четырех станциях было поймано от 713 до 1502 экз., а один максимальный за съемку улов составил 2571 экз./час траления (рис. 8).

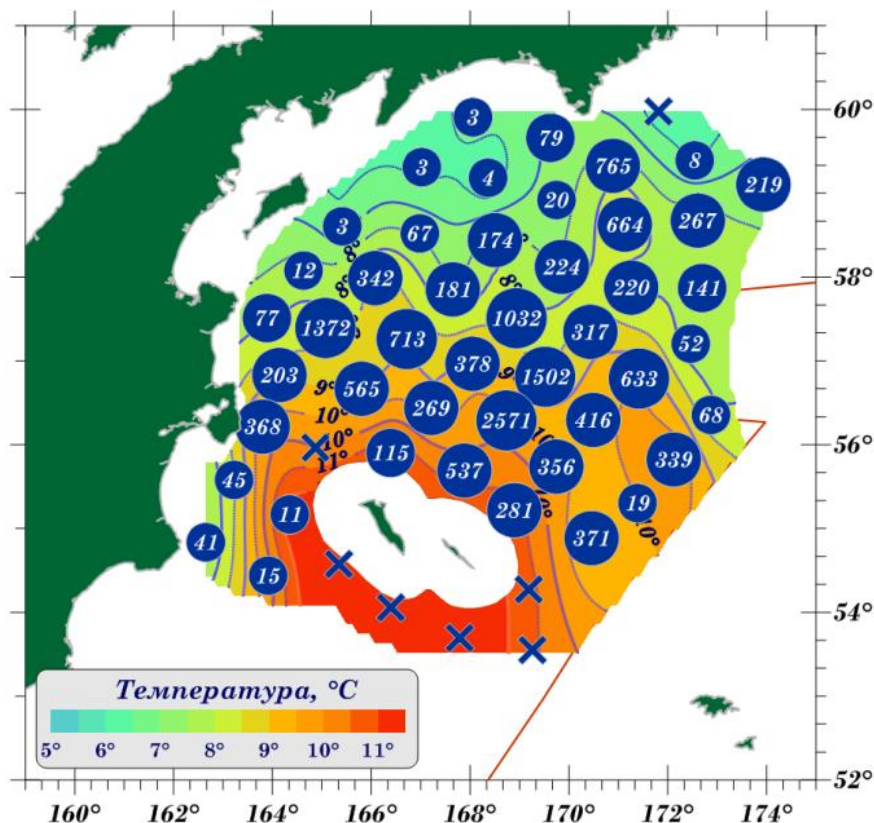


Рис. 8. Пространственное распределение сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов 25.09–09.10.2022 г. Цифры в центре кружков — улов, экз./час траления. Приведена температура поверхностных водных масс

Fig. 8. Spatial distribution for catches of pink salmon juveniles in the western Bering Sea and Pacific waters at Commander Islands on September 25 — October 9, 2022. Numbers — CPUE, ind. per hour of trawling; contour lines — SST, °C

Севернее и северо-восточнее — в пределах южной периферии Алеутской котловины — было отмечено присутствие горбуши в количествах от 52 до 267 экз./час траления. На самой северной тра- ловой станции восточнее мыса Олюторского горбуша отсутствовала, а улов траления состоял преимущественно из крупной нагульной сельди. Далее пять тралений галса, выполненного вдоль запад- ной периферии Командорской котловины и заливов Олюторский и Карагинский, дали уловы сеголе- ток горбуши от 3 до 77 экз./час траления.

Таким образом, основное ядро высокой плотности сеголеток, как можно судить, классически для последних лет наблюдений располагалось по обе стороны от склонов хребта Ширшова в запад- ной части глубоководной Командорской котловины, а сравнительно невысокие ее уловы в восточной части российской экономзоны, как и ее отсутствие в существенных количествах в тихоокеанских во- дах, позволяют сделать вывод о том, что основная часть молоди горбуши еще находилась в Беринго- вом море.

На большей части акватории, где встречалась горбуша, преобладали сеголетки со средними размерами тела от 18,9 до 20,5 см и средней массой от 70 до 84 г (рис. 9). Средняя длина посткатадром- ной молоди горбуши по данным съемки составила 19,9 см и 77 г. Для сравнения, биологические пока-

затели у сеголеток горбуши в четные 2018 и 2020 гг. составляли 20,1 и 20,3 см, при массе 78 и 85 г. Размерно-весовые показатели сеголеток горбуши в нечетные 2017, 2019 и 2021 гг. были следующими: длина — 20,4, 19,7 и 20,6 см, масса — 78, 73 и 87 г.

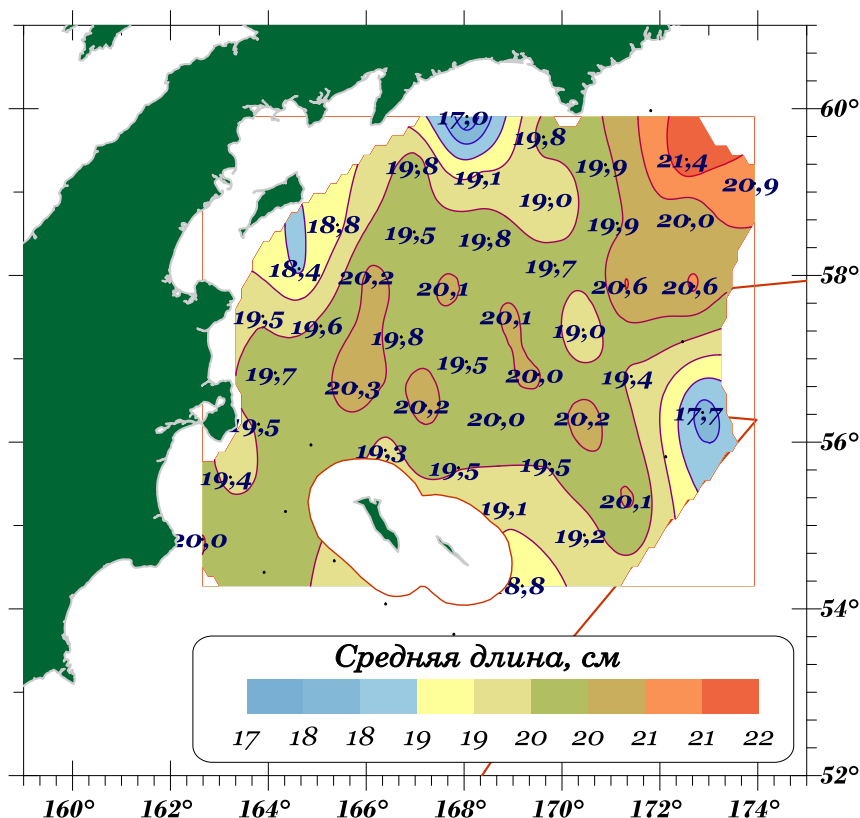


Рис. 9. Пространственное распределение средней длины сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали юго-западной части Берингова моря и тихоокеанских водах Командорских островов 25.09–09.10.2022 г. Цифры — средняя длина, см

Fig. 9. Spatial distribution for average fork length of pink salmon juveniles in the epipelagic layer of south-western Bering Sea and Pacific waters at Commander Islands on September 25 — October 9, 2022. Numbers — fork length, cm

Средняя многолетняя длина и масса сеголеток горбуши за период четных лет съемок с 2002 по 2020 г. составила соответственно 20,4 см и 84,8 г.

Несколько более крупная горбуша облавливалась в пределах северо-восточной обследованной части Алеутской котловины — от 21,3 до 21,9 см и от 98 до 103 г, а в верхней эпипелагиали Командорской котловины размеры сеголеток горбуши чаще составляли 19,5–20,0 см, а масса — до 80 г.

Учетная численность сеголеток горбуши по результатам траловой съемки была оценена в 794,96 млн экз., а биомасса — в 61,34 тыс. т.

Основа численности кеты осенью 2022 г. была сформирована неполовозрелыми особями разного регионального происхождения (53 %), доля сеголеток кеты составила 46 % от суммарной численности, что соответствовало 89 млн экз., при биомассе — 7,3 тыс. т.

Подавляющее большинство сеголеток кеты было учтено в пределах Командорской котловины. Наиболее плотные скопления сеголеток кеты, как и горбуши, были отмечены в районе хребта Ширшова, с той разницей, что ее максимальные уловы были получены юго-западнее, где вылов за час траления достигал 89–459 экз. В центральной части глубоководной котловины большинство уловов сеголеток кеты составляло два-три десятка экз./час траления.

Небольшие штучные уловы сеголеток кеты были зафиксированы у границы ИЭЗ — до 13 экз./час траления — и в водах юго-западной периферии Алеутской котловины, где максимальный их вылов не превысил 33 экз.

Размеры отдельных особей молоди кеты варьировали от 11,5 до 25,0 см, а масса — от 15 до 153 г. Модальную группу слагали рыбы длиной 19–21 см, составившие 80 % от численности сеголеток кеты, учтенных во всех районах съемки. Рыбы с этими средними размерами доминировали повсеместно на полигоне съемки.

Средние размерно-весовые показатели сеголеток кеты по всем результативным тралениям соответствовали длине 19,7 см и массе 84 г.

Охотское море

В отличие от аналогичных работ в Беринговом море, методика выполнения тралений в Охотском море была направлена на дифференцированный учет численности горбуши стад юго-восточного, северного побережий и западнокамчатской горбуши. Вследствие этого с борта НИС «Профессор Кагановский» была обследована преимущественно восточная часть Охотского моря, а НИС «ТИНРО» закрыл комплексными траловыми станциями его южную и западную часть. В сумме два судна выполнили 95 траловых станций на акватории общей площадью 877 тыс. км².

По результатам съемки в октябре 2022 г. в верхней эпипелагиали обследованных районов Охотского моря было учтено 27,9 млрд экз. гидробионтов, суммарная биомасса которых оставила 1,713 млн т. Основу численности эпипелагического сообщества нектона Охотского моря формировали рыбы — 26,88 млрд экз., что соответствовало 96,3 % от суммарной численности нектона и медуз. На долю головоногих и кишечнополостных пришлось соответственно 1,8 (503,4 млн экз.) и 1,9 % (523,5 млн экз.) (см. таблицу).

Численность, биомасса и доля семейств и групп нектона и макропланктона в верхней эпипелагиали
Охотского моря 11–25.10.2022 г.

Abundance, biomass and ratio of families and groups for nekton and macroplankton in the epipelagic layer
of Okhotsk Sea on October 11–25, 2022

Семейство, группа	Численность		Биомасса	
	Млн экз.	%	Тыс. т	%
Petromyzontidae	0,5	+	0,02	+
Lamnidae	0,3	+	39,70	2,3
Clupeidae	2772,4	9,9	313,0	18,3
Engraulidae	679,4	2,4	3,10	0,2
Microstomiidae	1433,1	5,1	6,30	0,4
Salmonidae	3361,5	12,0	488,80	28,5
Osmeridae	235,0	0,8	6,90	0,4
Myctophidae	71,4	0,3	0,13	+
Gadidae	15241,3	54,6	71,50	4,2
Gasterosteidae	2569,0	9,2	7,10	0,4
Hexagrammidae	507,7	1,8	53,30	3,1
Hemitripterae	1,5	+	0,10	+
Cyclopteridae	0,8	+	0,02	+
Trichodontidae	0,5	+	0,10	+
Zoarcidae	0,2	+	0,01	+
Все рыбы	26876,1	96,3	990,1	57,8
Все кальмары	503,4	1,8	22,6	1,3
Нектон	27379,5	98,1	1012,7	59,1
Все медузы	523,5	1,9	700,0	40,9
Суммарно	27903,0	100	1712,7	100

Примечание. «+» — доли менее 0,01 %.

По соотношению биомасс рыбы также занимали лидирующую позицию (990,1 тыс. т, или 57,8 %). Оценки биомассы кальмаров и кишечнополостных составили в сумме 22,6 (1,3 %) и 700 тыс. т (40,9 %). По рангу численности первое место среди прочих представителей нектона и кишечнополостных занимали сеголетки минтая — 15,2 млрд экз. (рис. 10).

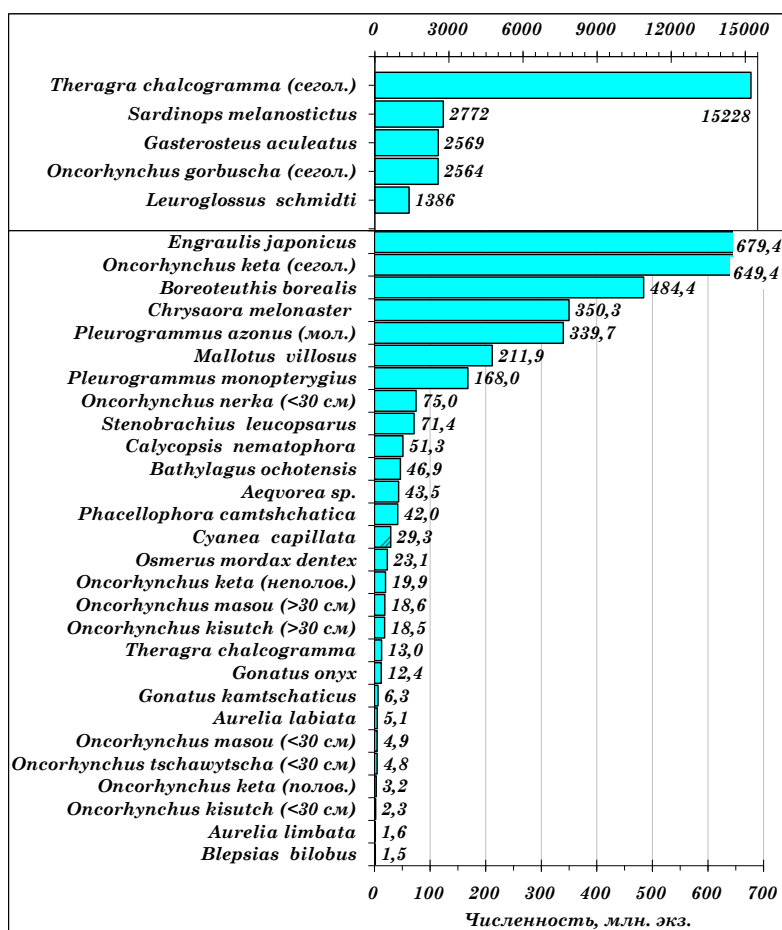


Рис. 10. Распределение массовых видов nekтона и макропланктона по учтенной численности в верхней эпипелагиали Охотского моря 11–25.10.2022 г.

Fig. 10. Abundance of the most numerous fish, squid and jellyfish species in the epipelagic layer of Okhotsk Sea on October 11–25, 2022

За счет единичных крупных уловов, полученных в южной части полигона съемки, высокой оказалась численность дальневосточной сардины, которой по результатам этих тралений было учтено 2,77 млрд экз., что позволило ей занять второе место среди представителей nekтона и кишечнополостных. На третьей позиции по численности оказалась трехиглая колюшка — 2,57 млрд экз. (рис. 10).

Численность посткатадромной молоди горбуши по результатам съемки была оценена в рекордные после учетов 2017 г. 2,564 млрд экз. (численность горбуши в 2017 г. — 2,75 млрд экз.). Еще один представитель ихтионектона интерзональный мигрант из мезопелагиали — серебрянка *Leuroglossus schmidtii* с оценкой 1,39 млрд экз. закрыл список видов гидробионтов, чьи оценки обилия превысили отметку в 1 млрд экз.

Оценки численности японского анчоуса и сеголеток кеты оказались одного порядка — соответственно 679 и 649 млн экз. (рис. 10).

Из прочих видов ихтионектона, численность которых по результатам съемки была оценена менее чем в 1 млрд экз., следует отметить молодь одноперых терпугов: северного *Pleurogrammus monopterygius* — 168,0 и южного *Pleurogrammus azonus* — 339,7 млн экз., мойву *Mallotus villosus* — 211,9 млн экз.

Среди головоногих с оценкой 484,4 млн экз. выделялся представитель «ночных» уловов — северный кальмар, а у кишечнополостных — компасная хризора 350,3 млн экз. (рис. 10)

Таким образом, основу численности nekтона в осенний период в верхней эпипелагиали Охотского моря формировали мелкоразмерные минтай, колюшка, мигранты из субтропических вод, лососи и мезопелагические виды рыб.

Максимальный уровень биомассы, из всех учтенных гидробионтов в верхней эпипелагиали Охотского моря осенью 2022 г. показал дальневосточный космополит — сцифоидная медуза компасная хризаора (655,8 млн т, рис. 11)

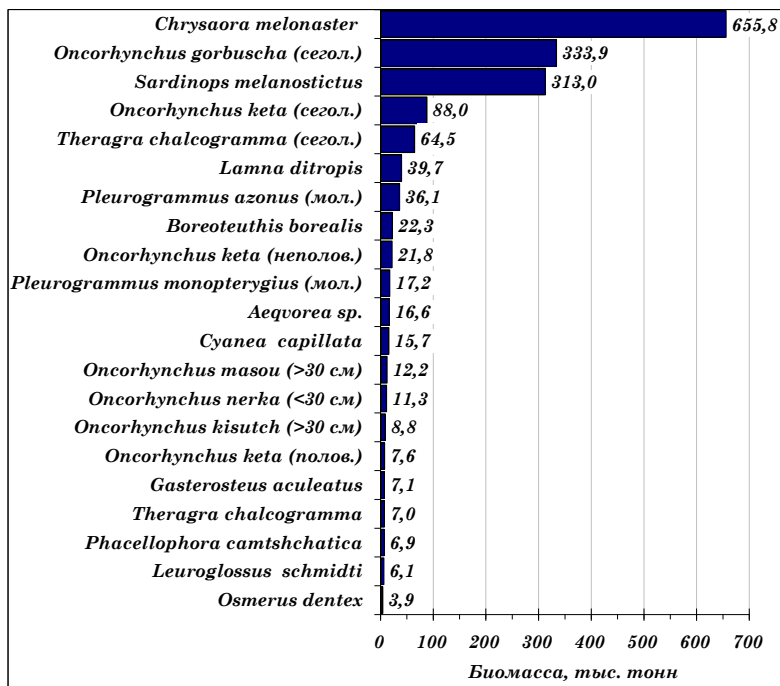


Рис. 11. Распределение массовых видов нектона и макропланктона по учтенной биомассе в верхней эпипелагиали Охотского моря 11–25.10.2022 г.

Fig. 11. Accounted biomass of the most numerous species of fish, squids and jellyfish in the epipelagic layer of Okhotsk Sea on October 11–25, 2022

У рыб по уровню учтенной съемкой биомассы тройку лидеров формировали сеголетки горбуши, дальневосточная сардина и сеголетки кеты — соответственно 333,9, 313,0 и 88,0 тыс. т.

У головоногих моллюсков максимальная биомасса оказалась у северного кальмара — 22,3 тыс. т (рис. 11).

Характеризуя сообщество рыб и кальмаров верхней эпипелагиали Охотского моря осенью 2022 г. можно констатировать, что его базовый состав был сформирован лососями (48,3 %) и дальневосточной сардиной — 30,9 % (рис. 12).

В пространственном отношении сардина выступала доминантом только в южнокурильском районе. Субдоминантами здесь были лососи. В центральных глубоководных районах моря повсеместно доминировали лососи, среди которых, безусловно, лидировали сеголетки горбуши и кеты. По сравнению с горбушей биомасса сеголеток кеты была в четыре раза меньше — 88,0 тыс. т (18 % от суммарной биомассы лососей). Молоди неполовозрелой нагульной кеты осенью 2022 г. в пределах обследованных районов Охотского моря было учтено 21,8 тыс. т (4,5 %), что вдвое выше биомассы неполовозрелой молодежи кеты, учтенной осенью предыдущего года, — 12,2 тыс. т, но соответствует оценкам 2018–2020 гг.: от 20,1 до 52,6 тыс. т (2018 г.). Напротив, биомасса неполовозрелой молодежи нерки в северо-восточных районах съемки оказалась ниже оценок 2021 г. — 0,28 тыс. т (1,9 % от биомассы всех лососей, рис. 12).

Подводя предварительный итог краткой оценке сообществ нектона и макропланктона южной и центральной частей Охотского моря, можно констатировать, что осенью 2022 г. в очередной раз был зарегистрирован высокий уровень учтенной численности отдельных представителей ихтиоцены, временно населяющих верхний слой эпипелагиали этого региона.

Основным же результатом осенней учетной траловой съемки является оценка очередного рекордного поколения охотоморской горбуши.

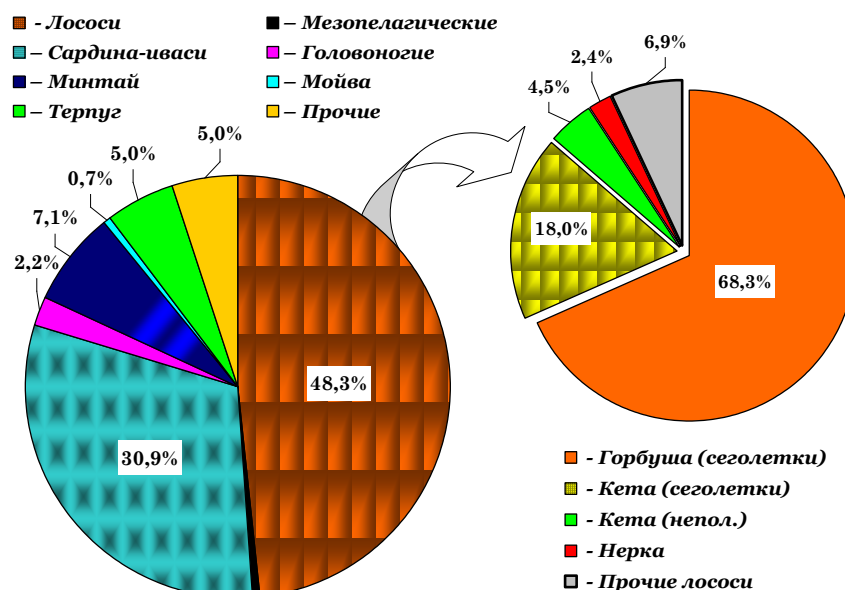


Рис. 12. Соотношение видов и групп nekтона в суммарной биомассе рыб и кальмаров (без кишечнорастворимых) в верхней эпипелагиали Охотского моря 11–25.10.2022 г.

Fig. 12. Ratio of species and groups in the total biomass of nekton in the epipelagic layer of Okhotsk Sea on October 11–25, 2022

Уровень в 2,6 млрд экз. (второй с 2017 г.) для четного поколения горбуши 2022 г. ската, равномерный характер ее распределения и высокие уловы посткатадромной горбуши в западной («сахалинской») части моря — уже зарегистрированный факт, требующий дальнейшего осмысления и детального анализа.

Из других видов тихоокеанских лососей следует отметить также высокую численность посткатадромной молоди кеты — 649 млн экз. (в 2021 г. было учтено 1,25 млрд экз.), что существенно больше численности сеголеток этого вида в 2016–2020 гг.: так, в 2020 г. съемкой было учтено 586,9 млн экз., в 2018–2019 гг. оценки сеголеток кеты составили 477,0 и 453,0 млн экз., а в 2016 и 2017 гг. — соответственно 164,3 и 38,6 млн экз.

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 частями Курильской гряды) сеголетки часто образовывали плотные скопления численностью от 1 до 2–3 тыс. экз. за часовое траление. По мере продвижения к северным районам уловы посткатадромной молоди снижались вплоть до полного их отсутствия в уловах севернее 54° с.ш. Описанная картина распределения сеголеток горбуши была «типичной» и повторялась из года в год. Исключением стали съемки начиная со второго десятилетия 2000-х гг., когда в перераспределении посткатадромной горбуши отчетливо прослеживался северный тренд, при этом на южных станциях и вдоль Курильской гряды она была немногочисленна или полностью отсутствовала. В этих условиях требовалось значительно расширять акваторию учета посткатадромной молоди за счет северных районов, в результате площадь всех обследованных районов составляла от 647 до 898 тыс. км². Во время съемки 2022 г. северный тренд в миграциях сеголеток горбуши, а также и кеты в очередной раз был хорошо выражен.

В 2022 г. на проведение съемки в Охотском море было отведено 15 (НИС «Профессор Кагановский») и 14 (НИС «ТИНРО») суток рабочего времени (29 суток — два судна), в течение которых оба судна выполнили в сумме 74 эпипелагических траления на акватории площадью 667,05 тыс. км².

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 трех

станциях в центральной его части в количестве 113, 345 и 204 экз./час траления. Напротив Четвертого Курильского пролива одно траление НИС «Профессор Кагановский» показало результат 119 экз./час траления (рис. 13, а). Западнее и южнее прол. Буссоль в границах сопредельного глубоководного района 12 горбуша отсутствовала в уловах. Лишь у его северной границы были получены первые уловы посткатадромной молоди горбуши от штучных до 148 экз./час траления (рис. 13, а).

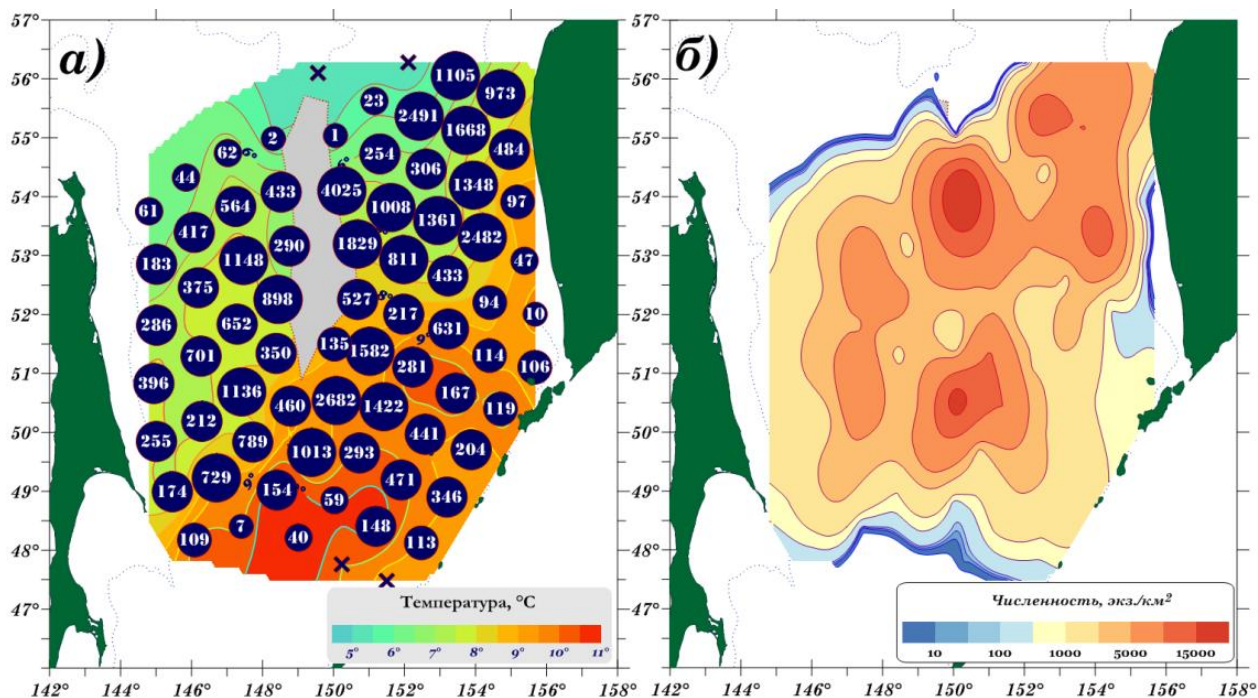


Рис. 13. Пространственное распределение уловов (а, цифры — улов, экз./час траления) и численности, соотнесенной на единицу обловленной площади (б) сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали Охотского моря 11–25.10.2022 г. Приведено распределение температуры воды на поверхности

Fig. 13. Spatial distribution for CPUE (а, ind. per hour of trawling) and distribution density (б, ind./km²) of pink salmon juveniles in the epipelagic layer of Okhotsk Sea on October 11–25, 2022. Contour lines indicate SST, °C

В дальнейшем севернее отмеченной области оба судна выполнили серию тралений в северо-восточном и северо-западном направлениях от центрального многоугольника нейтральных вод. В восточном секторе моря первые пять тралений НИС «Профессор Кагановский» от Курильских островов в северо-западном направлении показали уловы горбуши от 167 до 1582 экз./час стандартного траления (рис. 13, а).

По мере продвижения в северо-восточном направлении подавляющее большинство тралений НИС «Профессор Кагановский» содержали в уловах сеголеток горбуши в количествах от нескольких десятков (1–97 экз.) до нескольких сотен — 114–973 экз./час траления. Одной из отличительных черт 2022 г. стало значительное количество уловов с количеством горбуши в них более 1000 экз. (10 станций). При этом максимальный улов посткатадромной горбуши, полученный в северо-восточном секторе съемки, составил 4025 экз./час траления, что явилось рекордным результатом не только за съемку, но и за многолетнюю практику аналогичных учетных съемок в Охотском море. Также были зафиксированы уловы по 2482, 2491, 1829 и 1668 экз./час траления.

Из характерных черт распределения сеголеток горбуши осенью 2022 г. можно отметить ее активные миграции из прибрежных центральных и западных районов п-ова Камчатка, где в пяти из шести тралений уловы сеголеток горбуши были менее 100 экз. В сравнении с прошлым годом в этих районах минимальный улов посткатадромной горбуши составил 484 экз. за стандартное часовое траление.

Осенью 2022 г., как и годом ранее, удалось охватить съемкой крайние северные районы вплоть до 57° с.ш. и обозначить северную границу распространения посткатадромной молоди горбуши. Полученные штучные (0, 23 и 1 экз.) уловы на этих станциях абсолютно надежно свидетельству-

ют в пользу утверждения о полном охвате (и соответственно, учете) съемкой скоплений горбуши в восточном камчатском секторе.

Таким образом, по обозначенным уловам во второй половине октября в северо-восточном секторе полигона съемки обозначились два восточных ядра повышенной плотности посткатадромной горбуши, которые располагались от 49° до 56° с.ш. (рис. 13, б).

В начале второй половины октября (14–25 октября) оба судна совместно выполняли траления южнее центрального многоугольника нейтральных вод Охотского моря. Здесь сеголетки горбуши облавливались в количествах, сопоставимых с уловами, полученными в восточном секторе моря, — от штучных уловов на севере района (2–62 экз./час траления) до двух максимальных уловов в 1148 и 1136 экз./час траления (рис. 13, а). Остальные уловы преимущественно находились в пределах от 100 до 1000 экз. за стандартное траление.

В западном секторе акватории съемки наиболее существенные уловы горбуши были получены 16–22 октября на траловых станциях, выполненных НИС «ТИНРО», в центральной части моря вдоль границы центрального многоугольника нейтральных вод и в юго-западном его секторе: соответственно 350–898 и 564–1148 экз./час траления.

Исследования в западном секторе моря были завершены 24–25 октября разрезом вдоль побережья о. Сахалин. Здесь сеголетки горбуши отмечались в уловах до 61–396 экз./час траления. Прибрежные районы шельфа северо-восточного побережья о. Сахалин с глубинами менее 100 м к моменту съемки отличались градиентом пониженных температур (6 °С), что ставит под сомнение присутствие посткатадромных лососей в значительных количествах в этих районах. На последней южной станции этого разреза НИС «ТИНРО» было поймано только 109 особей горбуши.

Таким образом, можно констатировать, что по величине уловов в западной части моря обозначилось еще одна область повышенной плотности посткатадромной молоди горбуши, центр которой был расположен вдоль западной границы многоугольника (рис. 13, б).

В итоге основные скопления посткатадромной горбуши на полигоне съемки представляли собой обширные области в северо-восточном и западном секторах съемки. В пределах этих секторов выделялись несколько центров более высоких плотностей горбуши, которые достаточно хорошо прослеживались на схеме пространственного распределения уловов сеголеток горбуши, соотнесенных на единицу площади (рис. 13, б).

Как уже отмечалось, распределение горбуши в 2022 г. очередной раз соответствовало «северному» типу. В октябре верхний квазиоднородный слой (ВКС) оставался еще достаточно хорошо прогретым (от 4,5 °С — на севере до 11,0 °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 посткатадромной горбуши, мигрировавшей от побережья разных регионов (горбуша «сахалинского», «североохотоморского», «камчатского» и других регионов происхождения), основу ее уловов формировала практически однородная по составу молодь с преобладающей средней длиной 22–26 см и массой 110–210 г, однако в пространственном распределении отдельных агрегаций горбуши были заметны определенные зависимости (рис. 14).

Так, более крупная молодь горбуши облавливалась в центральной и южной частях полигона съемки: здесь ее длина в среднем составляла 25–26 см, а масса — 161–193 г. Несколько меньшими были размерно-весовые показатели у горбуши, пойманной севернее: длина от 23,3 до 24,8 см и средняя масса — 152–164 г. В северо-восточном районе съемки концентрировались сеголетки горбуши со средней минимальной длиной от 20,5 до 23,8 см и массой тела от 89 до 149 г (рис. 14).

Таким образом, в пространственном распределении средней длины и массы сеголеток горбуши осенью 2022 г. наблюдалось неоднократно отмечаемое ранее при аналогичных съемках увеличение размеров, связанное с ростом посткатадромной молоди, по мере ее продвижения в более удаленные от нерестовых рек регионы. Объяснить факт разнокачественности молоди горбуши в северных,

центральных и южных районах, вероятно, можно и с позиции ее регионального происхождения — североохотоморского, западнокамчатского или сахалинского, амурского и пр.

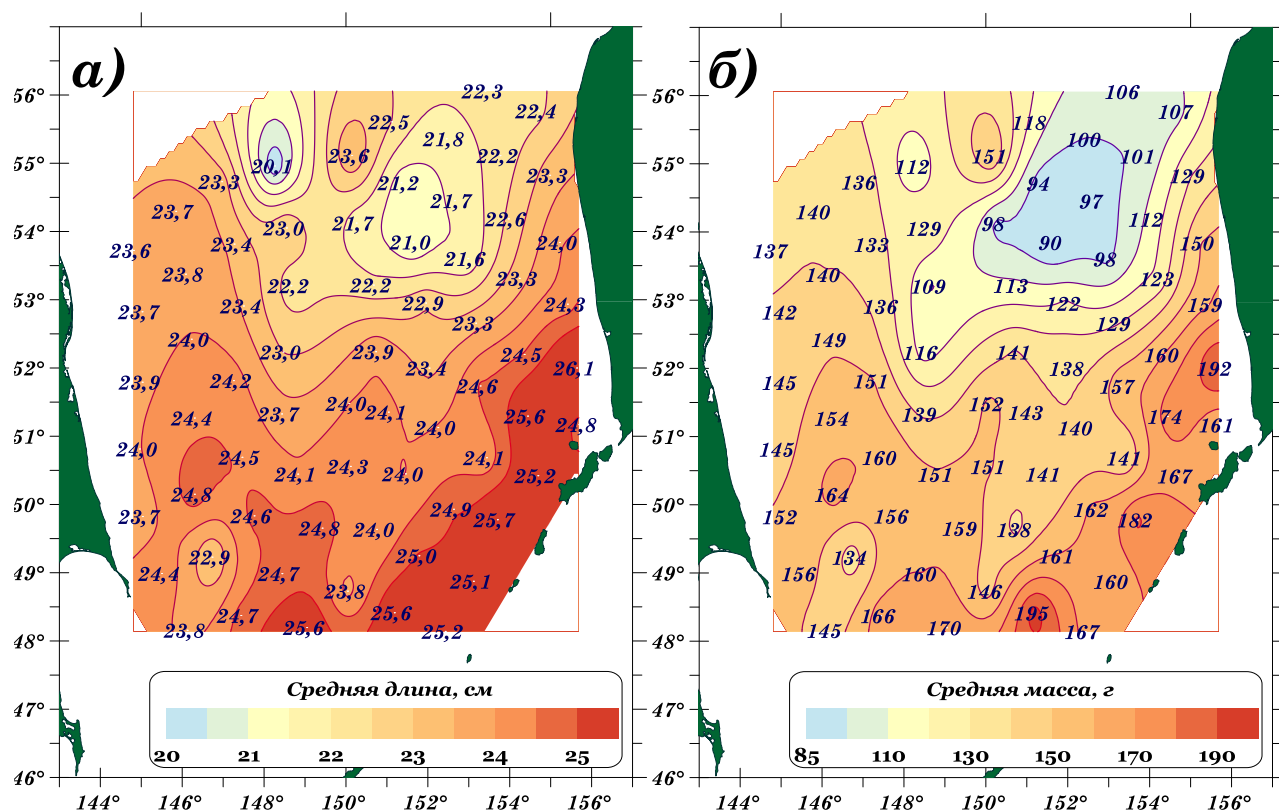


Рис. 14. Пространственное распределение средней длины (а) и массы (б) сеголеток горбуши в верхней эпипелагиали Охотского моря 11–25.10.2022 г.

Fig. 14. Spatial distribution for average fork length of pink salmon juveniles in the epipelagic layer of Okhotsk Sea in October 11–25, 2022

По итогам осенней съемки 2022 г. суммарная численность сеголеток горбуши была оценена в 2,564 млрд экз., из которых 1,802 млрд экз. (70,3 %) было учтено в центральной части моря. Суммарная биомасса вида в верхней эпипелагиали Охотского моря составила 333,85 тыс. т. Учетный уровень численности сеголеток горбуши оказался вторым за всю историю наблюдений: рекордные оценки были получены в 2017 г. (учтено 2,7 млрд экз.) и оказались значительно выше средних для нечетных лет наблюдений значений. Таким образом, по предварительным результатам осенней съемки 2022 г. можно констатировать факт высокой численности охотоморской горбуши нечетного поколения уходящей на нагул в океан. Окончательную ясность в вопросе об урожайности поколения горбуши охотоморского бассейна 2022 г. внесут результаты летней учетной съемки ее производителей в 2023 г. в СЗТО, которые и определяют перспективы на предстоящую лососевую путину 2023 г.

Аналогично горбуше, осенью 2022 г. сеголетки кеты встречались повсеместно (86,5 %) на обследованной акватории Охотского моря.

В восточной части полигона работ результатом большинства тралений был вылов сеголеток кеты, который превышал 100 экз./час траления: от 99 до 730 экз./час траления. В западном секторе моря преобладали уловы сеголеток кеты от единичных особей до нескольких десятков (19–99 экз./час траления), а на краевых северных и южных точках съемки, как и горбуша, сеголетки кеты в уловах отсутствовали (рис. 15).

Максимальные уловы посткатадромной кеты были получены в водах глубоководной части моря западнее северных и средних Курильских проливов — 606, 672 и 730 экз./час траления. В охотоморских районах западной Камчатки уловы были меньше и варьировали от 110 до 566 экз./час траления.

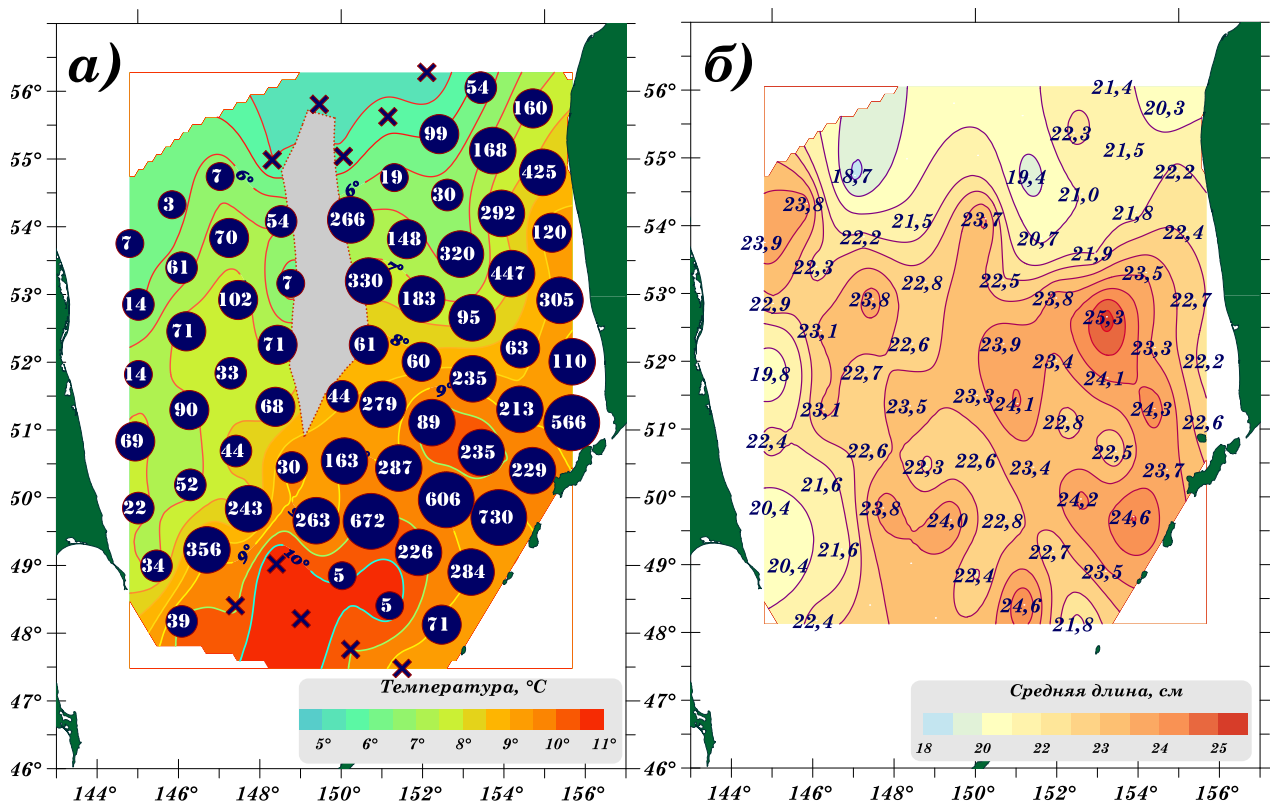


Рис. 15. Пространственное распределение уловов (а, цифры — улов, экз./час траления; приведено распределение температуры воды на поверхности) и средней длины (б, цифры — средняя длина, см) сеголеток кеты в верхней эпипелагиали Охотского моря 11–25.10.2022 г.

Fig. 15. Spatial distribution for CPUE (а, ind. per hour of trawling) and average fork length (б, cm) of chum salmon juveniles in the epipelagic layer of Okhotsk Sea on October 11–25, 2022. Contour lines indicate SST, °C

В центральном западном секторе съемки кета облавливалась преимущественно в количествах от одного до нескольких десятков (14–99 экз.). Первые уловы, превысившие 100 экз./час траления, были получены над южной глубоководной котловиной моря. Они же, оказались максимальными, для всего западного сектора составив — 243, 263 и 356 экз./час траления (рис. 15, а).

Как следует из количественного распределения сеголеток кеты, более северные районы восточной части моря вид не спешил покидать и образовывал на момент съемки довольно плотные концентрации, однако максимальные скопления посткатадромной кеты были приурочены к водам северо-курильского района. В свою очередь, из западной части моря практически вся посткатадромная молодь кеты уже отошла и концентрации ее здесь были минимальными.

Судя по величине уловов в южной и западной «сахалинской» частях моря область повышенных уловов сеголеток кеты в глубоководной котловине была преимущественно сформирована рыбами сахалинского и амурского происхождения (отчасти хоккайдского), чего нельзя сказать о северо-восточном секторе съемки, где высокие концентрации рекрутов кеты, вероятно, обеспечивалась миграцией посткатадромной молоди кеты 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, длина и масса сеголеток в мелководных районах и открытых водах существенно различаются. В центральной глубоководной части съемки сеголетки кеты были существенно крупнее, нежели в западной и северо-восточной частях полигона работ: соответственно 22,8–25,3 против 18,7–22,9 см и 137–178 против 87–137 г (рис. 15, б). Такое распределение средних размерно-весовых показателей, как и для горбуши, вероятно, можно объяснить преобладанием в определенных районах съемки рыб различного регионального происхождения.

Размерный ряд сеголеток кеты в октябре 2022 г. формировали рыбы с длиной тела от 13 до 33 см. Особей крупнее 30 см за съемку было поймано только 10 экз. Средняя длина сеголеток в различных районах варьировала от 21,2 до 23,5 см (средняя масса — от 103 до 142 г), при среднем показателе во всех районах — 22,7 см и массе — 131 г.

По результатам съемки численность и биомасса посткатадромной молоди кеты осенью 2022 г. была оценена в 0,649 млрд экз. и 87,98 тыс. т.

Данная оценка находится на уровне полученных результатов в 2014–2020 гг., когда уровень учтенной аналогичными съемками численности и биомассы посткатадромной молоди кеты составлял соответственно от 326,8 до 586,9 млн экз. и 51,5–83,3 тыс. т.

Поступила в редакцию 26.12.2022 г.

После доработки 20.02.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

*The article was submitted 26.12.2022; approved after reviewing 20.02.2023;
accepted for publication 3.04.2023*

ИТОГИ ПРОМЫСЛА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В САХАЛИНО-КУРИЛЬСКОМ РЕГИОНЕ В 2022 Г.

А.А. Макоедов, В.Д. Никитин, А.А. Живоглядов, Ю.И. Игнатьев, 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 2022 г. Представлены данные по прогнозируемому вылову, фактическим уловам.

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

Для цитирования: Макоедов А.А., Никитин В.Д., Живоглядов А.А., Игнатьев Ю.И., Антонов А.А. 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.

Original article

Results of the pacific salmon fishery in the Sakhalin-Kuril region in 2022

Anton A. Makoedov*, 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

** 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 2022 is analyzed. The data on predicted and actual catch are presented.

Keywords: Sakhalin Region, pacific salmon, fishery, fishery forecast, annual catch

For citation: Makoedov A.A., Nikitin V.D., Zhivoglyadov A.A., Ignatiev Y.I., Antonov A.A. Results of the pacific salmon fishery in the Sakhalin-Kuril region in 2022, in *Bull. N 17 izucheniya tikhoookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 57–68. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-57-68. EDN: SHCHSW.

Введение

Эксплуатация водных биологических ресурсов в отношении тихоокеанских лососей представляет особую значимость в экономическом секторе всего Дальнего Востока и Сахалинской области в частности. Данная деятельность имеет большое значение для обеспечения социальной стабиль-

* Макоедов Антон Анатольевич, заведующий сектором, makoedov.a@mail.ru, ORCID 0000-0003-4474-6245; 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; Игнатьев 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.

© Макоедов А.А., Никитин В.Д., Живоглядов А.А., Игнатьев Ю.И., Антонов А.А., 2023

ности в Сахалинской области, где предприятия рыбохозяйственной отрасли являются градо- и поселкообразующими, определяя условия жизни для существенной части населения указанного субъекта Российской Федерации. Традиционно Сахалинская область входит в тройку лидеров по добыче (вылову) тихоокеанских лососей среди регионов Дальнего Востока.

Основу промысла лососей в Сахалино-Курильском регионе составляет горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*. На ее долю за последние 32 года приходилось около 80 % уловов всех лососей в регионе. В период с 1990 по 2022 г. в Сахалинской области ежегодно вылавливали в среднем 87,7 тыс. т горбуши.

Совместно с климатическими и океанологическими факторами, определяющими в том числе численность, а также сроки подходов тихоокеанских лососей, что впоследствии отражается на объемах добычи (вылова), у горбуши немаловажное значение имеет наличие двухлетней цикличности (рис. 1).

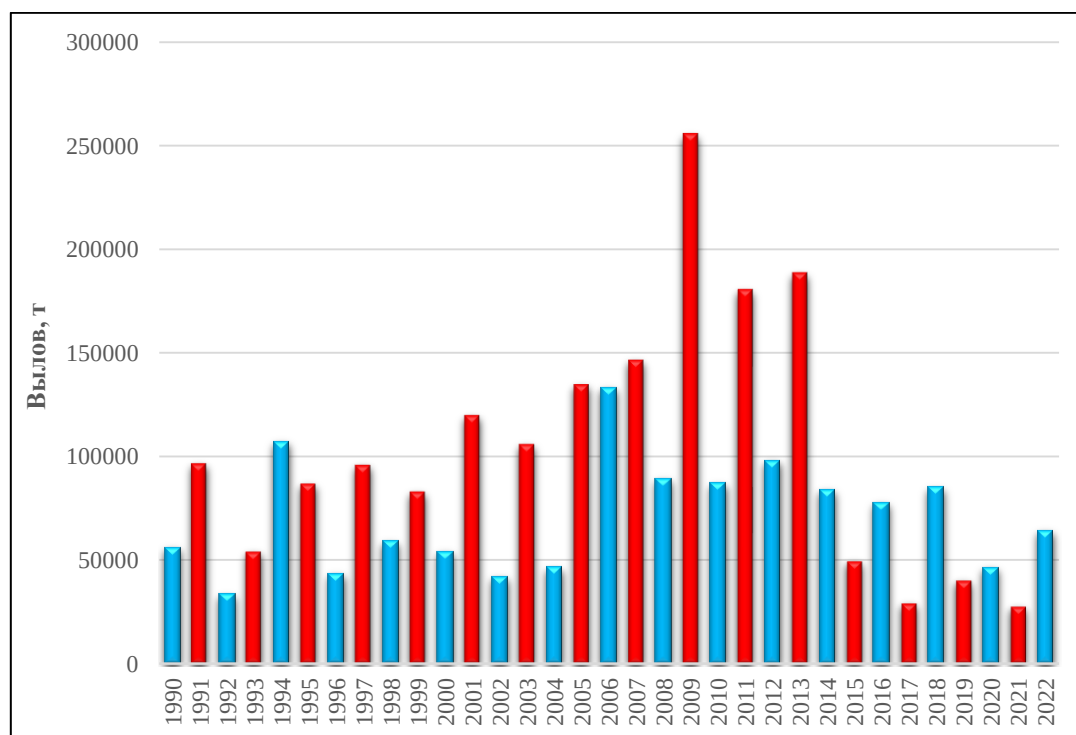


Рис. 1. Вылов горбуши в Сахалино-Курильском регионе с 1990 по 2022 г.: синие столбцы — четные годы; красные столбцы — нечетные

Fig. 1. Dynamics of annual catch of pink salmon in the Sakhalin-Kuril region in 1990–2022: blue columns — even years; red columns — odd years

По результатам морфологических и экологических исследований было показано наличие в регионе локальных стад горбуши [Воловик, 1967]. Это группировки рыб, нерест которых происходит в реках юго-западного, северо-западного, северо-восточного и юго-восточного побережий Сахалина, также заливов Терпения, Анива и о-вов Итуруп и Кунашир (рис. 2). На основании описанных результатов появилась возможность характеризовать положение о локальном стаде для лососей с коротким жизненным пресноводным периодом, в соответствии с которым горбуша, размножающаяся в реках того или иного района, образует единую популяционную систему (локальное стадо), состоящую из группировок рыб ряда рек [Иванков, 1993].

Вместе с тем существование между районами на Сахалине выступающих мысов способствует географической изоляции стад горбуши [Гриценко, 1990]. В связи с этим можно рассматривать группировки горбуши в упомянутых районах как единицы запаса, для которых может производиться прогноз будущих уловов [Каев, 2011].

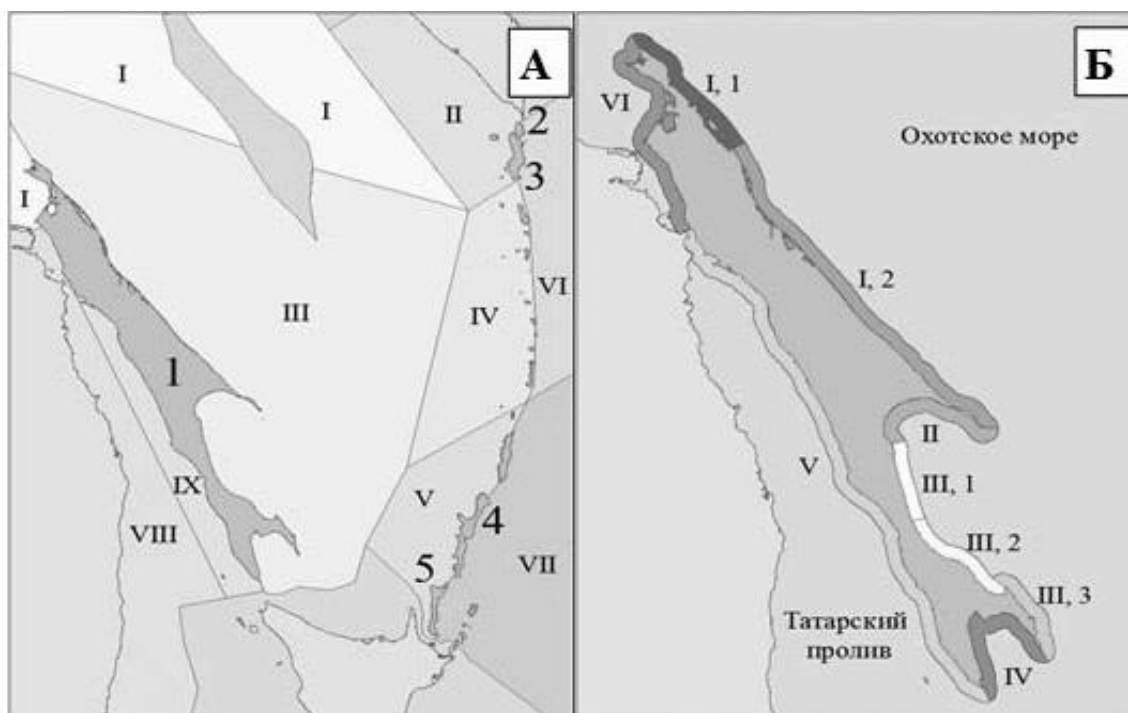


Рис. 2. Карта-схема рыбопромыслового районирования Сахалинской области: **А** — промысловые регионы области (о. Сахалин (1), северные Курильские острова (2 — о. Шумшу, 3 — о. Парамушир), южные Курильские острова (4 — о. Итуруп, 5 — о. Кунашир)) и прилежащие к ней рыбохозяйственные зоны/подзоны (Охотское 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 fishery zoning for Sakhalin Region: **A** — fishing districts: 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 subzone of the Northern Kuril zone; V — Okhotsk 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; **B** — 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

Уловы кеты *O. keta* в Сахалино-Курильском регионе представлены преимущественно рыбами искусственного воспроизводства. Даже с учетом вылова транзитной кеты на северо-западном Сахалине и Курильских островах основные объемы в общем региональном вылове кеты достигаются за счет функционирования местных лососевых рыболовных заводов (далее — ЛРЗ). По оценкам Сахалинского филиала ВНИРО (СахНИРО) около 86 % вылова кеты обеспечены деятельностью ЛРЗ. Большинство стад кеты естественного воспроизводства имеют низкую численность и не являются единицами запаса. Специализированный промысел дикой кеты не ведется. Исключением является

стадо летней кеты р. Поронай, численность которой до недавнего времени находилась на сравнительно высоком уровне, а также кеты, приуроченной к рекам северо-западного Сахалина. В 2022 г. выпуск молоди кеты был осуществлен (ЛРЗ) в 82 водных объекта. Часть молоди была выпущена непосредственно в море (бухта Оля на о. Итуруп). Объёмы выпуска молоди изменялись в пределах от нескольких тысяч до 40,804 млн экз., всего выпущено — 928,899 млн экз.

Цель работы — рассмотреть ключевые параметры в отношении первоначального прогнозного объема вылова, фактических уловов тихоокеанских лососей, а также их освоение в основных промысловых районах Сахалинской области в 2022 г.

Материалы и методы

Материалом послужили данные о вылове тихоокеанских лососей за 2022 г., предоставленные Сахалино-Курильским территориальным управлением Федерального агентства по рыболовству. Использована информация о вылове в отношении горбуши за период 1990–2022 гг. на основании статистики НПАФК (NPAFC — North Pacific Anadromous Fish Commission, Комиссия по анадромным рыбам северной части Тихого океана), размещенная на официальном сайте Комиссии. Биологические анализы в отношении производителей тихоокеанских лососей проводились по стандартной схеме 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

Стоит упомянуть о том, что прогнозируемый объем вылова (далее — ПВ) каждого вида рассчитывают как разность между численностью подходов и количеством производителей, которое необходимо пропустить на нерест для оптимального заполнения нерестилищ. Численность других, сравнительно малочисленных видов, таких как нерка *O. nerka*, кижуч *O. kisutch*, сима *O. masou*, оценивают экспертно.

Вместе с тем в ходе промысла в 2022 г. были введены корректировки в сторону увеличения в зоне Северо-Курильской в отношении нерки (400 т), а также кижуча (350 т). В зоне Южно-Курильской — касательно горбуши (3,8 тыс. т) и в Восточно-Сахалинской подзоне — применительно к кете (6,7 тыс. т).

При первоначальном объеме ПВ в 121,195 тыс. т общий вылов тихоокеанских лососей в 2022 г. составил 95,3 тыс. т (78,7 % от ПВ), что существенно превышает уровень 2020 (66,9 тыс. т) и 2021 гг. (56,8 тыс. т). Освоение ПВ, как видно из данных таблицы, в целом удовлетворительное, за исключением симы, объёмы которой выделяются исключительно в целях любительского рыболовства.

Горбуша. Общий вылов горбуши в Сахалинской области в 2022 г. составил 62 тыс. т, или 75,1 % от ПВ в 82,5 тыс. т (см. таблицу). Уловы горбуши на о. Сахалин оказались выше наблюдаемых в последние годы для генераций четных лет. На южных Курильских островах после падения численности четных поколений также отмечалось увеличение уловов (см. таблицу). Оправдываемость прогноза подхода горбуши по основным районам промысла составила 72,4–86,2 %, что с учетом экосистемных потерь вполне удовлетворительно.

Побережье западного Сахалина. Оценка запаса проводится отдельно для северо-западного побережья, где в подходах преобладает группировка охотоморско-тихоокеанской горбуши, и побережья Татарского пролива, где промысел базируется на скоплениях япономорской горбуши. К промыслу было рекомендовано 3,3 тыс. т. Итоговый вылов составил 2 тыс. т, освоение — 60,9 %.

Северо-западный промысловый район. Прогноз численности горбуши данного района носит экспертный характер из-за удаленности и труднодоступности. Практически весь объем вылова при-

шелся на северо-западный промысловый район. Уловы горбуши были сосредоточены преимущественно в восточной части п-ова Шмидта и в зал. Байкал. Динамика промысла представлена на рис. 3.

Первоначальный ПВ, фактические уловы тихоокеанских лососей в основных промысловых районах
Сахалинской области в 2022 г., т

Forecasted catch and actual catches of pacific salmon in Sakhalin Region in 2022, by fishing districts, t

Вид	Параметр	Районы промысла (подзоны, районы)							Всего
		ЗС	ЮЗ	СЗ	ВС	СК	КК	ЮК	
Горбуша	ПВ	3322	72	3250	52000	2500	500	24200	82522
	Вылов	2023,5	18,7	2004,9	37683	1218	229,8	20868,3	62022,7
	Освоение, %	60,9	25,9	61,7	72,4	48,7	46	86,2	75,1
Кета	ПВ	2656	1121	1535	14872	1450	250	17532	36760
	Вылов	2476	848	1627	18786	939,7	131,5	8966	31298,2
	Освоение, %	93,2	75,6	106	126,3	64,8	52,6	51,1	85,1
Нерка	ПВ	—	—	—	—	1200	200	50	1450
	Вылов	—	—	—	—	1232,3	121,7	11	1365
	Освоение, %	—	—	—	—	102,6	60,9	22	94,1
Кижуч	ПВ	—	—	—	50	350	50	—	450
	Вылов	—	—	—	0	673,6	36,3	—	709,9
	Освоение, %	—	—	—	0,1	192,4	72,6	—	157,7
Сима	ПВ	2	2	—	10	—	—	1	13
	Вылов	0,891	0,891	—	2,886	—	—	—	3,777
	Освоение, %	44,6	44,6	—	28,9	—	—	0	29

Примечание. ЗС — побережье западного Сахалина; 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.

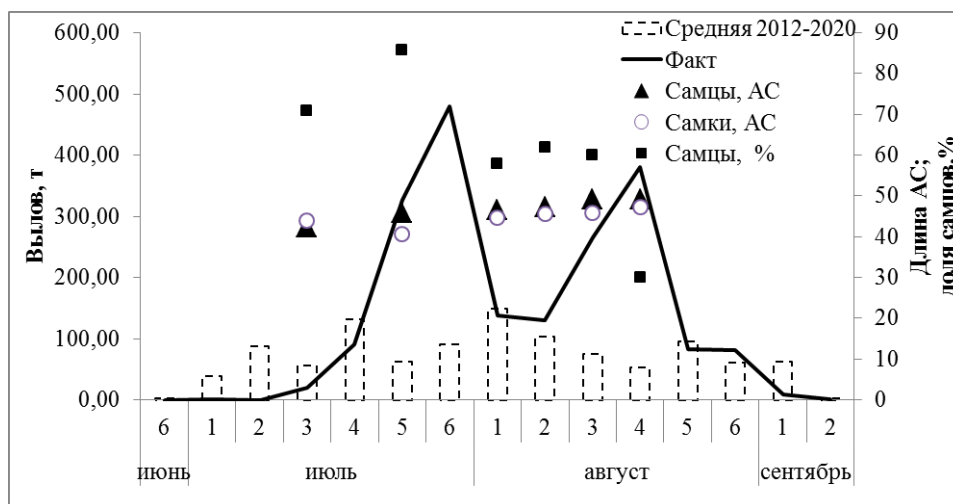


Рис. 3. Динамика суточных уловов, длины тела самцов и самок и доли самцов в уловах горбуши на северо-западном побережье о. Сахалин в 2022 г.

Fig. 3. Dynamics of daily catch, body length of males and females, and portion of males in catch for the pink salmon fishery on the northwestern coast of Sakhalin Island in 2022

Стоит отметить, что на северо-западе Сахалина, кроме рыб аборигенных стад, существенную долю уловов составляют транзитные рыбы Амура и северо-западной части Охотского моря. На основании достигнутых договоренностей в ходе Стратегии — это ограничение длины центрального крыла 500 м и введение 2 проходных дней в неделю — нареканий в адрес сахалинских рыбаков от хабаровчан не поступало.

Заход производителей в реки района составил 1,7 млн экз., или 128,1 % от оптимума, что почти в 1,5 раза выше показателя в 2020 г.

В текущем году на северо-западном побережье Сахалина япономорская группировка горбуши была малочисленна и в промысле отсутствовала. Пик уловов пришелся на 25–30 июля, длина самцов составляла 45,8 см, самок — 40,8 см, доля самцов — 75 %. Указанные размерные показатели характерны для ранней охотоморской группировки горбуши [Каев, 2012а].

10 и 14 августа доля самцов находилась на уровне 46–48 %, что свидетельствовало о середине хода горбуши. Подход поздней охотоморской группировки отмечен резким увеличением уловов 15–20 августа.

Юго-западный Сахалин. Численность горбуши, зашедшей в реки юго-западного Сахалина в 2022 г., сопоставима с уровнем численности в 2018 г., т.е. около 220 тыс. экз.

На участке мыс Крильон — мыс Погиби облавливаются транзитная горбуша смешанных скоплений. На указанном побережье объем добычи горбуши был рекомендован на уровне 72 т для следующих видов рыболовства: в научно-исследовательских и контрольных целях, в целях аквакультуры (рыбоводства), а также для 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). Итоговый вылов составил 18,7 т.

Подзона 61.05.3 — Восточно-Сахалинская. ПВ горбуши в 2022 г. для подзоны Восточно-Сахалинской был установлен на уровне 52 тыс. т. Итоговая величина вылова всеми видами промысла составила 37,6 тыс. т горбуши, освоение — 72,3 % (см. таблицу).

Стоит упомянуть о предусмотренных мерах регулирования в отношении промысла горбуши на востоке Сахалина в 2022 г.: ограничение длины центрального крыла ставного невода 500 м в зал. Анива, 1500 м — на юго-востоке о. Сахалин; 2 проходных дня в неделю — северо-восток, юго-восток (зал. Мордвинова, мыс Соймонова — р. Пугачевка); 3 дня в неделю — зал. Анива, мыс Свободный — мыс Анива. В зал. Анива и районе мыс Свободный — мыс Анива сроки промысла определяли по заполнению рек производителями до 50 %.

На *северо-восточном побережье* от мыса Терпения до мыса Елизаветы промысел стартовал в середине июля, пик уловов пришелся на середину августа (рис. 4). Максимальная интенсивность промысла отмечена в Поронайском районе, где предприятия освоили 53,3 % от общего вылова.

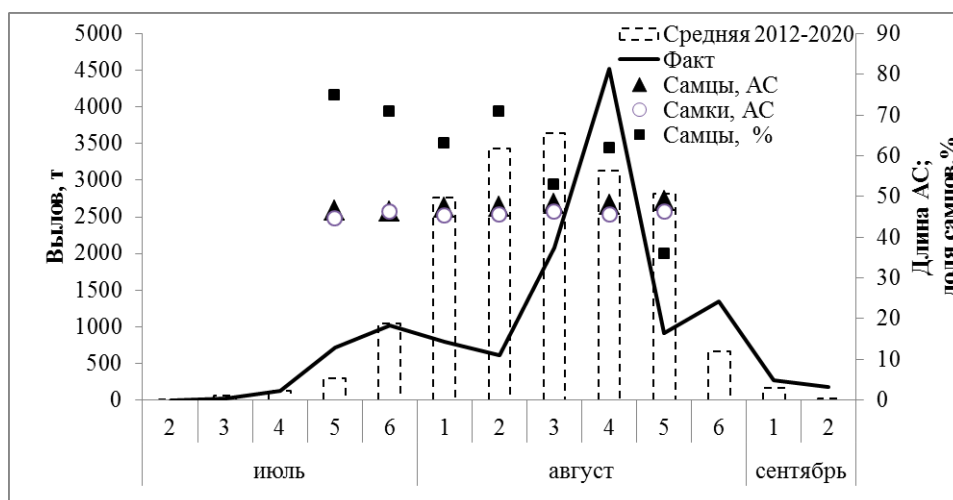


Рис. 4. Динамика суточных уловов, длина тела самцов и самок, доля самцов в уловах горбуши северо-восточного побережья о. Сахалин в 2022 г.

Fig. 4. Dynamics of daily catch, body length of males and females, and portion of males in catch for the pink salmon fishery on the northeastern coast of Sakhalin Island in 2022

Заход производителей в реки района составил 3,7 млн экз. (86,8 %, от оптимума), что незначительно выше в сравнении с 2020 г. (3,2 млн экз.).

На северо-восточном побережье Сахалина ранняя охотоморская горбуша была малочисленна. В начале промысла длина самцов составляла 46,7 см, самок — 44,7 см, доля самцов — 60 %. Данные показатели характерны для ранней охотоморской группировки горбуши [Каев, 2012б].

В конце августа размеры горбуши увеличились до 49,0 см у самцов, до 46,3 см — у самок, доля самцов снизилась до 21,9 %.

Зал. Терпения. Промышленный вылов горбуши на участке от мыса Терпения до мыса Соймонова в 2022 г. не производился, но при этом в течение 3 нед (с 22 июля по 10 августа) был разрешен ее лов КМНС (совместно разрешен с поронайской летней кетой). Стоит отметить, что в 2022 г. была низкая плотность заполнения нерестилищ — 140 тыс. экз. рыб, что в 4,2 раза меньше, чем в цикличном 2020 г., — 600 тыс. экз. рыб. В целом по району отмечена низкая плотность заполнения нерестилищ, уровень которой оценен в 140 тыс. экз. рыб. В 2020 г. на нерест зашло 600 тыс. экз.

Залив Анива. В этом районе было рекомендовано определить сроки промысла горбуши с 1 по 31 августа с введением проходных дней. Данная мера направлена на достижение оптимального заполнения рек производителями на 50 % от оптимума или выше. При соблюдении данного условия промысел в первую очередь был открыт в восточной части залива на участке мыс Анива до 4 км южнее протоки лагуны Буссе, затем по мере заполнения рек западной части были открыты и остальные участки зал. Анива, за исключением наиболее урбанизированного района от устья р. Лютога до р. Мереея. В зал. Анива было отмечено два пика уловов в конце июля и во второй пентаде августа (рис. 5).

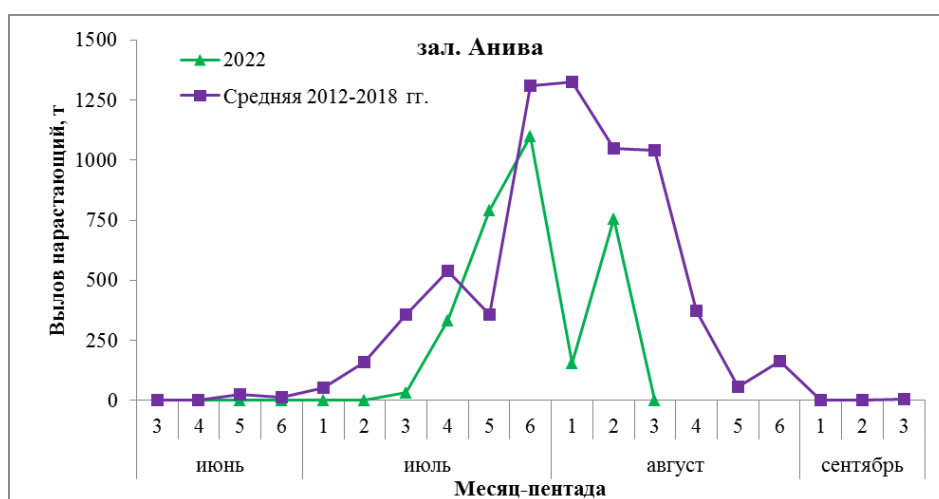


Рис. 5. Вылов горбуши в зал. Анива в 2022 г. и средний вылов за 2012–2018 гг.

Fig. 5. Dynamics of pink salmon catch in the Aniva Bay in 2022 and average catch for 2012–2018

Общее заполнение в водоемах, впадающих в зал. Анива, в 2022 г. оценивается на уровне 1502 тыс. рыб, что аналогично цикличному 2020 г. Итоговый вылов в этом районе составил 3,2 тыс. т.

Юго-восточный Сахалин. На участке мыс Соймонова — мыс Свободный первые уловы горбуши отмечены 25 июля (рис. 6). В период промысла зафиксированы два пика, что соответствовало подходам ранней охотоморской группировки (30 июля — 5 августа) и поздней осенней охотоморской группировки 15–30 августа. В начале промысла доля самцов составляла 52,6 %, в дальнейшем отмечалось постепенное снижение доли самцов в уловах и всё более заметное их доминирование по длине тела, что характерно для хода рыб поздней темпоральной формы [Каев, 2012б] (рис. 6). В середине хода (16 августа) наблюдалось появление особо крупных рыб и очередное увеличение доли самцов, что воспринималось как признак подхода ещё одной темпоральной формы, именуемой «поздней охотоморской» горбушей [Гриценко, 1981].

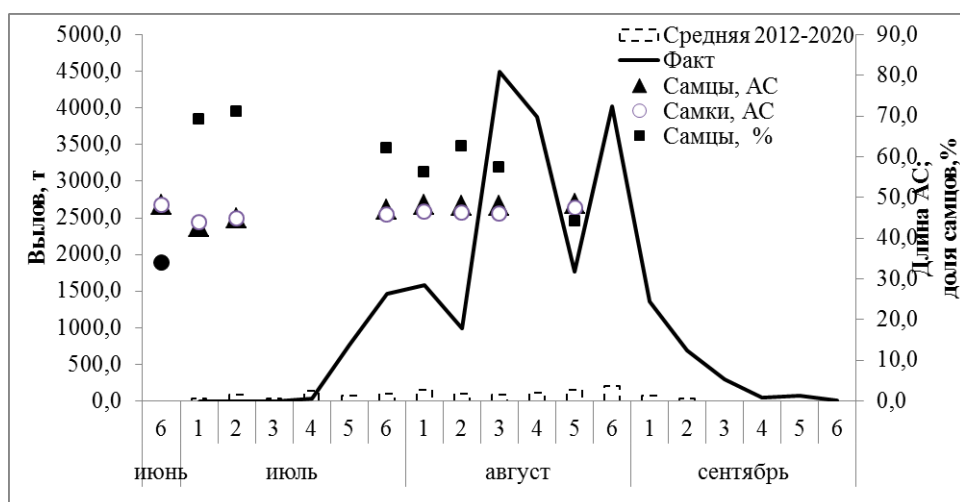


Рис. 6. Динамика суточных уловов, длина тела самцов и самок, доля самцов в уловах горбуши на юго-восточном побережье о. Сахалин в 2022 г.

Fig. 6. Dynamics of daily catch, body length of males and females, and portion of males in catch for the pink salmon fishery on the southeastern coast of Sakhalin Island in 2022

На участке мыс Соймонова — мыс Тихий в путину 2022 г. при ПВ 1,5 тыс. т, добыто 2,8 тыс. т горбуши. В начале промысла уловы горбуши превысили ожидаемый возврат, а сентябрьские подходы в значительной степени превзошли прогнозные оценки (рис. 6).

Заполнение на юго-восточном побережье Сахалина оценивается на уровне 3,3 млн экз., что выше, чем в цикличном 2020 г.

Зона 61.04 — Южно-Курильская. Традиционно промысел осуществляется в акваториях двух островов — Кунашир и Итуруп. Итоговый вылов составил 20,8 тыс. т, освоение — 86,2 %.

Остров Итуруп. В водных объектах о. Итуруп вплоть до конца июля уловы горбуши были незначительны и нерегулярны. В начале августа наблюдался заметный прирост, особенно быстрое увеличение произошло в конце августа. В сентябре уловы постепенно снижались (рис. 7). Заполнение нерестилищ оценено на уровне 1380 тыс. рыб. Итоговый вылов составил 20,8 тыс. т.

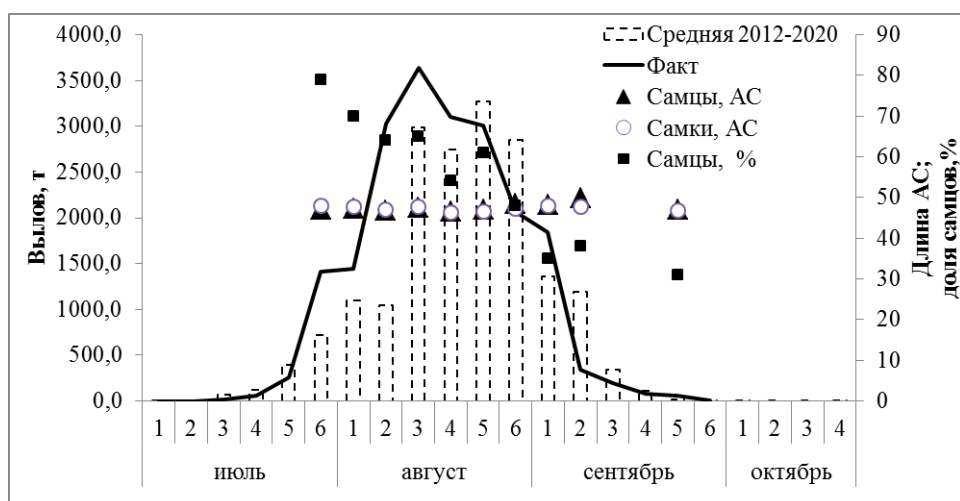


Рис. 7. Динамика суточных уловов, длина тела самцов и самок, доля самцов в уловах горбуши на о. Итуруп в 2022 г.

Fig. 7. Dynamics of daily catch, body length of males and females, and portion of males in catch for the pink salmon fishery on Iturup Island in 2022

Остров Кунашир. Снижение уловов горбуши в водных акваториях острова наблюдалось с 2004 г. Для генераций четных лет оптимум заполнения нерестилищ производителями горбуши оценивается в среднем в 160 тыс. экз. Таким образом, численность подхода на о. Кунашир недостаточна

для обеспечения заполнения нерестилищ горбуши на оптимальном уровне. В этой связи в 2022 г. рекомендовалось не организовывать промысел горбуши на о. Кунашир. Для осуществления рыболовства в научно-исследовательских и контрольных целях, а также в целях аквакультуры (рыбоводства) ПВ горбуши был установлен на уровне 0,4 тыс. т (в счет общей квоты Южно-Курильской зоны). Общий вылов составил 3 т.

Зона северные Курильские острова. В водных объектах северных Курильских островов было рекомендовано к вылову 3 тыс. т, вылов составил 1,4 тыс. т, освоение — 48,3 %. В зоне Северо-Курильской вылов составил 1,2 тыс. т, в Камчатско-Курильской подзоне (в границах Сахалинской области) — 230 т (см. таблицу).

Кета. Побережье западного Сахалина. В период лососёвой путины 2022 г. для промысла в водных объектах западного Сахалина рекомендовано для добычи (вылова) 2,6 тыс. т кеты, фактический вылов составил 2,4 тыс. т (93,2 %).

Северо-западный промысловый район. Вылов летней кеты на 20 августа составил 277 т (при прогнозе 183 т). Вылов осенней кеты — 1350 т, что соответствовало прогнозу (1352 т).

Юго-западный Сахалин. Практически весь вылов кеты в этом районе представлен рыбами искусственного воспроизводства. Вылов осуществлялся ставными орудиями лова в прибрежье в районе устьев базовых рек ЛРЗ либо в самих реках. В последних числах августа отмечены первые уловы. Максимум уловов пришелся на четвертую пятидневку сентября (рис. 8). Динамика вылова в целом соответствует прогнозируемой. Вылов составил 848 т — 75,6 % от ПВ.

Подзона 61.05.3 — Восточно-Сахалинская. Вылов кеты составил 18,7 тыс. т — 126,3 % от ПВ (14,8 тыс. т).

В ходе путины в связи с интенсивными подходами кеты на участке мыс Острый — мыс Тихий юго-восточного побережья Сахалина потребовалась корректировка ПВ в сторону увеличения на 6,7 тыс. т.

Залив Анива. Первые уловы кеты отмечены в четвертой пятидневке августа, окончание промысла — 15 октября. Динамика вылова кеты в 2022 г. имела свои особенности — это более ранние массовые подходы в сравнении со среднемноголетними данными. Такое явление, вероятно, обусловлено изменениями термического режима в прибрежных водах указанного залива. В общей сложности освоено 1,2 тыс. т — 134,7 % от ПВ.

Юго-восточный Сахалин. Динамика уловов кеты на юго-восточном Сахалине в 2022 г. от среднемноголетней отличалась мощным всплеском в последней пятидневке августа — первой пятидневке сентября. На эти 11 дней пришлось 31 % всего вылова против 13 % в прежние годы. Необычно интенсивные для этого периода хода уловы были локализованы на участке побережья от р. Дудинка до р. Найба. Южнее (в районе зал. Мордвинова) динамика подходов в большей мере соответствовала среднемноголетней. Необходимо отметить необычно высокую долю трехлеток (2+) в уловах. В зал. Мордвинова их доля составила 43 % против обычных 7 %, а в р. Найба — 27 % против 48 %. Отмечена небольшая масса рыб — 2,19 кг против 2,91 кг в прогнозе. Это самые низкие весовые показатели кеты за весь период наблюдений. Небольшая масса рыб обусловлена низким темпом роста в море. Так, средняя масса самой многочисленной возрастной группы кеты 3+ на ЛРЗ «Охотский» имела наименьшее значение за последние 32 года — 2,33 кг при среднем значении этого показателя 2,91 кг.

При исходной величине ПВ 5,4 тыс. т фактический вылов достиг 9,5 тыс. т, освоение — 175,5 %.

Залив Терпения. В северной части прогностического района (мыс Терпения — мыс Соймонова) действовал запрет на промышленный лов лососей с летними сроками хода. Вылов летней кеты бассейна р. Поронай был разрешен только в целях обеспечения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности КМНС и НИР. Для этого было выделено 108 т летней кеты. В течение июля — первой декады августа улов составил 124 т, освоение ПВ — 115 %.

В начале третьей декады августа в западной части зал. Терпения был организован специализированный промысел осенней формы кеты, через 11 дней ее вылов организовали и в северной части

залива. Как правило, промысел вели в районах устьев базовых водоемов ЛРЗ. При этом в северной части зал. Терпения в районе устья р. Поронай (крупнейшего на острове нерестового водоема) в связи с дефицитом производителей кеты и горбуши в местах воспроизводства действовал достаточно жесткий режим различных ограничений промысла.

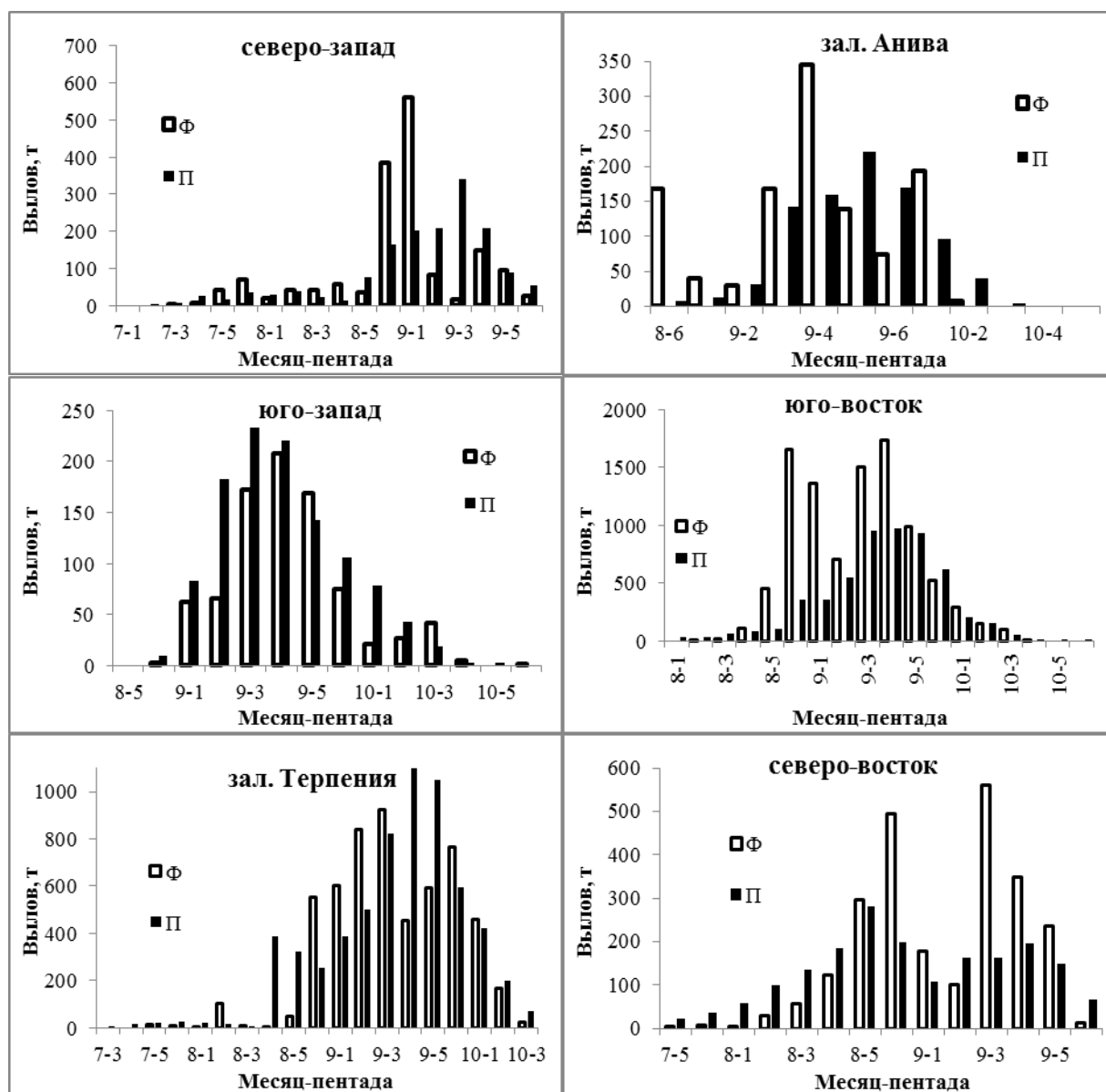


Рис. 8. Прогноз и фактическая динамика уловов кеты в разных промысловых районах Сахалина: П — прогноз, Ф — факт

Fig. 8. Forecasted and actual catch of chum salmon in Sakhalin Region, by fishing districts: П — forecast, Ф — fact

В результате практически весь вылов получен в западной части прогностического района (мыс Соймонова — мыс Тихий). Есть основания считать, что большая часть уловов осенней кеты северной части района легализована в его западной части. Итоговый объем вылова осенней кеты — 5434 т. В целом при первоначальном прогнозе в 6,3 тыс. т вылов летней и осенней кеты в зал. Терпения достиг 5,5 тыс. т, освоение — 87,9 % от прогнозируемого.

Северо-восточный Сахалин. Основой сырьевой базы промысла кеты в данном районе является стадо осенней кеты р. Тымь и рек Ныйского залива. Соответственно, стратегия промысла кеты в районе Ныйского залива ориентирована на обеспечение заполнения нерестилищ и выполнения планов закладки оплодотворенной икры на инкубацию. Для обеспечения беспрепятственного пропуска

производителей кеты к местам воспроизводства в р. Тымь и реках, впадающих в Ныйский залив, специализированный промысел кеты был организован только на участке побережья от мыса Елизаветы до прол. Даги с 1 сентября. До этой даты вылов кеты осуществляли в качестве сопутствующего вида при промысле горбуши (с 15 июля до 31 августа) на всем побережье района.

В динамике уловов кеты на северо-восточном Сахалине в 2022 г., как и в предыдущие годы, отмечено два пика — в конце августа и середине сентября. На сентябрь пришлось 54,6 % вылова кеты. На момент окончания промысла (30 ноября) вылов кеты составил 2456 т — 130,1 % от ПВ. Основная часть улова обеспечена промыслом на охотоморском побережье Ногликского района (центральная часть промрайона) — 2007 т (81,7 %). На северном участке побережья (мыс Елизаветы — 2 км севернее прол. Пильтун) выловили 66 т кеты (2,7 %). На южном участке (мыс Делиль-де-ла-Кройера — мыс Терпения) выловлено 383 т (15,6 %).

Зона 61.04 — Южно-Курильская. Первые уловы отмечены в первой декаде июля. Вплоть до начала сентября уловы кеты были сравнительно невелики. Существенное увеличение вылова наблюдалось в пятой декаде этого месяца, максимум отмечен во второй пятидневке октября. Фактический вылов составил 8,9 тыс. т, или 51,1 % от ПВ. Представленный уровень освоения, скорее всего, обусловлен низкой выживаемостью кеты в морской период жизни.

Основной вылов обеспечен промыслом на о. Итуруп — 8,6 тыс. т, или 51,8 % от ПВ. На о. Кунашир выловили гораздо меньше — 353 т, или 36 % от ПВ (900 т).

Зона северные Курильские острова. Рекомендованная величина вылова кеты данного района определена с учетом того, что промысел базируется на смешанных скоплениях лососей разного происхождения. В 2022 г. установленная величина ПВ в 1700 т была освоена на 63 %.

Общий вылов кеты Сахалино-Курильского региона в путину 2022 г составил 31,3 тыс. т, освоение — 85,1 % от первоначального ПВ (36,8 тыс. т).

Нерка. ПВ нерки на северных Курильских островах в 2022 г. первоначально определен в объеме 1,4 тыс. т, с учетом корректировки на 400 т вылов в путину 2022 г. составил 1,3 тыс. т. В зоне Южно-Курильской нерка встречается в уловах только на о. Итуруп. ПВ нерки на о. Итуруп в 2022 г. — 50 т (вылов — 11 т).

Кижуч. ПВ кижуча на 2022 г. в подзоне Восточно-Сахалинской экспертно оценен в 50 т. Фактический вылов в путину 2022 г. — 0,03 т. ПВ кижуча на северных Курильских островах в 2022 г. был установлен на уровне 400 т, из них: в зоне Северо-Курильской — 350 с корректировкой 350 т (вылов — 710 т), в подзоне Камчатско-Курильской — 50 т (вылов — 36 т).

Сима. Численность симы, промысел которой осуществляется в рамках любительского рыболовства, в текущем году была низкая, за исключением рек зал. Анива и юго-восточного побережья о. Сахалин. ПВ симы юго-западного побережья Сахалина в 2022 г. оценен на уровне 2 т (вылов — 0,8 т), объем ПВ симы в подзоне Восточно-Сахалинской — на уровне 10 т (вылов — 2,8 т). Объем ПВ южнокурильской симы в 2022 г. установлен на уровне 1 т (вылов — 0 т).

Заключение

Итоговый объем вылова тихоокеанских лососей в Сахалинской области в 2022 г. составил 95,3 тыс. т. Освоение ПВ — 78,7 %, что позволяет говорить об удовлетворительной оправдываемости прогноза.

Общий вылов горбуши — 62 тыс. т (величина освоения — 75,1 %). Заполнение рек в ряде районов (северо-западное, северо-восточное, юго-восточное побережье Сахалина) превышало аналогичные показатели для родительского поколения.

Общий вылов кеты Сахалино-Курильского региона в путину 2022 г составил 31,3 тыс. т, освоение — 85,1 %.

Таким образом, по результатам прошедшей путины Сахалинская область заняла второе место в общем вылове тихоокеанских лососей в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2022 г.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

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

The authors are deeply grateful to the reviewers of this article for their constructive comments that have improved greatly its quality.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена по личной инициативе, без дополнительного финансирования.

The study was initiated personally, 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 this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references to all data of other authors used in the review are formatted in accordance with the state standards (GOST).

The authors declare that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

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

The authors participated equally in the data collection and processing, the data analysis and discussion on results, and wrote and illustrated the text jointly.

Список литературы

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.

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. 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.

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) : моногр. — 4-е изд., перераб. и доп. — М. : Пищепромиздат, 1966. — 375 с.

Поступила в редакцию 9.03.2023 г.

После доработки 29.03.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

The article was submitted 9.03.2023; approved after reviewing 29.03.2023;
accepted for publication 3.04.2023

Краткое сообщение

УДК 639.21:597.552.511

DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-69-78

EDN: SKSBHU

ИТОГИ ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ В СЕВЕРНОЙ ПАЦИФИКЕ В 2022 ГОДУ

С.Л. Марченко*

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

Аннотация. Представлены итоги лососевой путины в Северной Пацифике в 2022 г., в том числе данные о вылове тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России, тихоокеанском и арктическом побережьях Северной Америки и в Японии.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, путина 2022, промысел, прогноз, вылов

Для цитирования: 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.

Short message

Results of the salmon fishing season in the North Pacific in 2022

Sergey L. Marchenko

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

Abstract. Results of the 2022 salmon fishing season in the North Pacific are presented, including the data on landing of pacific salmon in the Far East of Russia, on the Pacific and Arctic coasts of North America and in Japan.

Keywords: pacific salmon, fishing season, commercial fishery, fishery forecasting, salmon landing

For citation: Marchenko S.L. Results of the salmon fishing season in the North Pacific in 2022, in *Bull. N 17 izucheniya tikhoookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 69–78. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-69-78. EDN: SKSBHU.

Введение

Тихоокеанские лососи являются одним из основных и ценных объектов промысла. На азиатском побережье их добывают от Чукотского п-ова (Россия) до о-вов Хоккайдо и Хонсю (Япония) и п-ова Корея, на североамериканском — в водных объектах штата Аляска (США), Британской Колумбии (Канада), штатов Вашингтон, Орегон и Калифорния (США). Основу промысла формируют регионы Северной Пацифики, которые включают 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 Пацифике в 2022 г.

Материалы и методы

Информация об итогах промысла тихоокеанских лососей в 2022 г. получена из следующих источников:

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

© Марченко С.Л., 2023

- на Дальнем Востоке России — ФГБНУ «ВНИРО»;
- на тихоокеанском побережье Северной Америки — сайты <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 — сайт <https://seafood.media>.

Районы промысла тихоокеанских лососей в Северной Пацифике сформированы в ArcGIS. Накопление данных промысловой статистики выполнено 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.

Результаты и их обсуждение

Районирование промысла тихоокеанских лососей в Северной Пацифике (рис. 1–3)

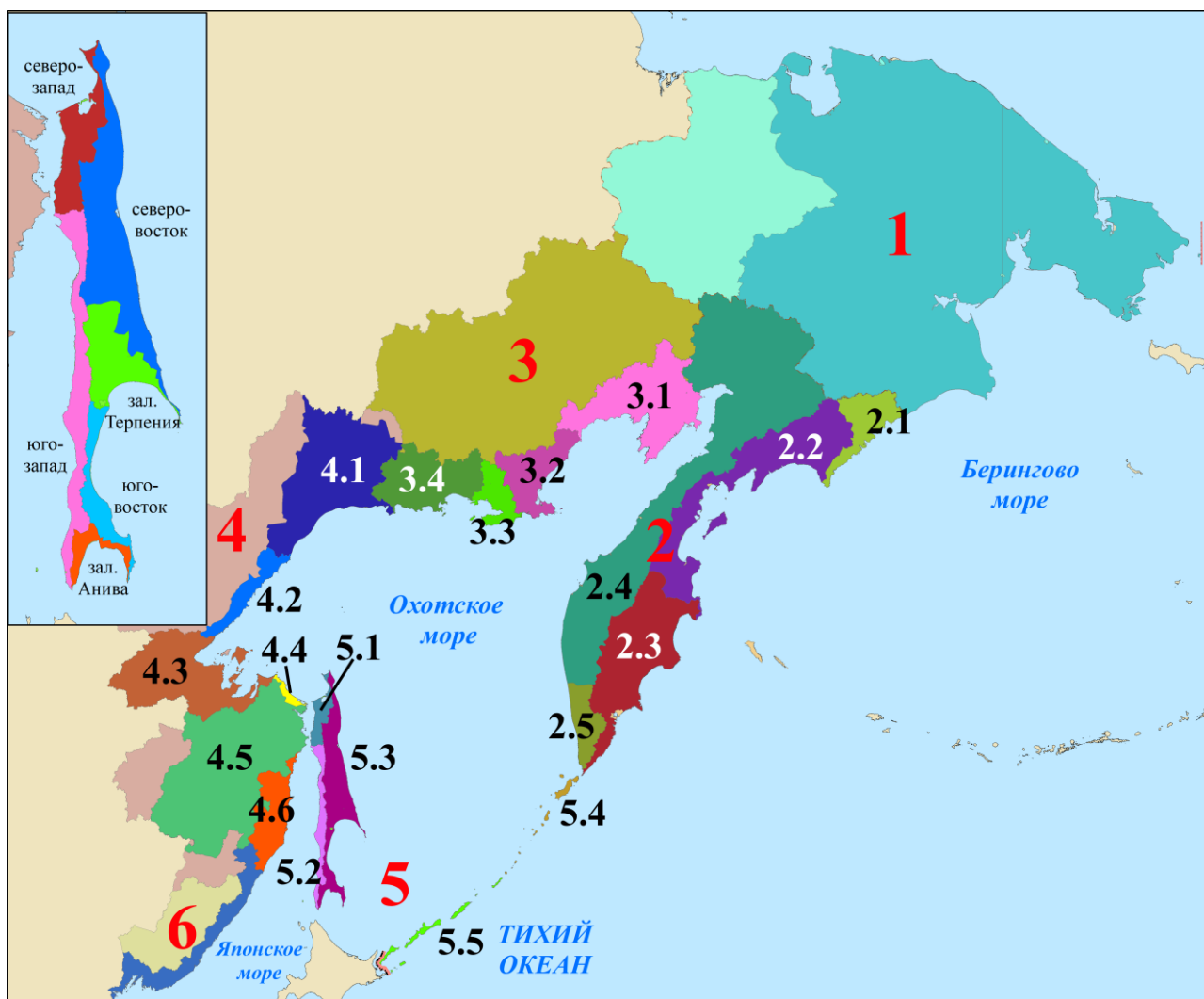


Рис. 1. Районы промысла тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России: 1 — Чукотский автономный округ; 2 — Камчатский край, 2.1 — Западно-Берингоморская зона (в границах Камчатского края), 2.2 — Карагинская подзона, 2.3 — Петропавловско-Командорская подзона, 2.4 — Западно-Камчатская подзона (в границах Камчатского края), 2.5 — Камчатско-Курильская подзона (в границах Камчатского края); 3 — Магаданская область, 3.1 — Гижигинская группа рек (Западно-Камчатская подзона (в границах Магаданской области)), 3.2 — Ямская группа рек (Западно-Камчатская подзона (в границах Магаданской области)), 3.3 — Ольская группа рек (Северо-Охотоморская подзона (в границах Магаданской области)), 3.4 — Тауйская группа рек (Северо-Охотоморская подзона (в границах Магаданской области)); 4 — Хабаровский край, 4.1 — Охотский район (Северо-Охотоморская подзона (в границах Хабаровского края)), 4.2 — Аяно-Майский район (Северо-Охотоморская подзона (в границах Хабаровского края)), 4.3 — Тугуро-Чумиканский район (Северо-

Охотоморская подзона (в границах Хабаровского края)), 4.4 — Сахалинский залив (Северо-Охотоморская подзона (в границах Хабаровского края)), 4.5 — р. Амур и Амурский лиман (подзона Приморье (в границах Хабаровского края)), 4.6 — северное Приморье (подзона Приморье (в границах Хабаровского края)); 5 — Сахалинская область, 5.1 — северо-западный Сахалин (подзона Приморье 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 (подзона Приморье (в границах Приморского края))

Fig. 1. The fishing areas for pacific salmon in the Far East of Russia: 1 — Chukchi Autonomous Region; 2 — Kamchatka Region (including 2.1 — part of West Bering Sea fishing zone, 2.2 — Karaginsky fishing subzone, 2.3 — Petropavlovsk-Commander fishing subzone, 2.4 — part of West Kamchatka fishing subzone, 2.5 — part of Kamchatka-Kuril fishing subzone); 3 — Magadan Region (including 3.1 — Gizhiga group of rivers in the West Kamchatka fishing subzone, 3.2 — Yama group of rivers in the West Kamchatka fishing subzone, 3.3 — Ola group of rivers in the Northern Okhotsk Sea fishing subzone, 3.4 — Tauya group of rivers in the Northern Okhotsk Sea fishing subzone); 4 — Khabarovsk Region (including 4.1 — Okhotsk district in the Northern Okhotsk Sea fishing subzone, 4.2 — Ayan-Maya district in the Northern Okhotsk Sea fishing subzone, 4.3 — Tugur-Chumikan district in the Northern Okhotsk Sea fishing subzone, 4.4 — Sakhalin Bay in the Northern Okhotsk Sea fishing subzone, 4.5 — Amur River and its estuary in the Primorye fishing subzone, 4.6 — northern Primorye coast in the Primorye fishing subzone); 5 — Sakhalin Region (including 5.1 — northwestern Sakhalin within the Primorye and Northern Okhotsk Sea fishing subzones, 5.2 — southwestern Sakhalin in the West Sakhalin fishing subzone, 5.3 — East Sakhalin fishing subzone, 5.4 — northern Kuril Islands within the North Kuril and Kamchatka-Kuril fishing subzones, 5.5 — southern Kuril Islands in the South Kuril fishing zone); 6 — Primorsky Region (in the Primorye fishing subzone)

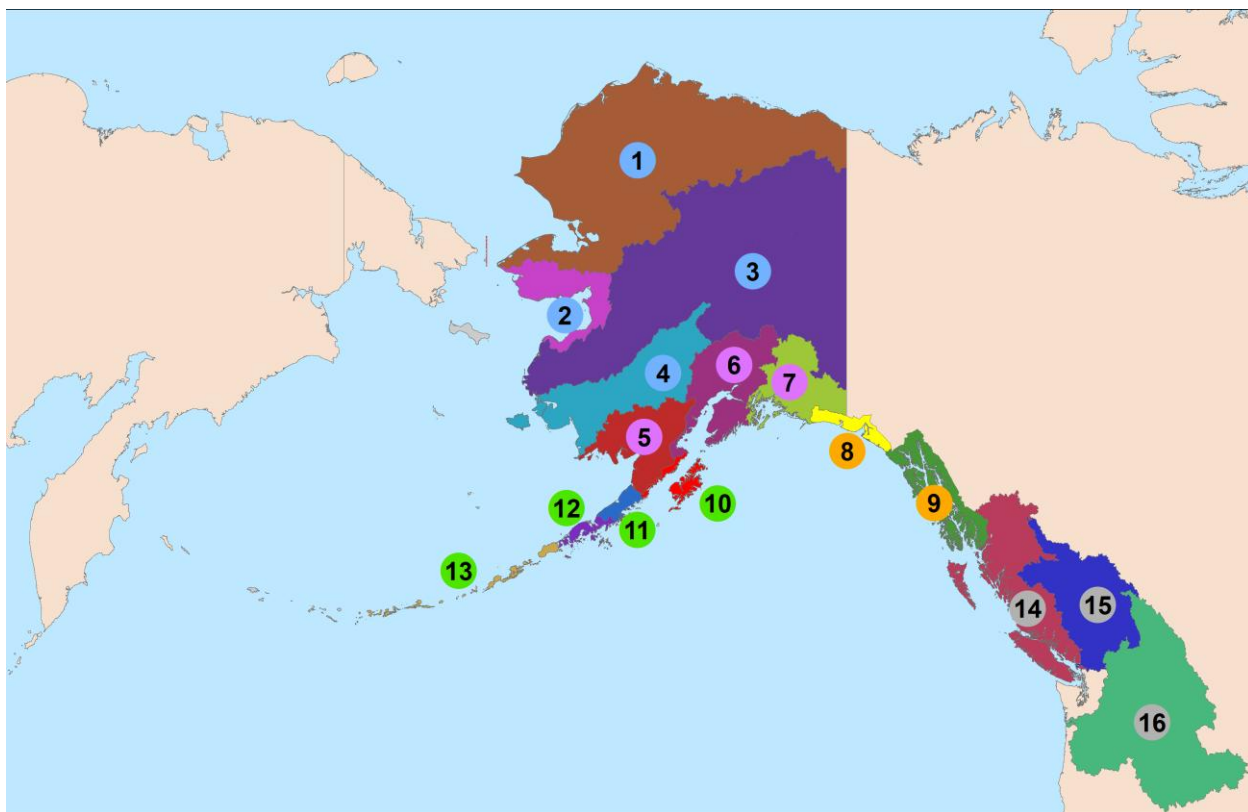


Рис. 2. Районы промысла тихоокеанских лососей на арктическом и тихоокеанском побережьях Северной Америки: 1 — зал. Коцебу; 2 — зал. Нортон; 3 — Юкон; 4 — Кускоквим; 5 — Бристольский залив; 6 — зал. Кука; 7 — зал. Принца Уильяма; 8 — зал. Якутат; 9 — юго-восток; 10 — о. Кодьяк; 11 — Чигник; 12 — п-ов Аляска; 13 — Алеутские острова; 14 — Британская Колумбия (без р. Фрейзер); 15 — р. Фрейзер; 16 — р. Колумбия

Fig. 2. The fishing areas for pacific salmon 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 — Yakutat Bay; 9 — southeastern Alaska; 10 — Kodiak Island; 11 — Chignik Bay; 12 — Alaska Peninsula; 13 — Aleutian Islands; 14 — British Columbia (except Fraser River); 15 — Fraser River; 16 — Columbia River

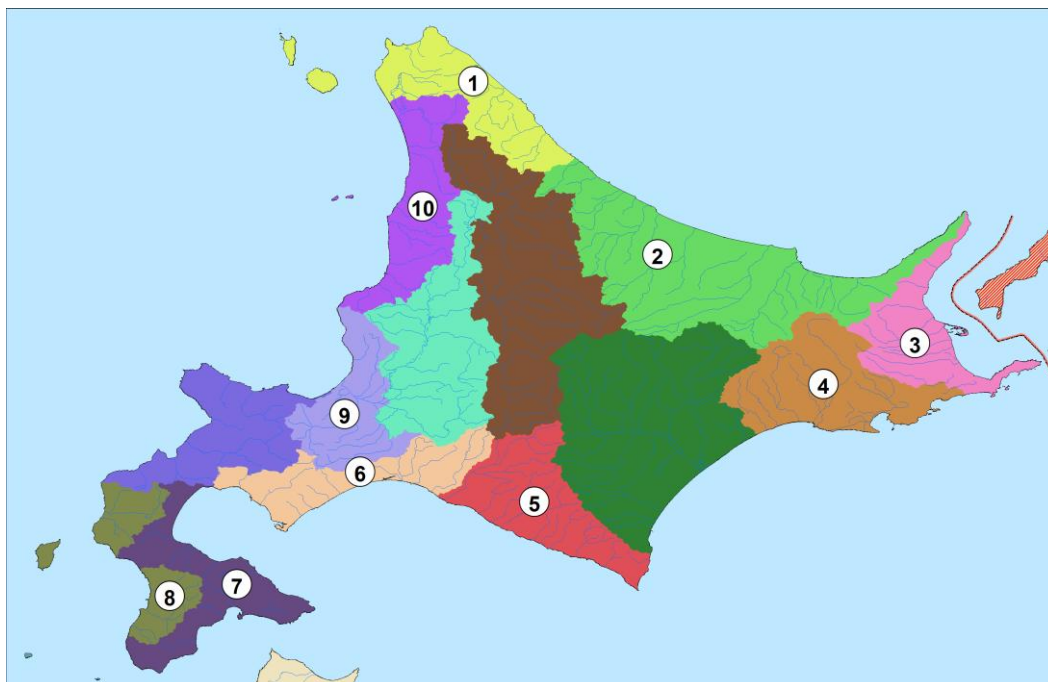


Рис. 3. Районы промысла тихоокеанских лососей на о. Хоккайдо (Япония): 1 — Вакканай; 2 — Китами; 3 — Нэмуру; 4 — Кусиро; 5 — Хидака; 6 — Муроран; 7 — Хакодате; 8 — Хияма; 9 — Отару; 10 — Румои
 Fig. 3. The fishing areas for pacific salmon on Hokkaido (Japan): 1 — Wakkanai; 2 — Kitami; 3 — Nemuro; 4 — Kushiro; 5 — Hidaka; 6 — Muroran; 7 — Hakodate; 8 — Hiyama; 9 — Otaru; 10 — Rumoi

Вылов тихоокеанских лососей

В 2022 г. на Дальнем Востоке России добыли 272,015 тыс. т тихоокеанских лососей. Данные о прогнозе их вылова и фактическом объеме добычи представлены в табл. 1, сведения о суммарном и повидовом вылове тихоокеанских лососей по районам промысла — на рис. 4–6.

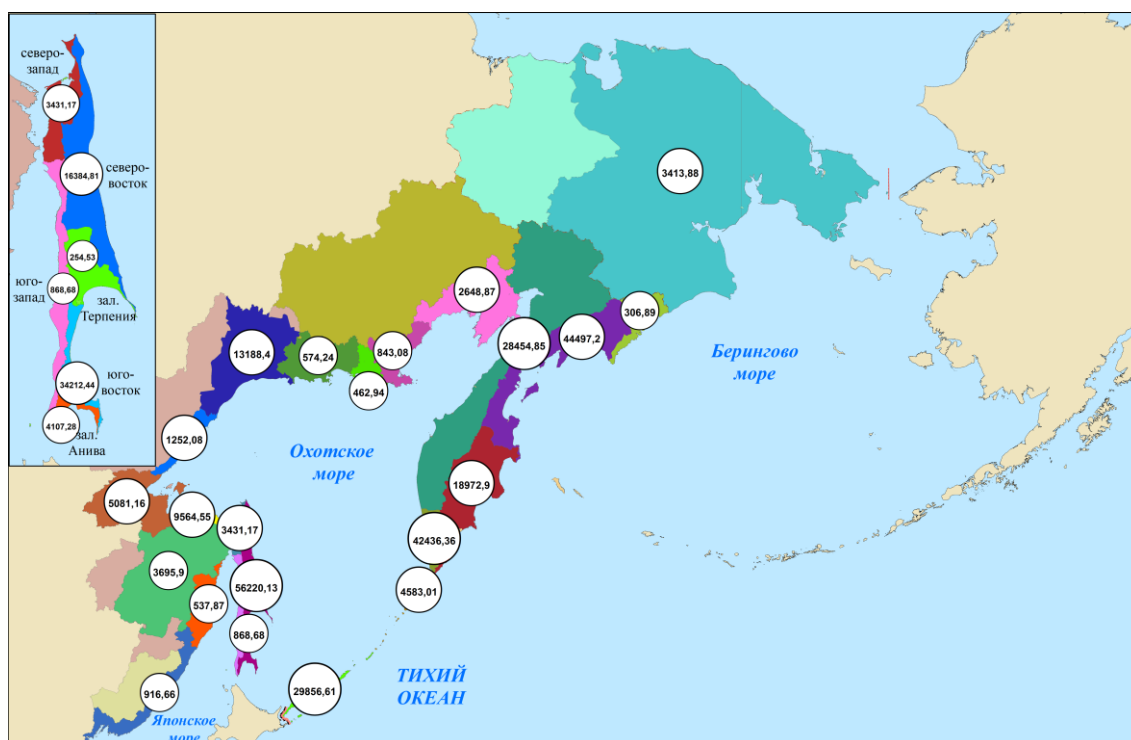


Рис. 4. Суммарный вылов тихоокеанских лососей по промысловым районам Дальнего Востока России в 2022 г., т
 Fig. 4. Total catch of pacific salmon in the Far East of Russia in 2022, by fishing districts, t

Таблица 1

Прогнозируемый и фактический вылов тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России в 2022 году, т

Table 1

Forecasted annual catch and actual landing of pacific salmon in the Far East of Russia in 2022, t

Район промысла	Горбуша		Кета		Нерка		Кижуч		Сима		Чавыча		Все виды	
	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт	Прогноз	Факт
Восточно-Сибирское море, зона Чукотское море, зона Чукотская, зона Западно-Беринговоморская (ЧАО*)	635,0	11,384	2511,0	2919,942	516	482,549	–	–	–	–	–	–	3662,0	3413,875
Побережье восточной Камчатки, в том числе:	27290,0	35992,835	14630,0	9932,148	10510	16235,647	1980	1159,043	–	–	450	457,313	54860,0	63776,986
Зона Западно-Беринговоморская (побережье Камчатского края)	40,0	23,908	30,0	24,324	500	257,889	20	0,766	–	–	–	–	590,0	306,887
Карагинская подзона	25000,0	35447,032	10100,0	6720,626	3260	2152,322	500	133,254	–	–	50	43,968	38910,0	44497,202
Петропавловско-Командорская подзона	2250,0	521,895	4500,0	3187,198	6750	13825,436	1460	1025,023	–	–	400	413,345	15360,0	18972,897
Побережье западной Камчатки, в том числе:	57400,0	27937,648	13150,0	16123,876	19800	19838,165	4700	6936,193	10	4,970	60	50,355	95120,0	70891,207
Западно-Камчатская подзона	31570,0	11090,428	8230,0	10842,533	1800	3303,205	2820	3201,698	4	1,772	20	15,215	44444,0	28454,851
Камчатско-Курильская подзона	25830,0	16847,220	4920,0	5281,343	18000	16534,960	1880	3734,495	6	3,198	40	35,140	50676,0	42436,356
Материковое побережье Охотского моря	19800,0	20070,414	15181,0	12129,188	520	479,353	1060	936,358	–	–	–	–	36561,0	33615,312
Магаданская область (Северо-Охотоморская и Западно-Камчатская подзоны), в том числе:	2800,0	3296,787	1520,0	1135,210	20	12,853	120	84,269	–	–	–	–	4460,0	4529,119
Гижигинская группа рек	–	2278,618	–	357,939	–	12,312	–	–	–	–	–	–	–	2648,869
Ямская группа рек	–	351,031	–	471,043	–	–	–	21,004	–	–	–	–	–	843,078
Ольская группа рек	–	351,661	–	100,134	–	0,541	–	10,600	–	–	–	–	–	462,936
Тауйская группа рек	–	315,476	–	206,094	–	–	–	52,665	–	–	–	–	–	574,235
Хабаровский край (Северо-Охотоморская подзона), в том числе:	17000,0	16773,627	13661,0	10993,979	500	466,500	940	852,088	–	–	–	–	32101,0	29086,194
Охотский район	–	5092,501	–	6778,605	–	465,208	–	852,088	–	–	–	–	–	–
Аяно-Майский район	–	832,505	–	418,283	–	1,292	–	–	–	–	–	–	–	–
Тугуро-Чумиканский район	–	1975,030	–	3106,131	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Зал. Сахалинский	–	8873,591	–	690,959	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Р. Амур и Амурский лиман	8,95	4,961	7086,4	3690,942	–	–	–	–	–	–	–	–	7095,35	3695,903
Подзона Приморье, в том числе:	2555,0	1113,088	795,0	307,376	–	–	–	–	12	34,064	–	–	3362,0	1454,528
Хабаровский край	1000,0	497,341	200,0	40,528	–	–	–	–	–	–	–	–	1200,0	537,869
Приморский край	1555,0	615,747	595,0	266,848	–	–	–	–	12	34,064	–	–	2162,0	916,659
Побережье западного Сахалина, в том числе:	3322,0	2023,908	2656,0	2275,051	–	–	–	–	2	0,891	–	–	5980,0	4299,850
Северо-запад	3250,0	2004,853	1535,0	1426,315	–	–	–	–	–	–	–	–	4785,0	3431,168
Юго-запад	72,0	19,055	1121,0	848,736	–	–	–	–	2	0,891	–	–	1195,0	868,682
Восточно-Сахалинская подзона, в том числе:	52000,0	37726,752	14872,0	18489,798	–	–	50	1,025	10	2,556	–	–	66932,0	56220,131
Северо-восток	–	12274,831	–	4109,975	–	–	–	–	–	–	–	–	–	16384,806
Зал. Терпения	–	0	–	253,970	–	–	–	–	–	0,564	–	–	–	254,534
Юго-восток	–	20142,023	–	14070,286	–	–	–	–	–	0,130	–	–	–	34212,439
Зал. Анива	–	3117,942	–	987,474	–	–	–	–	–	1,862	–	–	–	4107,278
Северные Курильские острова	3000,0	1447,799	1700,0	1071,264	1400	1354,049	400	709,899	–	–	–	–	6500,0	4583,011
Камчатско-Курильская подзона (в границах Сахалинской области)	500,0	229,796	250,0	131,522	200	121,747	50	36,277	–	–	–	–	1000,0	519,342
Зона Северо-Курильская	2500,0	1218,003	1450,0	939,742	1200	1232,302	350	673,622	–	–	–	–	5500,0	4063,669
Зона Южно-Курильская	24200,0	20869,610	17532,0	8975,711	50	10,991	–	–	1	0,30	–	–	41783,0	29856,612
Всего	190210,95	147198,399	90113,4	75915,296	32796	38400,754	8190	9742,518	35	42,781	510	507,668	321855,35	271807,415

* Чукотский автономный округ.

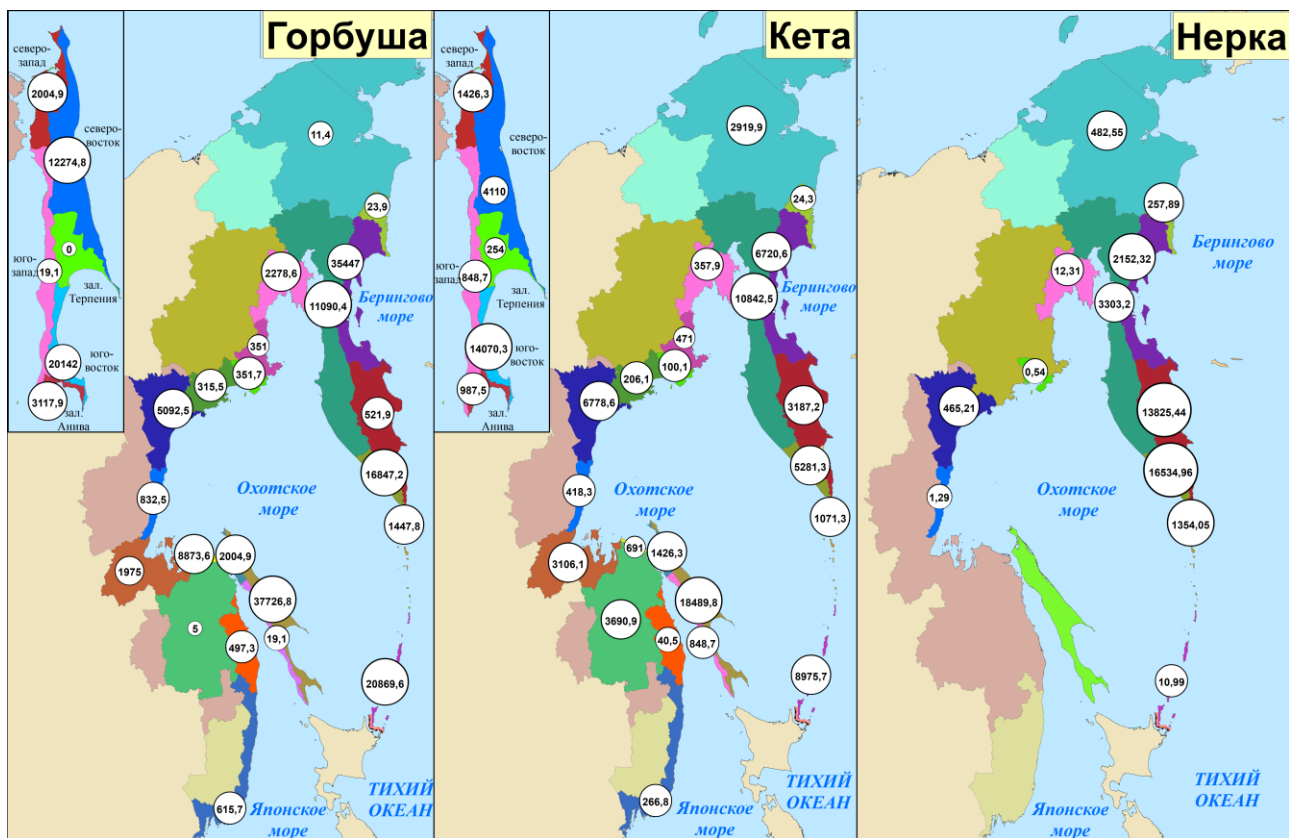


Рис. 5. Вылов горбуши, кеты и нерки по промысловым районам Дальнего Востока России в 2022 г., т

Fig. 5. Catch of pink salmon, chum salmon and sockeye salmon in the Far East of Russia in 2022, by fishing districts, t

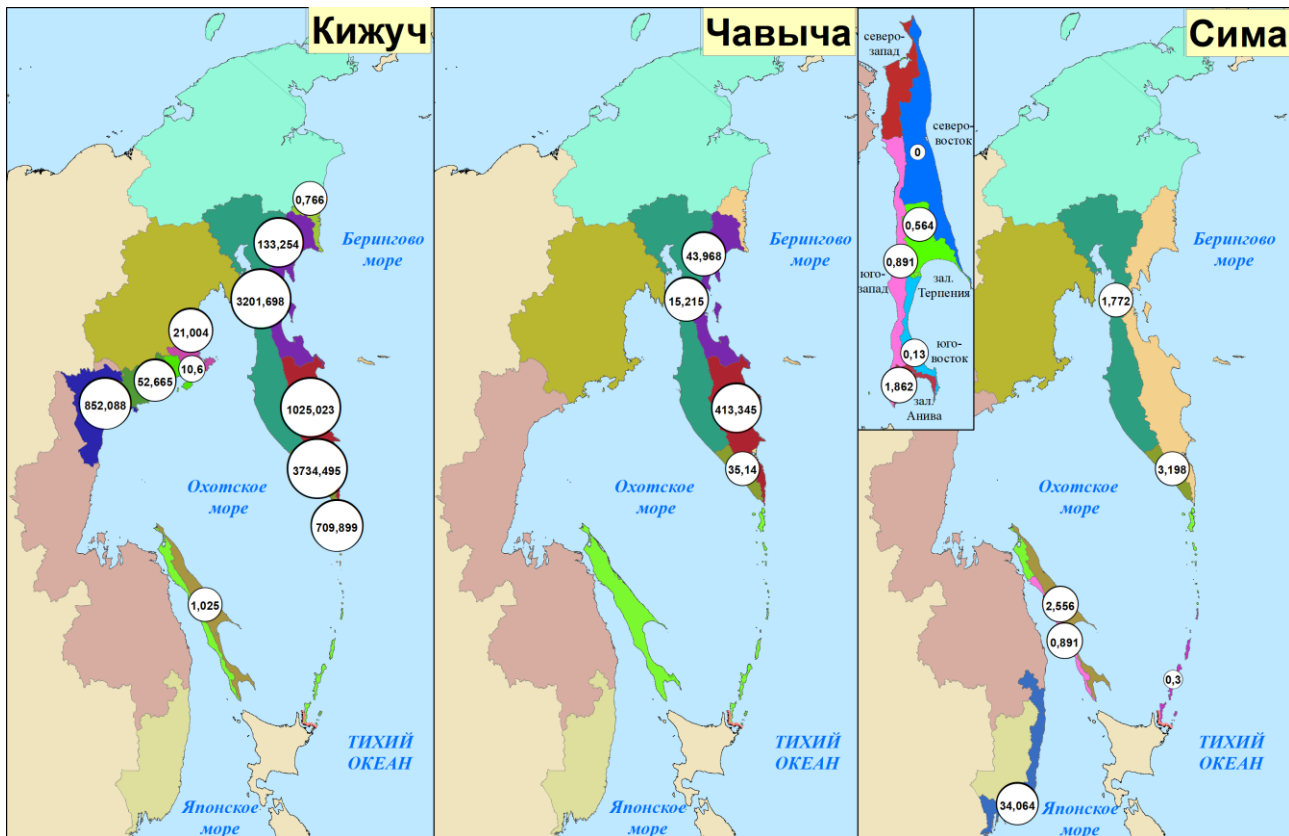


Рис. 6. Вылов кижуча, чавычи и симы по промысловым районам Дальнего Востока России в 2022 г., т

Fig. 6. Catch of coho salmon, chinook salmon and cherry salmon in the Far East of Russia in 2022, by fishing districts, t

Данные о вылове тихоокеанских лососей на северо-западе Северной Америки приведены в табл. 2, прогноз вылова и фактический объем добычи тихоокеанских лососей на Аляске представлен в табл. 3. Незначительные различия в объемах вылова в табл. 2 и 3 связаны с получением данных из разных информационных источников. Динамика прогнозных оценок и фактического вылова тихоокеанских лососей на Аляске в 2001–2022 г. приведена на рис. 7.

Таблица 2

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

Table 2

Commercial catch of pacific salmon in the northwestern North America, 10³ ind.

Регион	Вид					Всего
	Горбуша	Кета	Нерка	Кижуч	Чавыча	
Аляска, США						
Арктика — Юкон — Кускоквим						
Зал. Коцебу	—	476	—	—	—	476
Зал. Нортон	84	31	1	13	—	129
Юкон	—	—	—	—	—	—
Кускоквим	—	—	—	—	—	—
Центральная Аляска						
Бристольский залив	99	422	59979	13	5	60518
Зал. Кука	380	134	1284	95	—	1893
Зал. Принца Уильяма	26725	2783	1579	84	10	31181
Юго-Восточная Аляска						
Зал. Якутат	23	—	48	62	—	133
Юго-восток	18097	9625	1142	1399	262	30525
Западная Аляска						
О. Кодьяк	14931	538	2319	83	9	17880
Чигник	27	8	84	1	—	120
П-ов Аляска	5818	813	8018	52	13	14714
Алеутские острова	—	—	—	—	—	—
Всего	66184	14830	74454	1802	299	157569
Британская Колумбия, Канада						
Без р. Фрейзер	648,120	24,472	1138,352	103,089	110,334	2024,367
Р. Фрейзер	—	—	1441,282	—	—	1441,282
Всего	648,120	24,472	2579,634	103,089	110,334	3465,649
Р. Колумбия, США						
Р. Колумбия	—	—	13,141	7,531	158,717	179,389

Рис. 7. Динамика прогнозных оценок и фактического вылова тихоокеанских лососей на Аляске в 2001–2022 гг., а также отклонение прогноза от вылова

Fig. 7. Dynamics of forecasted annual catch and actual landing of pacific salmon in Alaska in 2001–2022, with deviations of forecast from actual catch

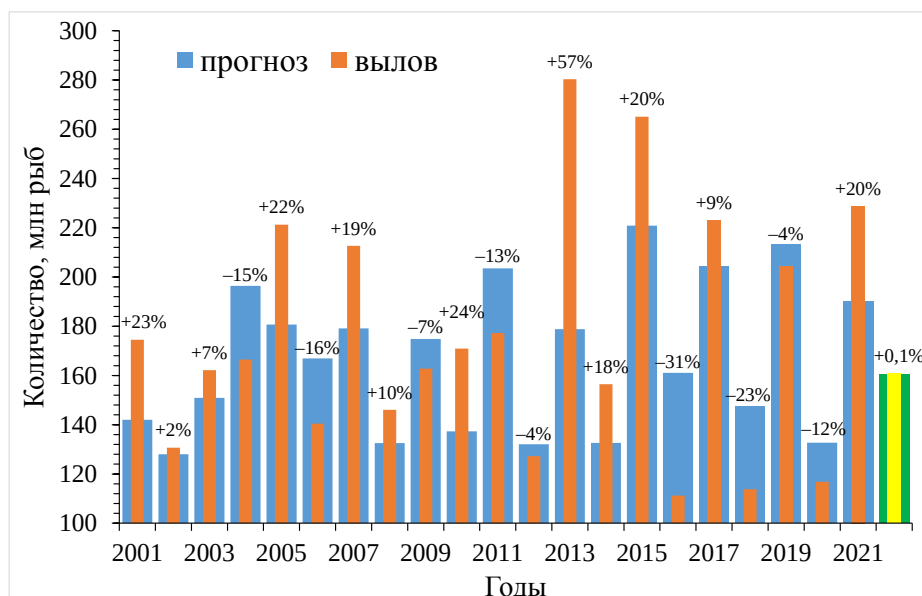


Таблица 3

Прогноз и вылов, а также оправдываемость прогноза вылова тихоокеанских лососей
на Аляске в 2022 году, тыс. рыб

Table 3

Forecast of annual catch and actual commercial landing of pacific salmon in Alaska in 2022,
with estimate of the forecast accuracy, 10³ ind.

Регион	Вид					Всего
	Горбуша	Кета	Нерка	Кижуч	Чавыча	
Прогноз вылова, тыс. рыб						
Арктика–Юкон–Кускоквим	50,000	345,000	2,000	75,000	1,000	473,000
Бристольский залив	658,000	1005,000	59940,000	129,000	27,000	61759,000
Зал. Кука	2993,148	152,000	2442,000	203,000	4,000	5794,148
Зал. Принца Уильяма	24917,000	3044,000	1997,000	469,000	8,000	30435,000
Юго-восток	16476,000	8394,000	789,000	1772,000	241,000	27672,000
Кадьяк	19421,000	751,000	3255,000	453,000	7,000	23887,000
Чигник	126,000	162,000	562,000	112,000	2,000	964,000
П-ов Аляска и Алеутские острова	1438,000	1564,000	5024,000	375,000	19,000	8420,000
Всего	66079,148	15417,000	74011,000	3588,000	309,000	159404,148
Фактический вылов, тыс. рыб						
Арктика–Юкон–Кускоквим	84,264	506,873	1,234	13,466	0,000	605,831
Бристольский залив	95,724	301,816	60091,098	9,040	8,374	60506,052
Зал. Кука	498,940	148,098	1353,335	92,423	1,544	2094,340
Зал. Принца Уильяма	28478,028	3078,093	1484,255	88,640	12,962	33141,978
Юго-восток	17557,187	9382,534	1161,359	1240,499	257,103	29598,682
Кадьяк	15466,281	550,409	2360,850	88,121	11,409	18477,070
Чигник	1043,282	70,886	334,644	40,099	3,623	1492,534
П-ов Аляска и Алеутские острова	5880,383	836,440	7994,369	55,025	15,039	14781,256
Всего	69104,089	14875,149	74781,144	1627,313	310,054	160697,743
Δ прогноз–вылов, %						
Арктика–Юкон–Кускоквим	+68,5	+46,9	–38,3	–82,0	–100,0	+28,1
Бристольский залив	–85,5	–70,0	+0,3	–93,0	–69,0	–2,0
Зал. Кука	–83,3	–2,6	–44,6	–54,5	–61,4	–63,9
Зал. Принца Уильяма	+14,3	+1,1	–25,7	–81,1	+62,0	+8,9
Юго-восток	+6,6	+11,8	+47,2	–30,0	+6,7	+7,0
Кадьяк	–20,4	–26,7	–27,5	–80,5	+63,0	–22,6
Чигник	+728,0	–56,2	–40,5	–64,2	+81,2	+54,8
П-ов Аляска и Алеутские острова	+308,9	–46,5	+59,1	–85,3	–20,8	+75,5
Всего	+4,6	–3,5	+1,0	–54,6	+0,3	+0,8

Итоги промысла осенней кеты в промысловых районах о. Хоккайдо в 2022 г. приведены на рис. 8, оправдываемость прогнозных оценок — на рис. 9. Динамика вылова осенней кеты представлена в табл. 4.

Таблица 4

Динамика вылова осенней кеты в морском побережье о-вов Хоккайдо и Хонсю в 2013–2022 годах, тыс. т

Table 4

Dynamics of annual catch of autumn chum salmon on the seashores of Hokkaido and Honshu in 2013–2022, 10³ t

Остров	Год									
	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022 ¹
Хоккайдо	129,371	112,412	11,399	79,372	53,883	63,574	50,465	49,596	53,183	83,310
Хонсю	25,215	26,728	18,557	14,355	12,809	16,225	4,939	3,922	1,173	1,481
Всего	154,586	139,140	29,956	93,727	66,692	79,799	55,404	53,518	54,356	84,791

Примечание. По состоянию на 31.01.2023 г.

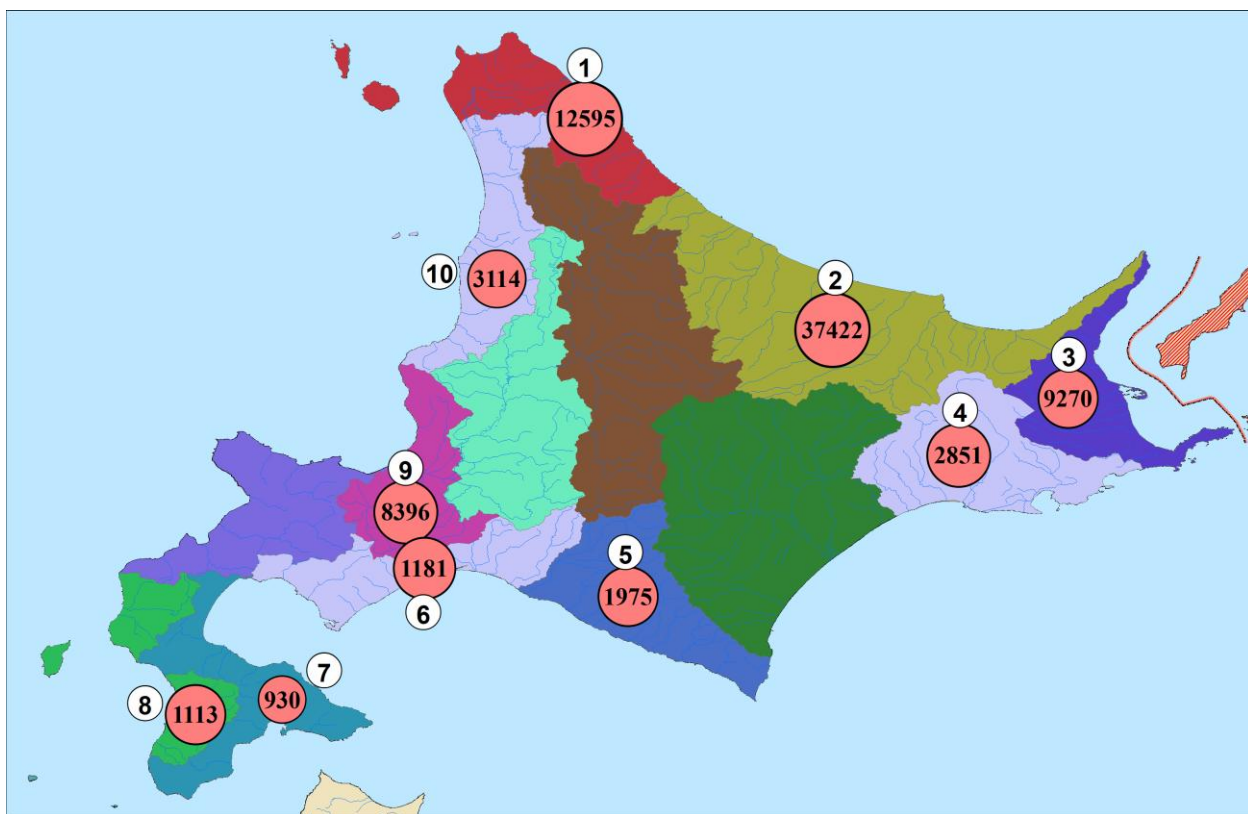


Рис. 8. Вылов осенней кеты по промысловым районам о. Хоккайдо в 2022 г. (по состоянию на 30 ноября), т. Названия промысловых районов приведены на рис. 3

Fig. 8. Catch (t) of autumn chum salmon in Hokkaido in 2022 till November 30, by fishing districts. See the list of fishing districts at Fig. 3

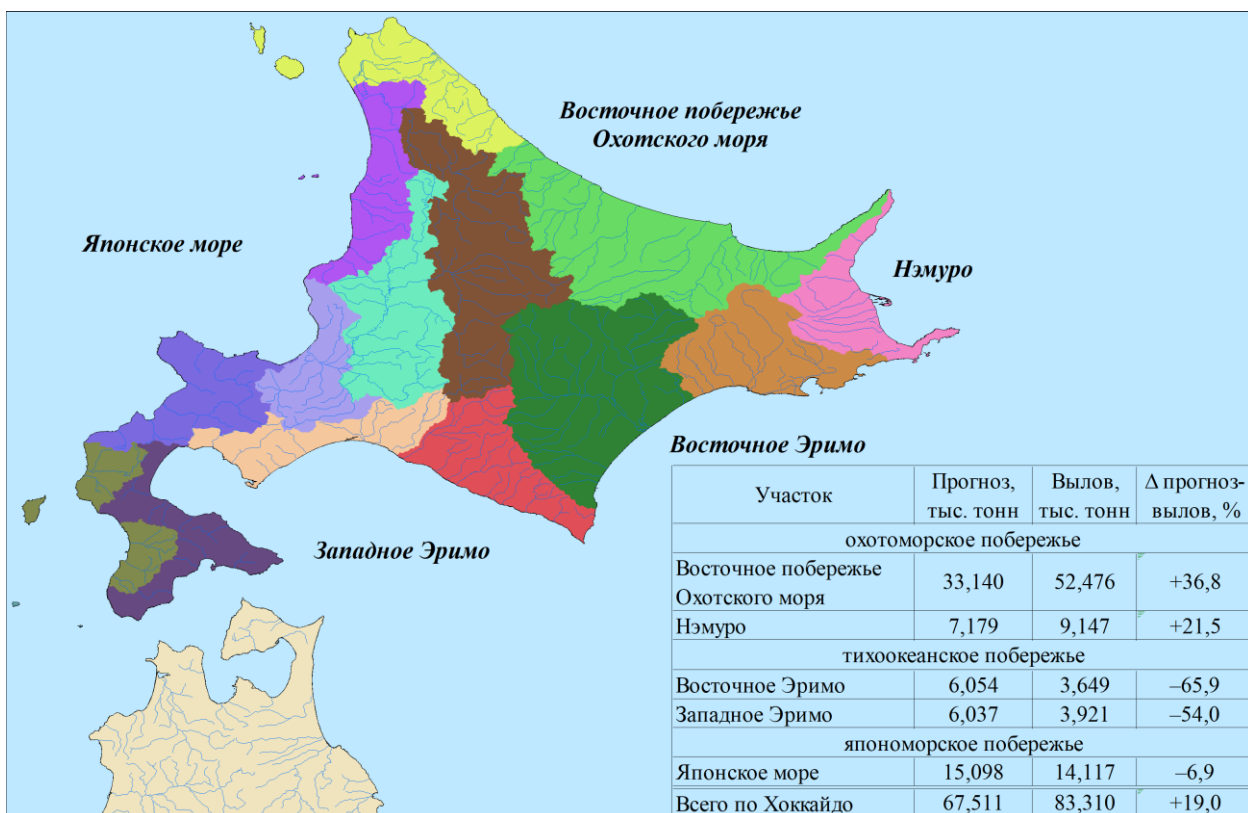


Рис. 9. Прогноз и вылов, а также оправдываемость прогноза вылова осенней кеты по промысловым регионам о. Хоккайдо в 2022 г. (по состоянию на 31.01.2023 г.)

Fig. 9. Forecast of annual catch and actual landing of autumn chum salmon in Hokkaido in 2022 (till January 31, 2023), by fishing districts, with estimates of the forecast accuracy

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Автор выражает благодарность заместителю директора ВНИРО по науке В.А. Беляеву за представление информации о вылове тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России в 2022 г.

The author is grateful to V.A. Belyaev, deputy director for science of VNIRO, for providing the information on catch of pacific salmon in the Russian Far East in 2022.

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 1.03.2023 г.

После доработки 22.03.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

*The article was submitted 1.03.2023; approved after reviewing 22.03.2023;
accepted for publication 3.04.2023*

ИТОГИ ЛОСОСЕВОЙ ПУТИНЫ В ХАБАРОВСКОМ КРАЕ В 2022 Г.

В.И. Островский*

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

Аннотация. Анализируются итоги лососевой путины в Хабаровском крае в 2022 г. и причины отклонений фактических уловов от прогнозируемых. Рассмотрено влияние промысловой обстановки на уловы лососей. Приводятся подходы к прогнозированию запасов лососей в изменчивых условиях воспроизводства, возможные способы усовершенствования методов прогнозирования, а также перспективы путины в 2023 г.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, путина 2022 г., прогноз вылова

Для цитирования: 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: SMOCMO.

Original article

Results of the salmon fishing season in Khabarovsk Region in 2022

Vladimir I. Ostrovsky

Ph.D., head of department, Khabarovsk branch of VNIRO (KhabarovskNIRO), 13a, Amursky Blvd., Khabarovsk,
680038, Russia, Ostrovskiy@tinro.khv.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413

Abstract. The results of the salmon fishing in Khabarovsk Region in 2022 are presented and the reasons for deviations between the actual and predicted catch are analyzed. Influence of the fishing conditions on the catches is considered. Approaches for forecasting the salmon stocks under changing environments of reproduction are discussed, possible ways to improve the forecasting methods are proposed, and prospects for the salmon fishing in 2023 are shown.

Keywords: pacific salmon, fishing season, fishery forecast

For citation: Ostrovsky V.I. Results of the salmon fishing season in Khabarovsk Region in 2022, in *Bull. № 17 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 79–86. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-79-86. EDN: SMOCMO.

Введение

Среди всех регионов Дальнего Востока по вылову тихоокеанских лососей Хабаровский край традиционно занимает третье место, в текущем году выловлено около 33,4 тыс. т, т.е. около 13 % от их общего вылова на Дальнем Востоке. После введения 200-мильной экономической зоны уловы лососей увеличивались и в 2016 г. достигли рекордного значения ста последних лет (86,5 тыс. т). Позже тенденция роста уловов сохранилась в северных группировках, но уловы южных группировок стали уменьшаться. Суммарный улов последних лет в крае стабилизировался на уровне, близком к 30 тыс. т.

Цель работы — провести анализ оправданности прогнозов вылова тихоокеанских лососей в Хабаровском крае в 2022 г. с рассмотрением причин отклонений «прогноз–факт», что необходимо для усовершенствования методов прогнозирования.

* Островский Владимир Иванович, кандидат биологических наук, начальник отдела, Ostrovskiy@tinro.khv.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413.

© Островский В.И., Козлова Т.В., 2023

Материалы и методы

В работе использованы сведения по вылову тихоокеанских лососей в Хабаровском крае, представленные Амурским территориальным управлением Росрыболовства, прогнозы вылова лососей, разработанные Хабаровским филиалом ВНИРО (ХабаровскНИРО). Сведения по метеорологическим условиям по Охотскому району приведены на сайте «Погода и климат» [<http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php>].

Запас (подход) оценивали как сумму численности выловленных рыб и численности рыб, пропущенных на нерест. Методы оценки последних сотрудниками ХабаровскНИРО зависят от типа контрольных нерестовых рек и технической возможности в сжатые сроки малочисленным коллективом провести обследование огромного по площади нерестового фонда в пеших маршрутных съемках с использованием авиации, БПЛА, мечения или по результатам анализа уловов на усилии. Вынужденно прибегая к экстраполяции полученных оценок численности производителей лососей в контрольных реках на всю нерестовую площадь, мы вполне осознаем ориентировочный характер оценок запаса. Все данные обработаны с использованием MS Excel.

Результаты и их обсуждение

Основу улова в 2022 г. составили охотоморские лососи (около 89 %). Прогноз их вылова (ПВ) был достаточно хорошо обоснован, корректировки прогнозов вылова в ходе путины горбуши, нерки и кижуча носили технический характер (связаны с невозможностью перераспределения квот между предприятиями в ходе путины). Эти корректировки ($ПВ_{корр}$) уменьшили оправдываемость прогнозов вылова (см. таблицу), но позволили продолжить путину предприятиям, у которых выделенные объемы заканчивались.

Оправдываемость прогноза вылова лососей в Хабаровском крае в 2022 г.
Validity of the salmon catch forecast in Khabarovsk Region in 2022

Подзона	Вид	Вылов, т	ПВ, т	Освоено, %	$ПВ_{корр}$	Освоено, %
Северо-Охотоморская (СОХ)	Горбуша	16780,5	17000,0	98,7	18500,0	90,7
	Кета	11054,0	13661,0	80,9	—	—
	Нерка	466,5	500,0	93,3	750,0	62,2
	Кижуч	852,1	940,0	90,6	1200,0	71,0
Амур и Амурский лиман	Горбуша	5,0	8,5	58,7	—	—
	Кета летняя	5,6	16,4	33,9	—	—
	Кета осенняя	3736,1	6990,0	53,4	—	—
Приморье	Горбуша	497,3	1000,0	49,7	—	—
	Кета	39,1	200,0	19,5	—	—
Итого:	Горбуша	17282,8	18008,5	96,0	19508,5	88,6
	Кета	14834,8	20867,4	71,1	—	—
Всего		33436,2	40315,9	82,9	42325,9	79,0
СОХ		29153,1	32101,0	90,8	34111,0	85,5
Амур и Амурский лиман		3746,7	7014,9	53,4	—	—
Приморье		536,4	1200,0	44,7	—	—

Численность потомков зависит как от численности родителей, так и от условий воспроизводства. В периоды постепенного ухудшения условий воспроизводства прогнозы, основанные на однофакторных моделях «запас–пополнение» оказываются завышенными, в периоды улучшения условий — заниженными. Согласно расчетам, основанным на уравнении Рикера, возврат охотоморской горбуши от нереста в 2020 г. 1,9 млн рыб мог составить около $5,5 \pm 4,3$ млн рыб.

Охотоморская горбуша (здесь и далее в Хабаровском крае) обычно многочисленна в четные годы, но, основываясь на анализе динамики её подходов (рис. 1), мы ожидали смену доминирования. Динамика подходов свидетельствовала о наличии положительного временного тренда изменчивости условий воспроизводства, согласно уравнению Рикера, дополненного трендовой составляющей ди-

намики подходов возврат ожидался близким к $12,7 \pm 3,3$ млн рыб, т.е. в 2,3 раза бóльшим по сравнению с прогнозом без учета изменчивости условий воспроизводства.

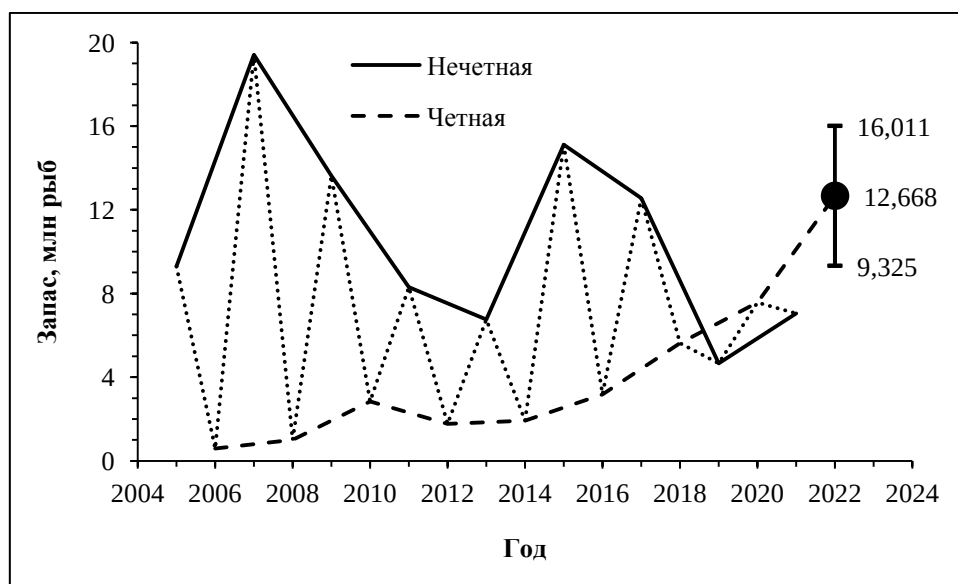


Рис. 1. Динамика подходов охотоморской горбуши линий четных и нечетных лет в Хабаровском крае и прогноз запаса на 2022 г.

Fig. 1. Dynamics of the pink salmon runs from the Okhotsk Sea to Khabarovsk Region for lines of even and odd years and the stock forecast for 2022

Конкретные факторы, формирующие временной тренд изменчивости запаса, независящего от численности родителей, пока не известны, бóльшие уловы охотоморской горбуши по четным годам по сравнению с нечетными годами происходили крайне редко, реверсия линий численного доминирования в Охотском районе наблюдалась лишь в период 1926–1936 гг. [Островский, 2016]. Учитывая эти сведения, из осторожности прогноз подхода был принят на нижнем доверительном уровне. Исходя из прогноза запаса, с учетом количества рыб, необходимых для воспроизводства, ПВ был определен в объеме 7,053 тыс. т. Данный объем даже по нижнему доверительному интервалу превышал исторический максимум вылова в четные годы, поэтому, несомненно, он был рискованным.

На основе результатов генетической дифференциации смешанных скоплений по SNP локусам молоди, отловленной в ходе осенней траловой съемки, проведенной на НИС «Профессор Кагановский» и «ТИНРО» в 2021 г., объём ПВ охотоморской горбуши увеличили до 17 тыс. т (решение Бюро Отраслевого совета, 04.04 2022 г.). Решение оказалось верным — практически весь объем (98,7 %) был освоен, вылов превысил значение исторического максимума не только «неурожайной» линии четных лет, но и «урожайной» линии нечетных лет (около 15,5 тыс. т, 1955 г.).

Прогноз вылова охотоморской кеты также был разработан с учетом трендовой составляющей динамики запаса. Так, на основе уравнения Рикера предварительный объем ПВ кеты в Охотском районе мог быть обоснован в объеме, близком к $1,4 \pm 1,2$ тыс. т, в то время как дополнение данного уравнения трендовой составляющей динамики позволило увеличить данный прогноз почти до 9 тыс. т, из которых было освоено 6,8 тыс. т.

Прогнозируемый вылов кеты Сахалинского залива с учетом трендовой составляющей, напротив, был меньше, чем вылавливали в ближайшие предшествующие годы. Так, пять предшествующих лет в данном районе вылавливали в среднем около 2,4 тыс. т, ПВ на 2022 г. был установлен вдвое меньшим (около 1,2 тыс. т), он был освоен лишь на 59 %, что свидетельствует о правильно спрогнозированной тенденции снижения запаса.

Освоение объемов ПВ зависит не только от мощности подходов, но и от промысловой обстановки. Путина охотоморских лососей, включая гольцов, обычно длится около двух с половиной ме-

сяцев (с начала июля по середину сентября), но более 60 % улова приходится на август. Промысловая обстановка в августе 2022 г. была осложнена большим количеством осадков, так, в Охотском районе с 5 по 29 августа дождя не было лишь 3 дня (рис. 2), в итоге августовский улов лососей в данном районе составил лишь 50 % от вылова за пугину.

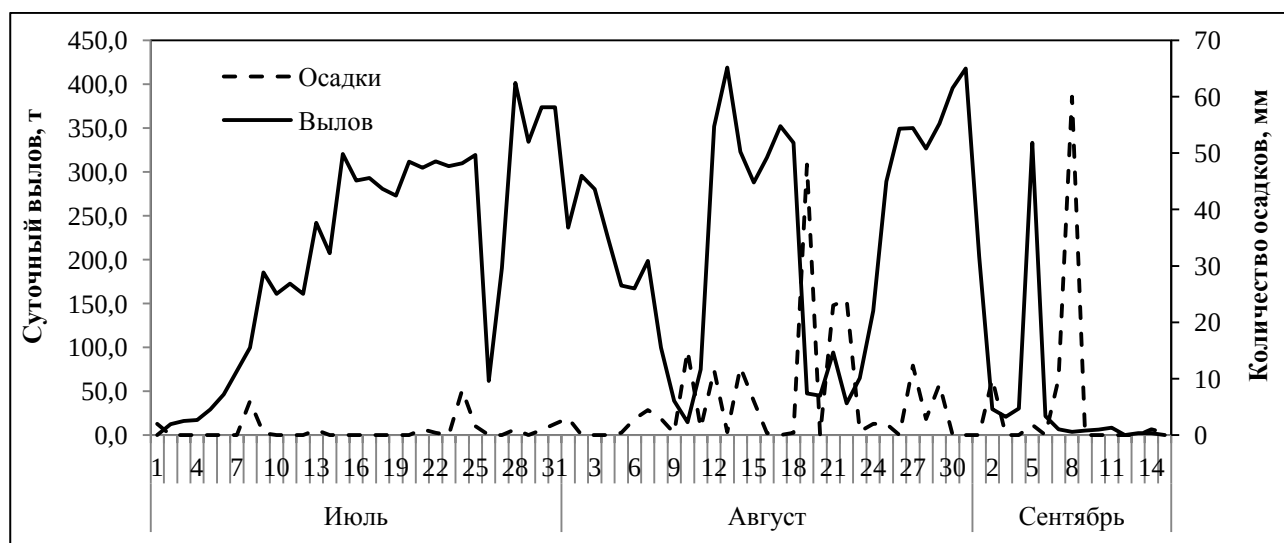


Рис. 2. Динамика вылова лососей и суточного количества осадков в Охотском районе в 2022 г.
Fig. 2. Daily catch of salmon and daily precipitation in Okhotsk district in 2022

Негативное влияние суточного количества осадков (O , мм) на уловы связано с паводками, затрудняющими промысел в реках и штормовыми днями. Связь уловов с количеством осадков, выпавших на следующие сутки, отсутствует, в дождливые сутки (при $O > 5$ мм) с ростом их количества уловы (C , т) экспоненциально уменьшаются:

$$C = 608,053 \cdot \exp(-0,075 \cdot O); R^2 = 0,589; p = 0,038.$$

На следующий день после выпадения осадков коэффициент детерминации увеличивается практически до 0,673 (рис. 3), пониженные уловы наблюдаются и на вторые сутки после дождя (аналогичное уравнение, $R^2 = 0,760$; $p = 0,002$). На третьи сутки после дождя связь вылова с осадками ослабевает ($R^2 = 0,479$; $p = 0,039$), лишь на четвертые сутки после дождя связь рассматриваемых переменных не прослеживается ($R^2 = 0,018$; $p = 0,731$). Таким образом, так называемые «волны хода» лососей (см. рис. 2), если о динамике нерестового хода лососей судить по динамике их вылова, обусловлены изменчивостью промысловой обстановки. В анализ не включены сведения по вылову нерки, поскольку более 70 % рыб этого вида вылавливают в июле.

Не исключено, что связь рассматриваемых переменных более тесная, поскольку длительность паводка, очевидно, зависит от площади водосбора рек, что в более тщательном анализе подразумевает ранжирование материала по данному признаку.

Вылов всех лососей в Охотском районе (включая гольцов) составил более 14 тыс. т, вполне очевидно, что при меньших осадках он мог быть больше. Осадки отрицательно сказываются не только на уловах, но и на надежности оценок численности рыб, пропущенных на нерестилища, в том числе и с использованием БПЛА, как нам представляется, оценка количества рыб, пропущенных на нерест в текущем году, может быть занижена.

Запасы «летних» амурских лососей (горбуша, летняя кета) находятся в депрессивном состоянии, объем их ПВ был ограничен потребностями проведения НИР. Учитывая относительно невысокие запасы осенней амурской кеты и широкомасштабный нелегальный вылов, для увеличения пропуска рыб на нерестилища вводились ограничения по срокам и местам промысла. Сроки вылова для всех видов рыболовства на каждом участке были ограничены 41 днем, причем каждый второй день был пропускным, промышленный лов был запрещен в Амурском лимане и выше с. Тыр.

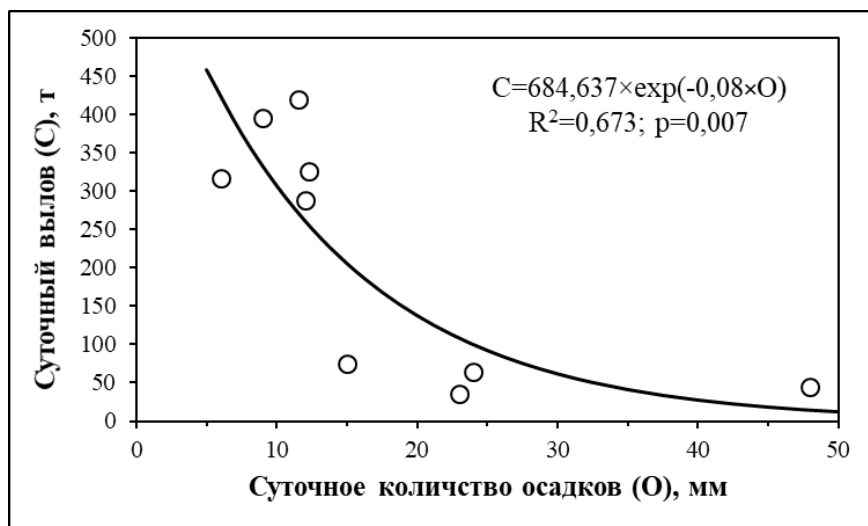


Рис. 3. Зависимость суточного вылова лососей в Охотском районе от количества августовских осадков в предшествующие сутки (уловы при количестве осадков менее 5 мм не учитывали)

Fig. 3. Dependence of daily catch of salmon in Okhotsk district on precipitation in previous day, for the days in August after the daily precipitation > 5 mm

Вылов лососей материкового происхождения в районе северо-западного Сахалина практически не ограничен. Данный промысел уменьшает скорость восстановления запаса амурских лососей, но его можно использовать в качестве аналога контрольного лова для оценки потенциала вылова в Амуре и в Амурском лимане (рис. 4). Судя по вылову кеты в «контрольном» районе, на материке вылов осенней кеты в отсутствии ограничений промысла, введенных в текущем году, мог превысить 5 тыс. т.

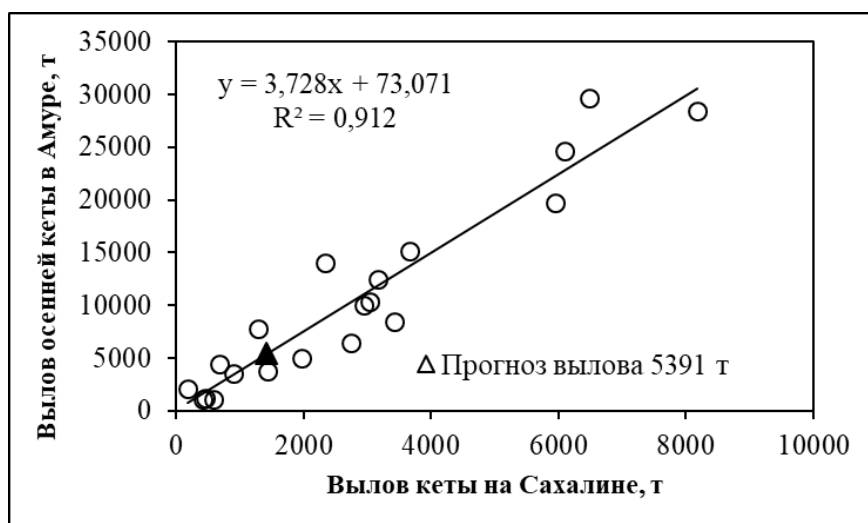


Рис. 4. Прогноз годового вылова осенней кеты в подзоне Амур и Амурский лиман в 2022 г. по вылову за путину в районе пос. Рыбновск

Fig. 4. Forecast of the annual catch of autumn chum salmon within the fishery subzone Amur and Amur Estuary for 2022 based on the annual catch in the area at Rybnovsk

О результативности мер по ограничению промысла осенней кеты можно судить и по динамике её вылова. Судя по вылову на 20.09 в разные годы, вылов за путину в текущем году в отсутствии ограничений промысла текущего года мог составить около 6000 т (рис. 5). Обе оценки возможного вылова относительно близки к ПВ, который для р. Амур (в пределах Хабаровского края) равнялся 6610 т (из ПВ в подзоне Амур и Амурский лиман, равного 6990 т (см. таблицу), 380 т составлял ПВ в Амурском лимане, где промысел был запрещен). Квота для организации промышленного лова составила 3697,3 т, несмотря на введенные ограничения, данным видом рыболовства выловлено 2746,4 т (74,3 % от объема).

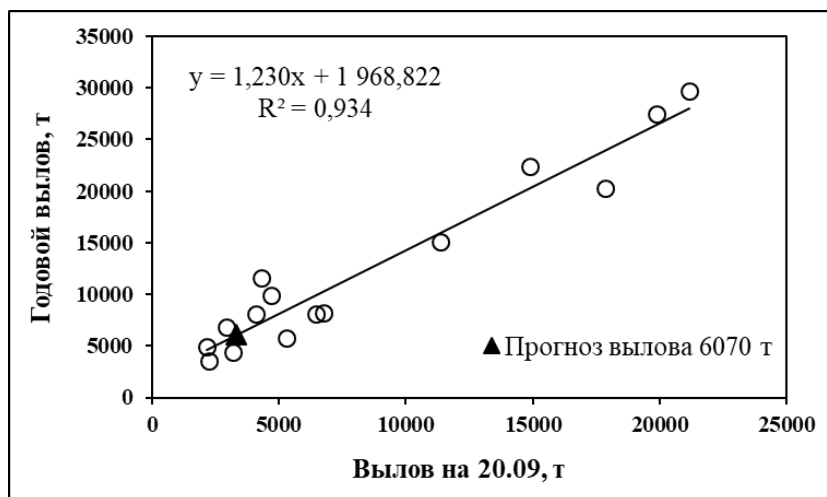


Рис. 5. Прогноз годового вылова осенней амурской кеты по вылову на 20.09 в разные годы

Fig. 5. Forecast of the annual catch of autumn chum salmon in the Amur based on the catch till September 20, by years

Кета подзоны Приморье (в границах Хабаровского края) обычно малочисленна, горбуша находится в депрессивном состоянии. Объём ПВ при слабых подходах лососей определяется в основном исходя из необходимости обеспечения потребностей представителей коренных малочисленных народов Севера и Дальнего Востока Российской Федерации, а также любительского и спортивного рыболовства. Слабая оправдываемость ПВ лососей отчасти связана с неполной отчетностью данных категорий пользователей, но вследствие незначительных объемов вылова это практически не влияет на оправдываемость прогноза по Хабаровскому краю. В целом вылов тихоокеанских лососей в зоне ответственности ХабаровскНИРО в 2022 г. был прямо пропорционален его прогнозируемому объему (рис. 6), незначительные отклонения от идеального прогноза (кета Северо-Охотоморской подзоны и осенняя кета р. Амур) объяснимы промысловой обстановкой и ограничениями промысла.

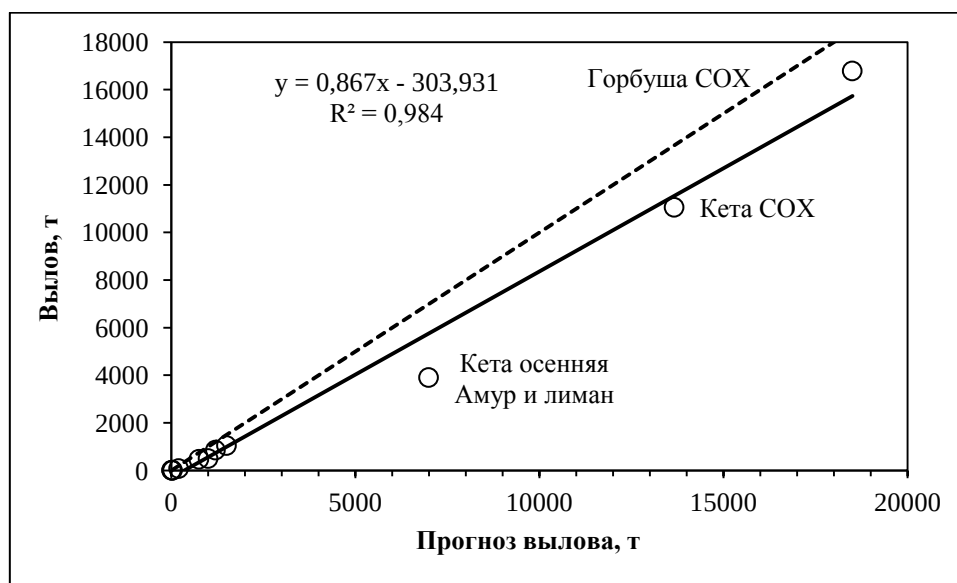


Рис. 6. Зависимость вылова тихоокеанских лососей от ПВ в Хабаровском крае в 2022 г. Пунктир — линия идеального прогноза

Fig. 6. Dependence of the pacific salmon catch in Khabarovsk Region on the forecast of the catch for 2022. Dotted line is the line of ideal forecast

Численность потомков всех живых организмов зависит как от численности родителей, так и от условий воспроизводства. Прогнозы вылова тихоокеанских лососей, основанные как на моделях «родители–пополнение» [Рикер, 1979; Максименко, Антонов, 2004; и др.], так и на их вариантах, до-

полненных трендовой составляющей динамики численности потомков [Островский, Пономарёв, 2020; Островский и др., 2022a], отчасти носят инерционный характер. Оба варианта прогнозов включают фактические данные, характеризующие соотношение численности родителей и потомков и гипотезы относительно предстоящей изменчивости внешних факторов. Первый вариант прогнозов предполагает относительное постоянство условий воспроизводства, второй — сохранение характера изменчивости условий, описанного в период, предшествующий прогнозной дате.

Во многом недостатки обоих вариантов прогнозирования устранимы включением в модели конкретных факторов среды, влияющих на численность потомков. В настоящее время при прогнозировании подходов лососей ХабаровскНИРО, в зависимости от информационной обеспеченности, использует как классические, так и оригинальные модели, в которых соотношение «запас–пополнение» дополнено либо трендовой составляющей динамики численности потомков, либо конкретными факторами среды, влияющими на численность потомков [Островский, 2022б]. Прогноз вылова тихоокеанских лососей в Хабаровском крае на 2023 г. обоснован в объеме около 30 тыс. т (рис. 7).

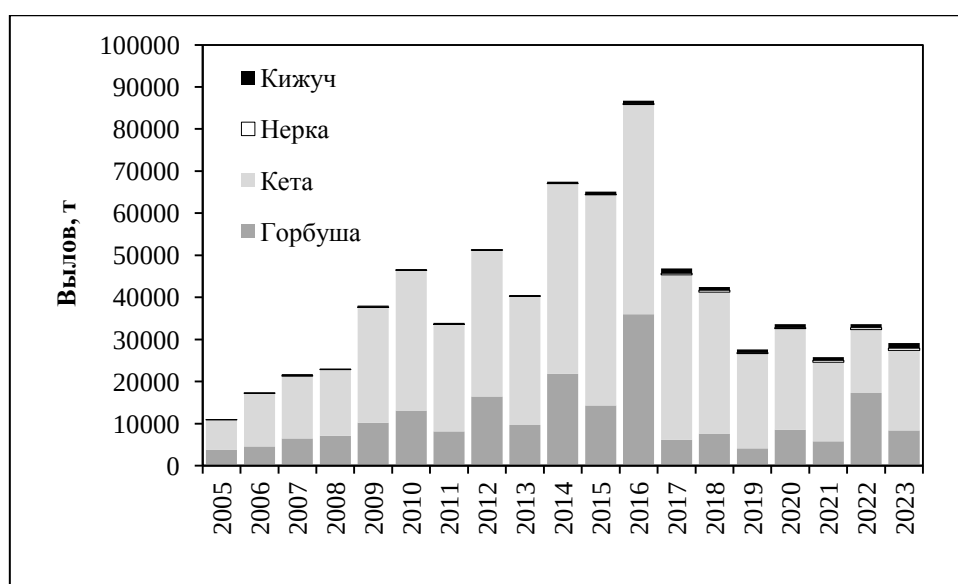


Рис. 7. Динамика вылова тихоокеанских лососей в Хабаровском крае и предварительный прогноз их вылова в 2023 г.

Fig. 7. Dynamics of the pacific salmon annual catch in Khabarovsk Region and its preliminary forecast for 2023

Согласно результатам прогнозирования в 2023 г. ожидается снижение подходов «южных» (подзона Приморье, Амур и Амурский лиман) группировок лососей, основу вылова составят лососи Северо-Охотоморской подзоны. Видовой состав улова сохранится в обычной для края пропорции — уловы на 2/3 будут представлены кетой.

Заключение

Включение в описание зависимости «запас–пополнение» трендовой составляющей динамики численности потомков существенно улучшило качество прогнозов, тенденции изменений запаса были спрогнозированы верно. Отклонения прогнозируемых объемов вылова охотоморских лососей от фактических значений вылова связаны с неблагоприятной промысловой обстановкой, в подзоне Амур и Амурский лиман — с ограничениями промысла по местам, орудиям и срокам лова.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Выражаю глубокую признательность всем сотрудникам ХабаровскНИРО, принявшим участие в оценке численности рыб, пропущенных в реки Хабаровского края.

The author is deeply grateful to colleagues from KhabarovskNIRO who took part in counting the fish passed to the rivers of Khabarovsk Region.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.
The study was not sponsored.

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 the objects of investigation. The author declares that he has no conflict of interest.

Список литературы

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

Островский В.И. Прогнозирование запасов тихоокеанских лососей при направленной изменчивости условий воспроизводства // Бюл. № 16 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2022а. — С. 88–95. DOI: 10.26428/losos_bull16-2022-88-95.

Островский В.И. Факторы, определяющие численность поколений кеты *Oncorhynchus keta* в Охотском районе // Изв. ТИНРО. — 2022б. — Т. 202, вып. 4. — С. 810–827. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-810-827. EDN: HXVMLB.

Островский В.И. Траектории миграций амурской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* к районам размножения // Изв. ТИНРО. — 2016. — Т. 186. — С. 121–134.

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.

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

Поступила в редакцию 10.03.2023 г.

После доработки 21.03.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

*The article was submitted 10.03.2023; approved after reviewing 21.03.2023;
accepted for publication 3.04.2023*

**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.**

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. Применяемая в последние годы методика проведения морских траловых съёмок по учету молоди горбуши с использованием двух научно-исследовательских судов обеспечивает возможность охвата района работ в сжатые сроки, а также позволяет исключить повторные учёты активно мигрирующей рыбы на смежных галсах. В 2022 г. за счёт качественного планирования экспедиций и эффективной работы (НИС «ТИНРО», «Профессор Кагановский») удалось исследовать основные скопления горбуши в Беринговом и Охотском морях, что позволило получить репрезентативные данные о численности горбуши в период осеннего морского нагула. Полученные данные будут использованы при прогнозировании объёмов вылова горбуши в 2023 г. Применение метода ЕМ-кластеризации для региональной дифференциации скоплений молоди горбуши Охотского моря позволило выделить две группировки — «северного» и «южного» комплексов — в соотношении 55/45 %. По результатам проведенных учётных траловых съёмок осенью 2022 г. были получены оценки численности горбуши в Беринговом (940 млн экз.) и Охотском (2,7 млрд экз.) морях. По предварительным оценкам численность возврата в 2023 г. составит 200 млн экз. в Беринговом и не менее 270 млн экз. в Охотском морях.

Ключевые слова: Берингово море, Охотское море, горбуша, траловые съёмки, 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 дальневосточных регионах Берингова и Охотского морей в 2023 г. по результатам анализа траловых съёмок 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.

* Сомов Алексей Александрович, и.о. заведующего лабораторией, aleksey.somov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0001-8459-0498; Шевляков Евгений Александрович, кандидат биологических наук, начальник отдела, evgeniy.shevlyakov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-8556-6737; Старовойтов Александр Николаевич, кандидат биологических наук, главный специалист, sansea@inbox.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X; Шевляков Валерий Александрович, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, valeriy.shevlyakov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-3753-4650; Дедерер Никита Александрович, специалист, nikita.dederer@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-3618-7706; Мельников Игорь Владимирович, кандидат биологических наук, заместитель руководителя филиала, igor.melnikov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-2327-2979.

Prospects for the pink salmon fishery in the Russian waters of the Bering and Okhotsk Seas in 2023 based on analysis of trawl surveys of the juveniles aboard RV TINRO and RV Professor Kaganovsky in autumn 2022

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 laboratory, aleksey.somov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0001-8459-0498

^{**} Ph.D., head of department, evgeniy.shevlyakov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-8556-6737

^{***} Ph.D., chief specialist, sansea@inbox.ru, ORCID 0000-0001-5617-776X

^{****} Ph.D., leading researcher, valeriy.shevlyakov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-3753-4650

^{*****} specialist, nikita.dederer@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-3618-7706

^{*****} Ph.D., deputy head, igor.melnikov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-2327-2979

Abstract. Modern technique of counting pink salmon juveniles in trawl surveys by two research vessels simultaneously makes it possible to cover the surveyed area in a short time that excludes repeated counts of actively migrating fish at adjacent transects. Such survey in the fall of 2022 was conducted jointly by RV TINRO and RV Professor Kaganovsky. The main aggregations of pink salmon in the offshore areas of the Bering and Okhotsk Seas were accounted that guaranteed reliability of the primary materials for prediction of the pink salmon return and catches in 2023. Two regional groups of pink salmon were separated in the mixed aggregation of juveniles in the Okhotsk Sea using the method of EM-clustering; the ratio of «northern» and «southern» complexes of their local stocks was determined as 55 : 45 %. The total number of pink salmon was assessed as $0.94 \cdot 10^9$ ind. in the Bering Sea and $2.70 \cdot 10^9$ ind. in the Okhotsk Sea. Expected return of pink salmon in 2023 was preliminary estimated as $200 \cdot 10^6$ ind. for the Bering Sea and at least $270 \cdot 10^6$ ind. for the Okhotsk Sea.

Keywords: Bering Sea, Okhotsk Sea, pink salmon, trawl survey, stock 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 2023 based on analysis of trawl surveys of the juveniles aboard RV TINRO and RV Professor Kaganovsky in autumn 2022, in *Bull. N 17 izucheniya tikhoookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 87–100. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-87-100. EDN: SVAJWC.

Введение

Горбуша является одним из главных объектов рыбной промышленности Дальнего Востока, обеспечивая основу промысла лососевых рыб. Успешность лососевой путины во многом зависит от величины возврата производителей горбуши, которая, в свою очередь, варьирует от года к году.

Благодаря комплексному научному обеспечению путины на всех этапах жизненного цикла горбуши удастся хорошо или удовлетворительно предсказывать величины возвратов. Особое значение в комплексном мониторинге играют морские траловые съемки молоди горбуши в двух основных бассейнах — Беринговом и Охотском морях. Поскольку на этапе морских миграций и освоения обширных морских пространств молодь горбуши уже преодолела периоды высокой и крайне изменчивой смертности в пресноводный и раннеморской периоды, её дальнейшая смертность не столь значительна и 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.

В Беринговом море подавляющее большинство учитываемых особей горбуши принадлежат стадам Карагинского и Олюторского заливов, в Охотском море горбуша образует смешанные скопления различных региональных стад (западнокамчатского, континентального побережья, восточносахалинского, южных Курильских островов, японского происхождения). Для оценки региональных возвратов проводится дифференциация горбуши по районам происхождения морфометрическими (ТИНРО) и генетическими (КамчатНИРО) методами.

Цель данной работы — оценить численность молоди горбуши в Беринговом и Охотском морях осенью 2022 г. и рассчитать ожидаемые величины возвратов и перспективы промысла горбуши

по региональным группировкам с учетом дифференциации в Охотском море по морфометрическим признакам.

Материалы и методы

Для оценки численности молоди горбуши в Беринговом и Охотском морях осенью 2022 г. использовали данные траловых уловов с борта двух научно-исследовательских судов — «ТИНРО» и «Профессор Кагановский». Съёмка по учету численности откочевывающей молоди тихоокеанских лососей в Беринговом море была выполнена в срок с 25.09 по 09.10.2022. Суммарно выполнено 53 траления (22 — НИС «ТИНРО», 31 — «Профессор Кагановский») на акватории площадью 392 тыс. км². Съёмка по учету численности откочевывающей молоди тихоокеанских лососей в Охотском море была выполнена в срок с 11.10 по 25.10.2022 г. двумя судами — «ТИНРО» и «Профессор Кагановский». Суммарно выполнено 74 траления (34 — «ТИНРО», 40 — «Профессор Кагановский») на акватории площадью 672 тыс. км².

Траления выполняли с использованием разноглубинных канатных тралов — РТ 80/396 м. Тралы были вооружены по 4-кабельной схеме и имели мелкочейную вставку (дельта 10 мм) в кутце. Длина кабелей тралов составляла 120 м. Верхняя подбора — щиток (лента брезентовая) шириной 60 см и длиной 8 м — была оснащена по краю кошельковыми наплавами (30 шт.). Нижняя подбора трала оснащалась якорной цепью длиной 12 м и массой 200 кг. Применялись грузы-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 от 4,5 ± 0,3 уз, а продолжительность — 1 ч. Длина вытравленных ваеров изменялась от 250 до 300 м. Все траловые работы выполнялись круглосуточно. Контроль хода 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 и биомассы гидробионтов. Среднее вертикальное раскрытие трала составляло 26,9 ± 3,6 м, горизонтальное раскрытие — 44,2 ± 2,8 м.

Численность молоди горбуши оценивали площадным методом [Нектон..., 2005] с использованием коэффициента уловистости 0,4 и технических характеристик трала по следующей формуле:

$$Nst = \frac{n}{1,852 \cdot v \cdot t \cdot 0,001 \cdot a \cdot k},$$

где Nst — относительная численность горбуши на станции, экз./км²; v — скорость траления, уз; t — продолжительность траления, ч; a — горизонтальное раскрытие устья трала, м; k — коэффициент уловистости.

Тотальную численность горбуши рассчитывали с учётом площади исследованной акватории, а именно многоугольника, соединяющего краевые станции с буфером 30 морских миль:

$$Ntot = Nst \cdot S/1000000,$$

где $Ntot$ — тотальная численность горбуши на исследованной акватории, млн экз.; S — исследованная площадь, км².

Расчёт величины возврата проводили ориентируясь на соотношение оценок численности сеголеток в море и последующих возвратов горбуши за ряд лет предыдущих наблюдений: для Берингова моря за период 1989–1990 и 2002 гг. (съёмки КамчатНИРО) и 2003–2021 гг. (съёмки ТИНРО), для Охотского моря за период 2004–2021 гг. (съёмки ТИНРО).

Для Охотского моря также был проведен анализ по дифференциации смешанных скоплений на региональные комплексы (северный комплекс — стада западной Камчатки и материкового побережья, южный комплекс — стада восточного Сахалина и южных Курильских островов) по данным индивидуальной массы самок с помощью алгоритма ЕМ-кластеризации [Шевляков и др., 2020] в среде R с использованием пакета *mclust* [Scrucca et al., 2016].

Расчёт площадей, численности горбуши, построение карт распределения проводились в программной среде QGIS.

Источники данных температуры поверхности моря:

- сборы гидрологической научной группой на каждой станции с помощью комплекса Sea Bird Electronics model 911 plus, Carousel Deck Unit model 33, USA;
- сайт Национального управления океаническими и атмосферными исследованиями [National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), ncdc.noaa.gov];
- сайт Японского метеорологического агентства [Japan Meteorological Agency NEAR-GOOS RRTDB, ds.data.jma.go.jp/gmd/goos/data/database.html].

Результаты и их обсуждение

Берингово море

По сравнению с 2021 г., когда тралениями была охвачена вся западная часть Берингова моря в пределах исключительной экономической зоны Российской Федерации (ИЭЗ РФ) [Шевляков и др., наст. бюл.], настоящей съемкой удалось охватить только акваторию Командорской котловины и западную периферию Алеутской котловины. Характер движения судов предполагал общее генерализованное направление галсами с юга-востока на северо-запад против миграционного потока лососей. НИС «Профессор Кагановский», начавший работу 25.09.2022 г. к югу от Командорских островов, преимущественно охватил центральную часть полигона. Научная группа на НИС «ТИНРО» приступила к тралениям 29.09.2022 г. к югу от Камчатского пролива, маршрут движения судна предполагал оконтуривание полигона работ НИС «Профессор Кагановский» (рис. 1). Применение практики выполнения съемки одновременно с двух судов (начиная с 2018 г.) позволяет охватить район работ в более сжатые сроки, чем при использовании одного судна, исключает повторные учеты на смежных галсах, фактически получая близкий по времени срез в распределении миграционного потока. В результате даже при сокращенном количестве станций удастся оконтурить основные скопления сеголеток горбуши до того, как они в массе покинут акваторию российских вод Берингова моря. Максимальный интервал между соседними галсами составил 8 сут, так как точки начала и завершения съемки располагались близко друг к другу, на большей же части полигона работ интервал между галсами составлял от 2 до 6 сут (рис. 1).

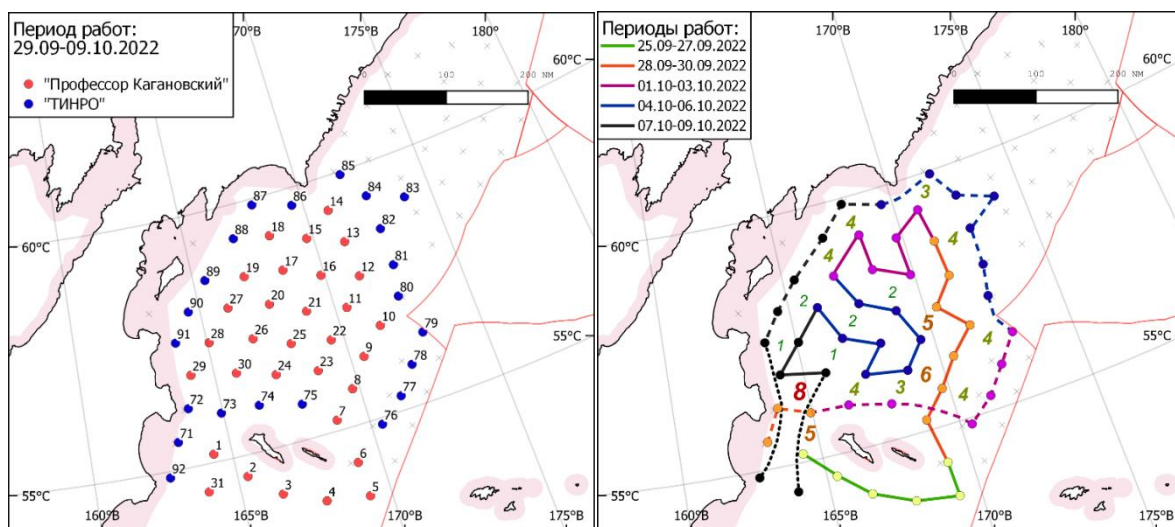


Рис. 1. Карта-схема тралений в Беринговом море (слева) и разбивка работ по временным отрезкам (справа). Цифрами между разрезами указана разница в днях

Fig. 1. Scheme of trawling in the Bering Sea (left panel) and schedule of the vessels route (right panel). Numbers between the transects indicate time intervals in days

На первом разрезе НИС «Профессор Кагановский» к югу от Командорских островов уловы молоди горбуши отсутствовали либо были незначительны (рис. 1, 2) — 0–11 экз./час. трал. При этом на первых тралениях НИС «ТИНРО» к югу от Камчатского пролива уловы составляли 45–368 экз./час. трал. (рис. 1 справа, рис. 2). Это указывало, что сеголетки горбуши мигрировали напрямую в Тихий океан через Камчатский пролив, но глубина миграционного потока в океан была небольшой. Основные же скопления сеголеток горбуши были сосредоточены в Командорской котловине (рис. 2). Максимальный улов составил 2571 экз./час. трал. в центральной части Командорской котловины. Поблизости также были отмечены достаточно высокие уловы — 633–1502 экз./час. трал. Не менее существенные уловы сеголеток сохранялись и к юго-востоку от мыса Олюторского — 664–765 экз./час. трал.

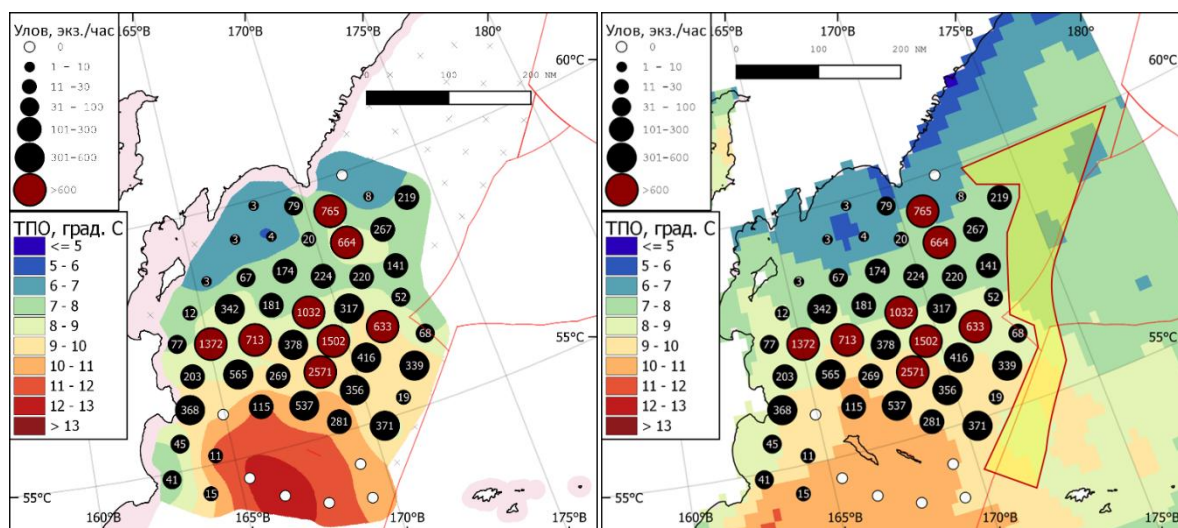


Рис. 2. Распределение уловов сеголеток горбуши в Беринговом море на фоне температуры поверхности по рейсовым (слева) и спутниковым (среднее за период 25.09–09.10.2022 г.) (справа) данным. Желтым цветом выделена зона предполагаемых высоких концентраций горбуши

Fig. 2. Catches of pink salmon juveniles in the Bering Sea on the background of the sea surface temperature (color scale) measured in the survey (left panel) and satellite SST data averaged for the period from September 25 to October 9, 2022 (right panel). The unsurveyed area of supposedly high concentration of pink salmon is shown by yellow color

Распределение уловов на маршруте НИС «ТИНРО» по контуру полигона работ показало снижение уловов горбуши относительно максимальных значений в юго-восточной части Командорской котловины у границы ИЭЗ РФ (19–371 экз./час. трал.), а также в юго-западной части Алеутской котловины (0–219 экз./час. трал.) (рис. 2). Однако эти же значения уловов указывают на то, что полностью оконтурить скопления молоди горбуши у границы ИЭЗ РФ и в Алеутской котловине не удалось. При этом штучные уловы сеголеток на разрезе НИС «ТИНРО» вдоль Карагинского залива свидетельствуют, что при наблюдаемых процессах выхолаживания в Карагинском и Олюторском заливах сеголетки горбуши на момент съемки в основной массе покинули прибрежные воды заливов и прол. Литке (рис. 2, 3).

Сведения по распределению температуры верхнего изотермического слоя воды по судовым и спутниковым данным принципиально сходны (рис. 2). Соотношение величины улова сеголеток горбуши (выраженное натуральным логарифмом) показывает, что наиболее массовые уловы были характерны при температуре воды 8–10 °C (рис. 4). Резкое сокращение величины улова наблюдалось при температуре 6–7 и 11–12 °C.

Судя по распределению температуры верхнего изотермического слоя воды на период начала и окончания съемки, а также по распределению уловов, сеголетки горбуши распространялись из прибрежных районов Карагинского залива в открытые воды широким фронтом. Направление миграций варьировало от северо-восточного до юго-западного. Распределение усредненных линейно-массовых

показателей в целом соответствует этому предположению. Вероятно, что первая (ранняя) часть молоди горбуши мигрировала в северо-восточном и восточном направлениях, чему способствовало распределение температуры воды в конце сентября (см. рис. 3 слева). Молодь этой миграционной ветви в районе к юго-востоку от мыса Олюторского характеризовалась максимальными значениями длины и массы тела (рис. 5). Особи, мигрировавшие из прибрежных вод позже, смещались преимущественно в юго-восточном направлении к Алеутским островам, так как в северной части Берингова моря на конец съемки уже отмечено снижение температуры на 2–3 °С (см. рис. 3 справа). Сравнительно небольшая часть сеголеток горбуши перемещалась в Тихий океан через Камчатский пролив.

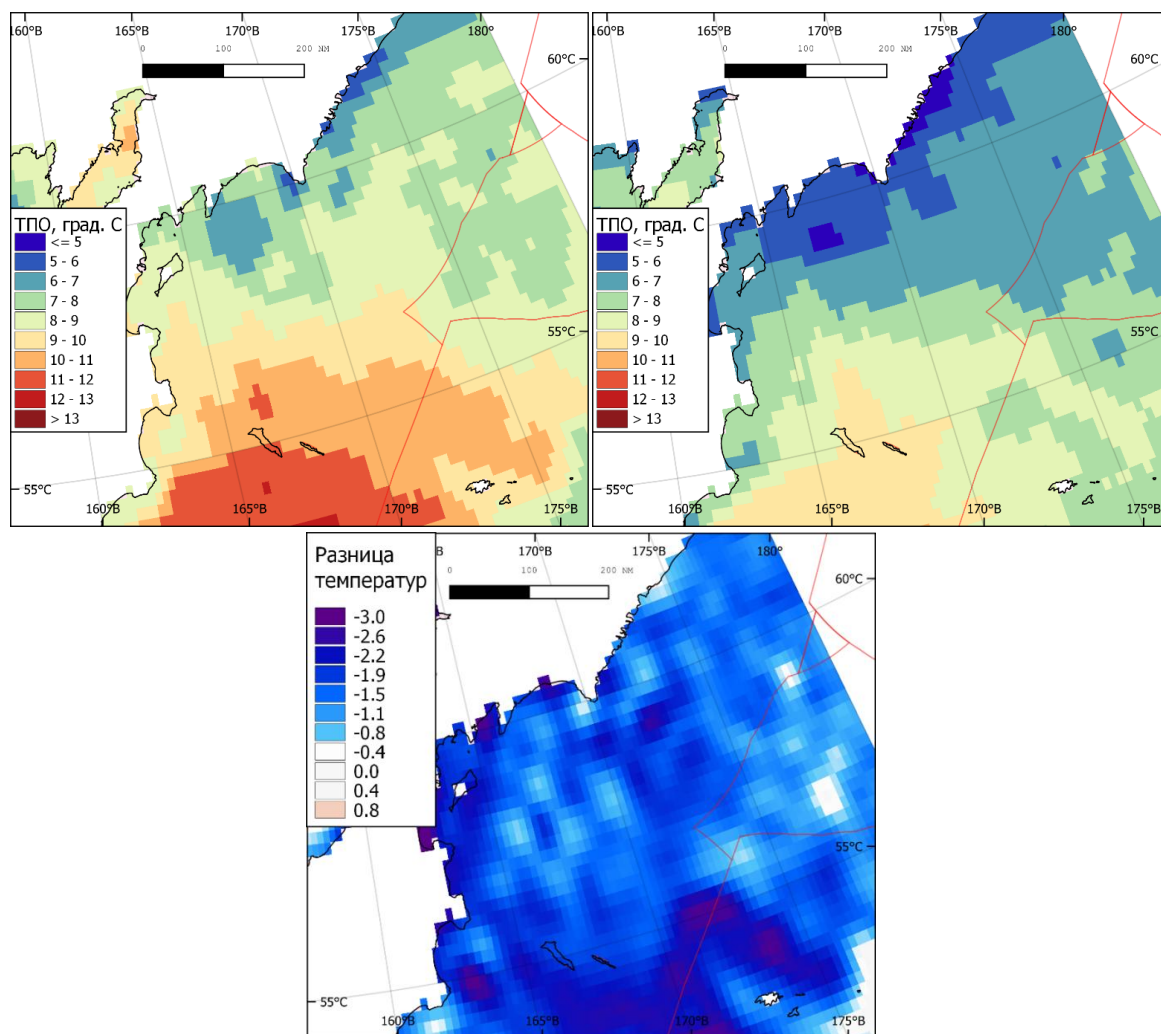


Рис. 3. Распределение температуры поверхности воды в Беринговом море на 25.09.2022 г. (слева) и на 09.10.2022 г. (справа), а также разница температур за указанные даты (снизу). Данные NOAA

Fig. 3. Sea surface temperature in the Bering Sea on September 25, 2022 (upper left panel) and October 9, 2022 (upper right panel) and the temperature difference between these dates (bottom panel), by satellite data of NOAA

Таким образом, максимальные концентрации горбуши были сосредоточены в акватории Командорской котловины (рис. 6) и съемкой удалось удовлетворительно оконтурить основные скопления. Тем не менее, по-видимому, часть карагинской горбуши осталась не охваченной съемкой. Судя по распределению уловов и динамике температурного фона акватории, часть скоплений могла находиться за пределами ИЭЗ РФ в южной части Берингова моря и в центральной части Алеутской котловины в пределах ИЭЗ РФ (см. рис. 2). Общая численность сеголеток горбуши в границах полигона исследований оценена в 790–830 млн экз. при биомассе 61–64 тыс. т.

Рис. 4. Зависимость уловов сеголеток горбуши (натуральный логарифм) от температуры поверхности воды в Беринговом море

Fig. 4. The catches of pink salmon juveniles (natural log scale) dependence on the sea surface temperature in the sites of catches for the Bering Sea

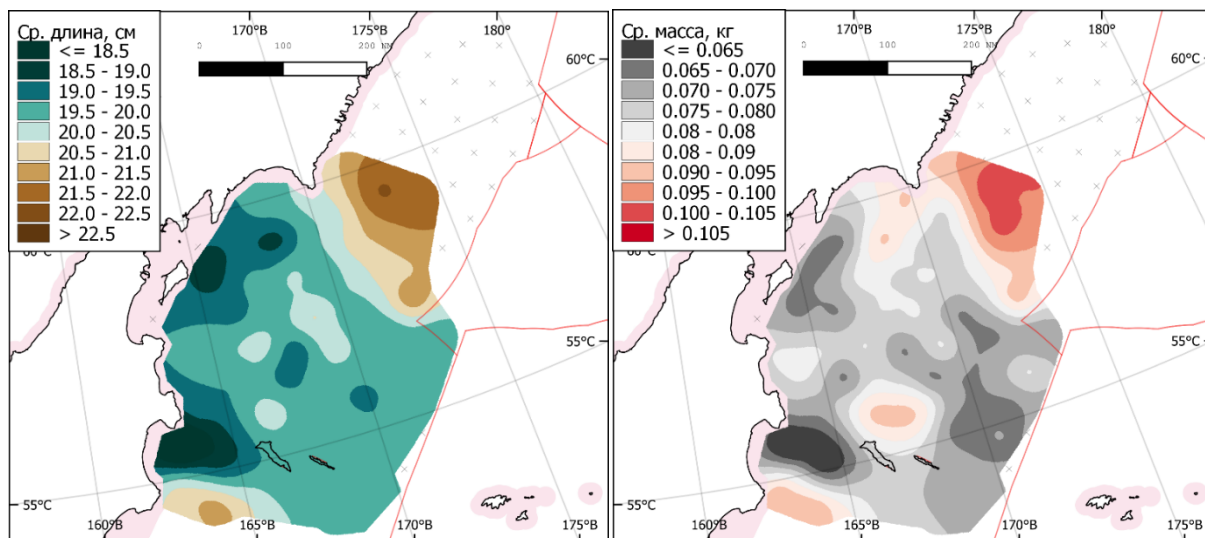
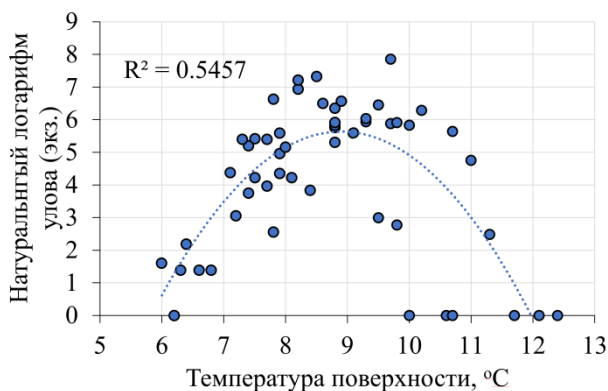


Рис. 5. Распределение линейно-массовых показателей сеголеток горбуши в Беринговом море: **слева** — средняя длина; **справа** — средняя масса

Fig. 5. Spatial distribution for size and weight of pink salmon juveniles in the Bering Sea: **left panel** — mean body length; **right panel** — mean body weight

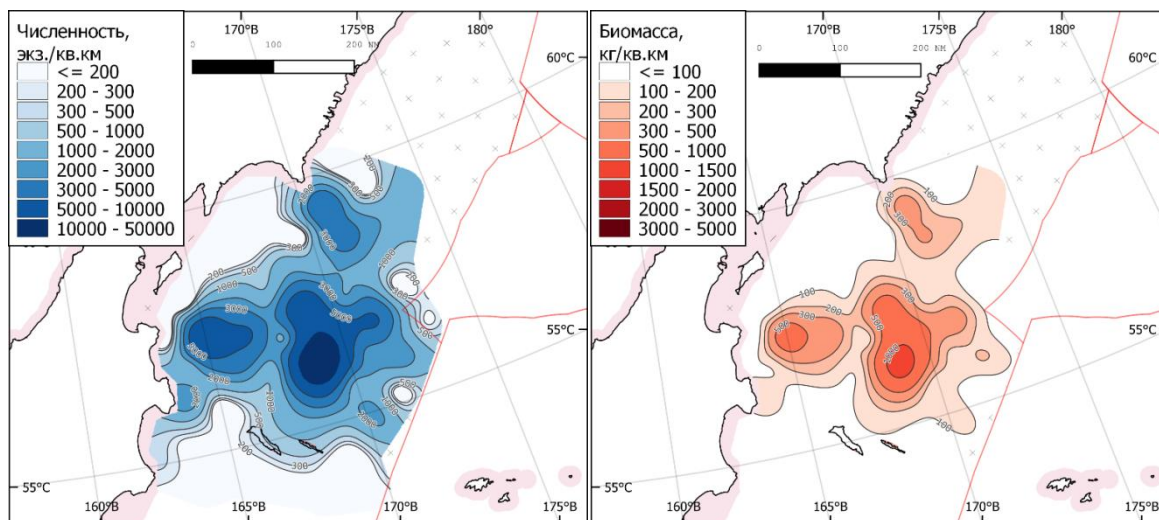


Рис. 6. Распределение сеголеток горбуши в Беринговом море: **слева** — относительная численность (экз./км²); **справа** — относительная биомасса (кг/км²)

Fig. 6. Spatial distribution of pink salmon juveniles in the Bering Sea: **left panel** — abundance (ind./km²); **right panel** — biomass (kg/km²)

Судя по результатам траловых съемок в годы экстравысокочисленных поколений карагинской горбуши (2008, 2010, 2018, 2020 гг.), высокие концентрации сеголеток горбуши ограничивались 60° с.ш. и не были околонуены у границы ИЭЗ РФ в юго-восточной части Командорской котловины.

Потенциально площадь распространения относительно высоких концентраций сеголеток горбуши за пределами района работ могла составить порядка 120 тыс. км² (см. рис. 2 справа). Если предположить концентрацию молоди горбуши в этом районе на уровне значений краевых станций — 1100 экз./км², то численность сеголеток за пределами района работ могла составлять около 130 млн экз. Таким образом, с учетом молоди, предположительно распределенной за пределами района исследований, общая численность сеголеток карагинской горбуши могла достигать 920-960 млн экз. При этом диапазон полученных оценок соответствует экстравысокочисленным поколениям нечетных лет (2008, 2010, 2018, 2020 гг. учёта, рис. 7).

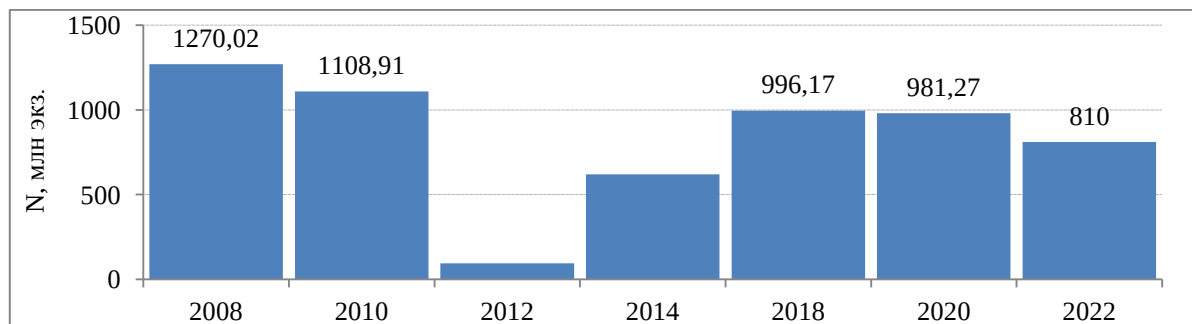


Рис. 7. Динамика численности сеголеток карагинской горбуши нечетной линии воспроизводства по результатам траловых учетных съемок в 2008–2022 гг.

Fig. 7. Long-term dynamics of the odd year-classes abundance for the pink salmon underyearlings belonged to the Karaginsky stock, on the data of trawl surveys in 2008–2022

При уровне численности сеголеток горбуши 810 млн экз. (по факту уловов) численность возврата производителей в 2023 г. по модели «учёт в море — численность подхода» может составлять 180 ± 35 млн экз. Если при расчете возврата учитывать потенциально недоучтенную численность сеголеток на съемке ($810 + 130$ млн экз.), то оценка численности возврата на 2023 г. достигнет 210 ± 41 млн экз. (рис. 8). Пересекающийся диапазон численности возврата по двум оценкам — 169–216 млн экз. Таким образом, наиболее вероятная численность возврата — 200 млн экз., что при ожидаемой навеске 1,1 кг и вынужденном пропуске в диапазоне 60–70 млн экз. соответствует уровню вылова 140–150 тыс. т. Подход на уровне нижнего оценочного интервала предполагает также и снижение уровня вынужденного пропуска в направлении оптимальных значений. Таким образом, с позиции анализа возможных рисков уровень уловов в 140–150 тыс. т представляется наиболее предпочтительным.

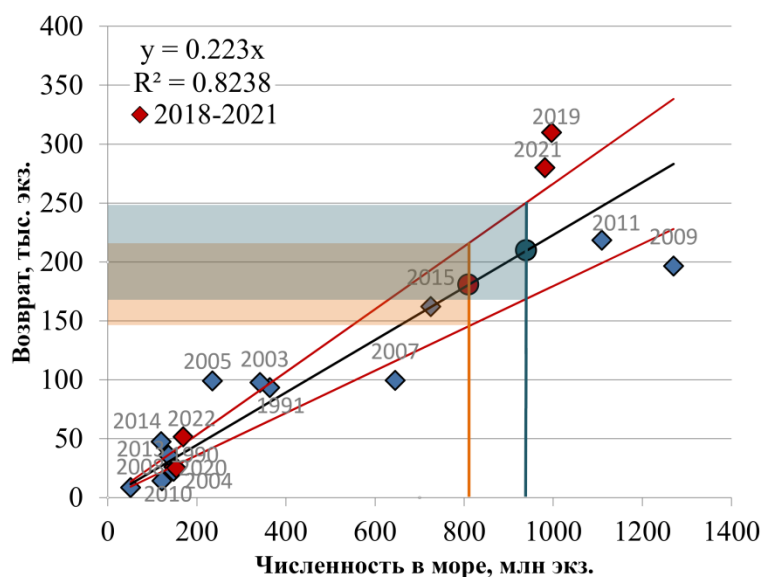


Рис. 8. Зависимость подходов горбуши от результатов учетной осенней съемки сеголеток в Беринговом море. Цифрами обозначены годы возврата; красными линиями — 25 %-ные отклонения от линии регрессии; красным кружком — фактическая учетная численность; зеленым — численность с учетом необследованной акватории. Оранжевыми линиями отмечен диапазон численности предполагаемого возврата

Fig. 8. Relationship of pink salmon returns to the Bering Sea rivers with the juveniles abundance assessed by fall trawl surveys. Numbers indicate the years of return; red circle — actual assessed number of juveniles in 2022; green circle — supposed number of juveniles in 2022, taking into account

the unsurveyed water area; orange lines mark the range of expected returns including the uncertainty because of unsurveyed area and 25 % deflections from the regression shown by red lines

Охотское море

НИС «Профессор Кагановский» начал работу 11.10.2022 г. в районе 4-го Курильского пролива и галсами продвигался в северном направлении в пределах восточной половины района работ (рис. 9). НИС «ТИНРО» приступил к работе 12.10.2022 г. с выполнением параллельного разреза и последующей работе в западной половине моря. Такая конфигурация съемки с использованием двух судов в последние годы позволяет охватить район работ в более сжатые сроки, а также учесть горбушу разных региональных стад до образования полностью смешанных скоплений. Отсутствие существенных задержек из-за погодных условий и удачно спланированный маршрут движения судов позволили избежать значительных интервалов между разрезами. Наибольшая разница по времени выполнения смежных станций — 5–7 сут — была на разрезах к востоку и западу от центрального анклава, на большей части района работ интервал между разрезами не превышал 4 сут. Для сравнения, в 2021 г. из-за неблагоприятных погодных условий интервал между отдельными разрезами достигал 10 сут и более.

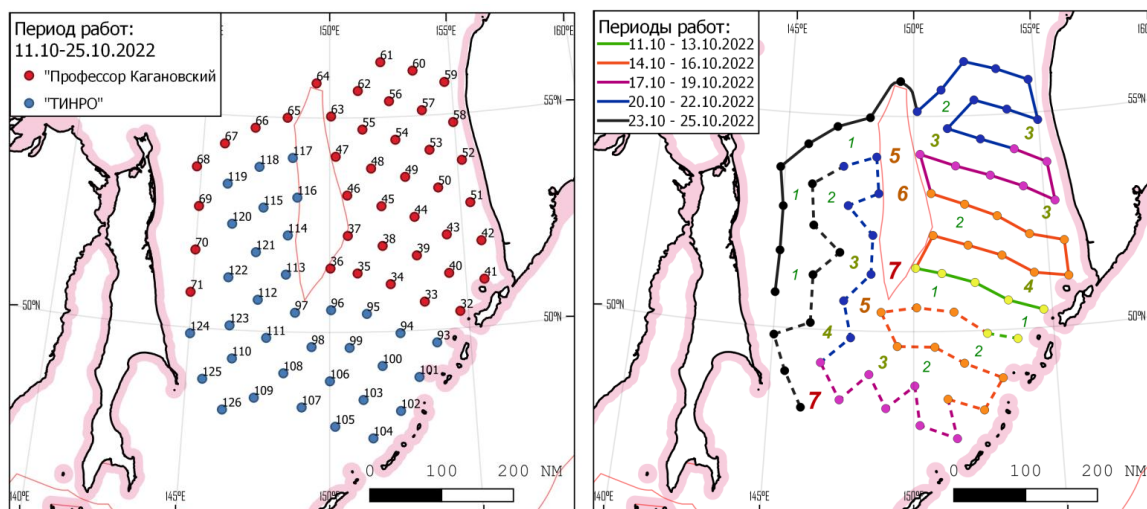


Рис. 9. Схема тралений в Охотском море (слева) и разбивка работ по временным отрезкам (справа). Цифрами между разрезами указана разница в днях

Fig. 9. Scheme of trawling in the Okhotsk Sea (left panel) and schedule of the vessels route (right panel). Numbers between the transects indicate time intervals in days

Уловы НИС «Профессор Кагановский» по мере продвижения судна на север существенно возрастали и достигали величин 1500–4000 экз./час. трал. в районе центрального анклава, при направлении к берегу уловы снижались (рис. 10). Следовательно, большая часть сеголеток горбуши на момент съемки уже покинула прибрежные воды западной Камчатки и активно осваивала открытые морские пространства. Большие уловы сеголеток в районе работ НИС «Профессор Кагановский» отмечены вплоть до 56° с.ш. Лишь на самых северных станциях было зафиксировано резкое снижение величины улова, свидетельствующее об отсутствии значимых концентраций за пределами охваченной съемкой акватории.

НИС «ТИНРО», который отрабатывал западную часть полигона работ, оконтурил концентрации сеголеток с юга в районе повышенных температур верхнего изотермического слоя (рис. 10). Основные уловы НИС «ТИНРО» также были приурочены к району центрального анклава и достигали 900–2682 экз./час. трал. В самой западной части района работ у восточного побережья о. Сахалин также было зафиксировано снижение уловов.

Судя по распределению уловов сеголеток горбуши в северной части района работ — основные скопления удалось оконтурить в ходе съемки. Предположительно за пределами района работ находилось не более 5 % всех сеголеток горбуши в Охотском море.

В сравнении с 2020 и 2021 гг. в 2022 г. процесс осеннего выхолаживания вод начался раньше, однако в юго-западной части моря располагалась область повышенной температуры воды (11–13 °C).

Вначале работ температура верхнего изотермического слоя воды в районе исследований находилась в пределах 7–10 °С. К концу съемки общие контуры распределения температуры сохранялись, при этом существенное снижение отмечено в северо-восточной части района работ — 2,5–3,0 °С (рис. 11). В целом данные по распределению температуры поверхности воды в районе исследований по судовым и спутниковым наблюдениям сходны.

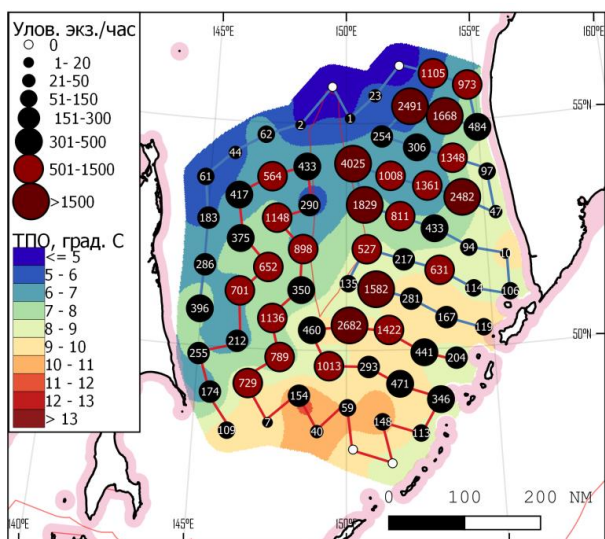


Рис. 10. Распределение уловов сеголеток горбуши в Охотском море на фоне температуры поверхности по рейсовым данным

Fig. 10. Catches of pink salmon juveniles in the Okhotsk Sea on the background of the sea surface temperature by the survey data (color scale)

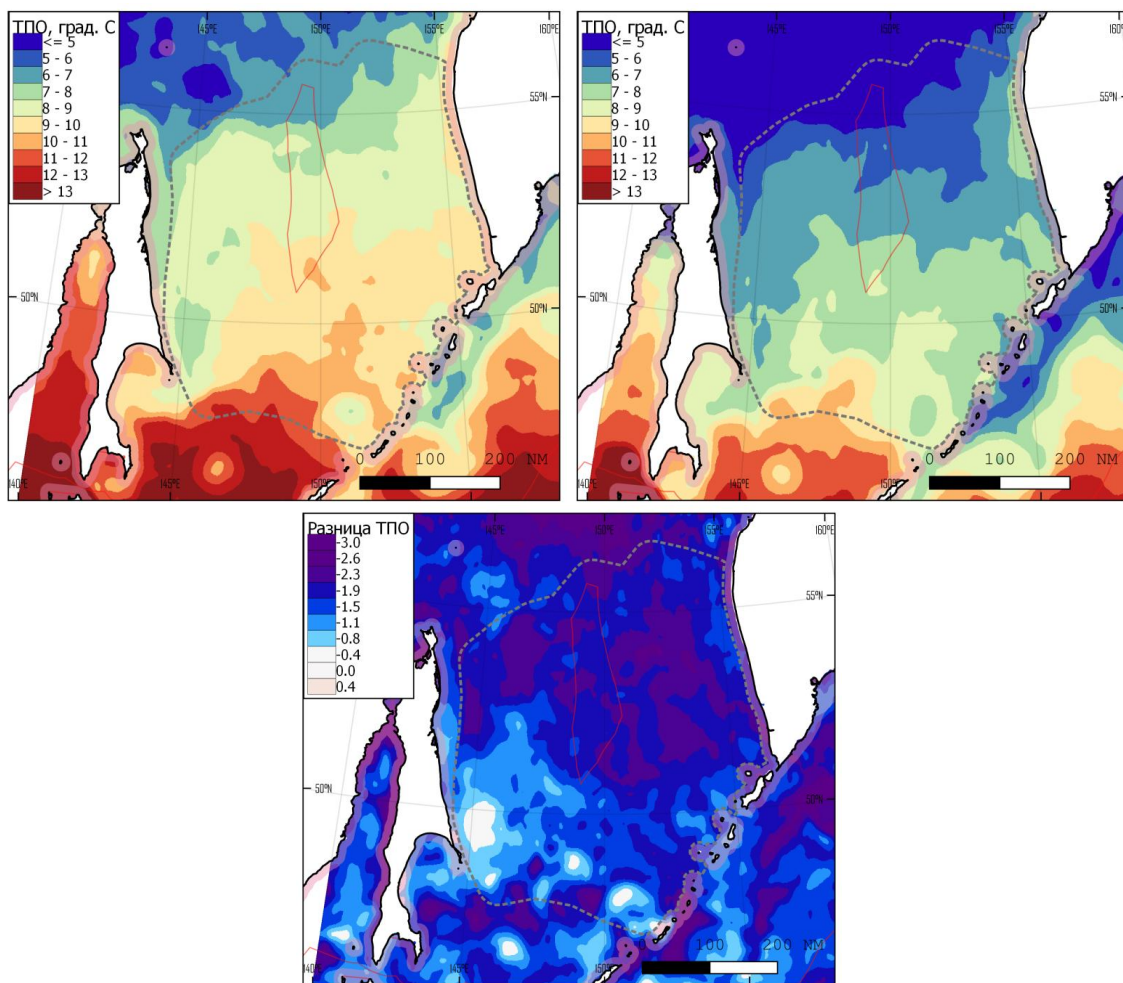


Рис. 11. Распределение ТПО на 11.10.2022 г. (слева), на 25.10.2022 г. (справа) и разница температур за указанные даты (снизу). Пунктиром обозначен район работ. Данные ЖМА

Fig. 11. Sea surface temperature in the Okhotsk Sea on October 11, 2022 (upper left panel) and October 25, 2022 (upper right panel) and the temperature difference between these dates (bottom panel), by JMA data. Dotted line indicates the surveyed area

Сеголетки горбуши и кеты присутствовали в уловах при температуре поверхности от 5,0 до 11,0 °С, при этом основные уловы отмечены в температурном диапазоне 7–9 °С (рис. 12). Характерно, что на графике зависимости уловов сеголеток горбуши от температуры (рис. 12) заметна область высоких уловов в северо-восточной части района работ при относительно низких температурах (5–7 °С). Вероятно, что при быстрых темпах охлаждения верхнего изотермического слоя сеголетки горбуши в этом районе не успевали своевременно мигрировать в центральную и южную части моря.

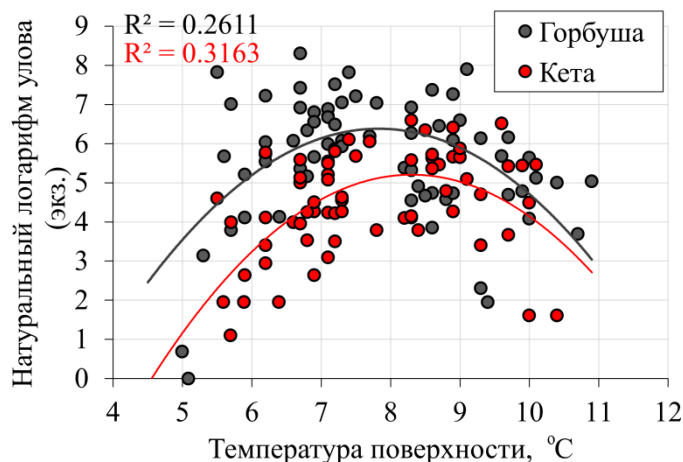


Рис. 12. Зависимость уловов сеголеток горбуши и кеты от температуры поверхности воды

Fig. 12. The catches of pink and chum salmon juveniles (natural log scale) dependence on the sea surface temperature for the Okhotsk Sea

Общая численность сеголеток горбуши осенью 2022 г. оценена в 2579 млн экз. Это второй по величине показатель после 2017 г. (2,7 млрд экз.) и максимальный для поколений горбуши нечетных лет (рис. 13). Данный уровень численности соответствует возврату в 2023 г. не менее 270 млн экз. (рис. 14) и вылову 240 тыс. т. Несмотря на более быстрые темпы охлаждения Охотского моря по сравнению с 2020 и 2021 гг., распределение численности и биомассы сеголеток горбуши, а также распределение их линейно-массовых показателей указывает на некоторую пространственную изолированность мест основных концентраций, которые, по всей видимости, имели различное региональное происхождение.

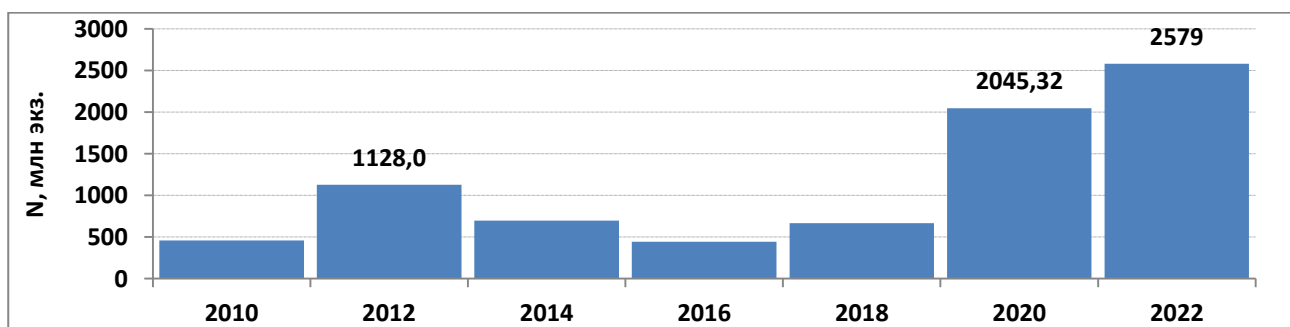


Рис. 13. Динамика численности сеголеток охотоморской горбуши нечетной линии воспроизводства по результатам траловых учетных съемок в 2010–2022 гг.

Fig. 13. Long-term dynamics of the odd year-classes abundance for the pink salmon underyearlings, on the data of trawl surveys in the Okhotsk Sea in 2010–2022

Значительные концентрации сеголеток в северо-восточной части района работ характеризовались относительно низкими показателями средней длины (не более 23–24 см) и массы тела (не более 150–160 г), и эта горбуша могла принадлежать к северной группировке стад (материковое побережье Охотского моря и западная Камчатка). В южной части Охотского моря сеголетки горбуши характеризовались повышенными показателями средней длины (более 24 см) и массы тела (более 150 г) и могли

иметь происхождение преимущественно из рек восточного Сахалина и южных Курильских островов. Одной из приоритетных задач анализа учетных траловых работ является разделение смеси крупных группировок региональных стад в Охотском море («северные» стада — западной Камчатки и материкового побережья Охотского моря (МПОМ) и «южные» стада — восточного Сахалина и южных Курильских островов). Дифференциация смешанных скоплений проведена на основе распределения индивидуальной массы самок (без внутренностей) в районе проведенных работ. Для достоверной интерпретации полученных результатов количество проанализированных особей молоди горбуши из каждого траления было приведено к общему количеству рыб в улове. Продолжительность работ в Охотском море составила около двух недель, за это время размеры и масса тела молоди увеличивались. Анализ особей выловленных на разных этапах экспедиции проводился с использованием поправочного коэффициента, учитывающего суточный прирост массы в 1,9 г [Лаженцев, Мазникова, 2014]. Применение метода ЕМ-кластеризации позволило нам выделить две группировки: более мелкие особи («северные» стада) со средней массой самок (пересчитанной на время начала съемки) 75 ± 15 г и более крупные особи («южные» стада) со средней массой (на время начала съемки) 128 ± 20 г. (рис. 15). Соотношение данных группировок в смешанных скоплениях составило 55/45 % в пользу «северных» стад.

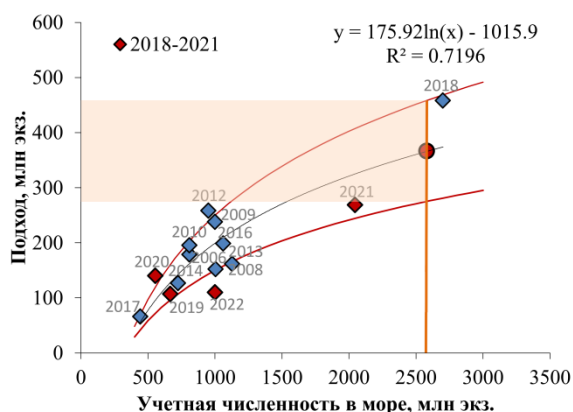


Рис. 14. Зависимость подходов горбуши от результатов учетной осенней съемки сеголеток в Охотском море. Красным цветом обозначены годы учета двумя судами, синим — одним судном. Оранжевым выделен диапазон численности предполагаемого возврата. Красный кружок — учетная численность горбуши в 2022 г.

Fig. 14. Relationship of pink salmon returns to the Okhotsk Sea rivers with the juveniles abundance assessed by fall trawl surveys. Red dots — results of the fall surveys by 2 vessels; blue dots — results of the fall surveys by 1 vessel; orange lines mark the range of expected returns; red circle — the juveniles abundance in 2022

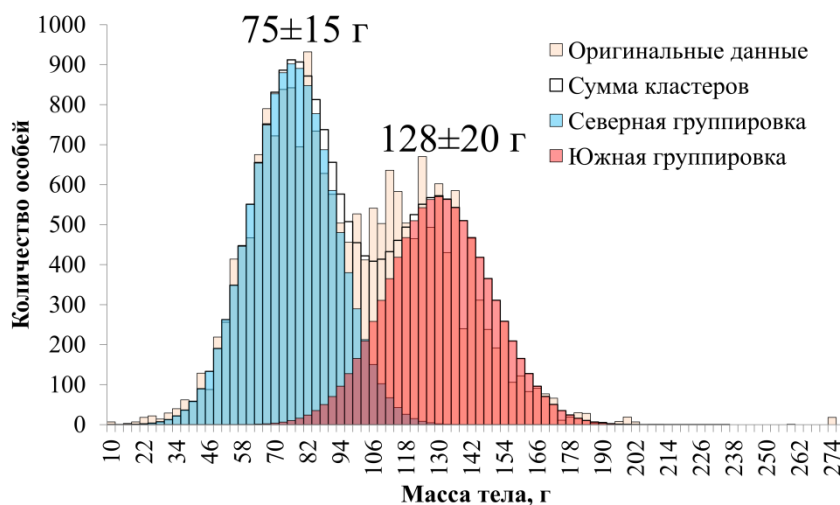


Рис. 15. Распределение количества учетной в Охотском море в 2022 г. молоди горбуши по массе самок (без внутренностей)

Fig. 15. Distribution of body weight (without entrails) for juvenile females of pink salmon in the Okhotsk Sea in 2022

По предварительным оценкам численность возврата северной группировки горбуши в 2023 г. составит 150 млн экз. (вылов — 130 тыс. т), возврат южной группировки — 120 млн экз. (вылов — 110 тыс. т).

В зонах, надежно маркирующих сезонные формы (рис. 16), сконцентрировано около 80 % всей оцененной молодежи, из них по предварительной оценке около 135 млн особей принадлежит к ранней форме, и не менее 80–85 млн — к поздней. Пространственное распределение сеголеток горбуши северной и южной форм (рис. 16) совпадает с вихревыми структурами основных охотоморских течений (рис. 17). Абсолютно все плотные агрегации вписаны в круговороты и однозначно трактуются по районам происхождения, по крайней мере концептуально, тем самым в определенной степени подтверждая корректность применяемого подхода.

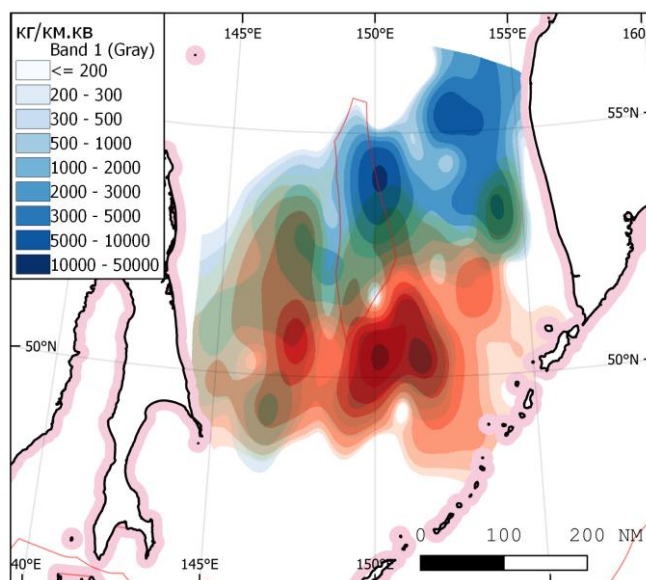


Рис. 16. Пространственное распределение горбуши «северных» (синие цвета) и «южных» (красные цвета) сезонных форм. Зеленый цвет — зона смешения

Fig. 16. Spatial distribution of pink salmon belonged to the «northern» (blue colors) and «southern» (red colors) seasonal forms. The mixing zone is shown by green colors

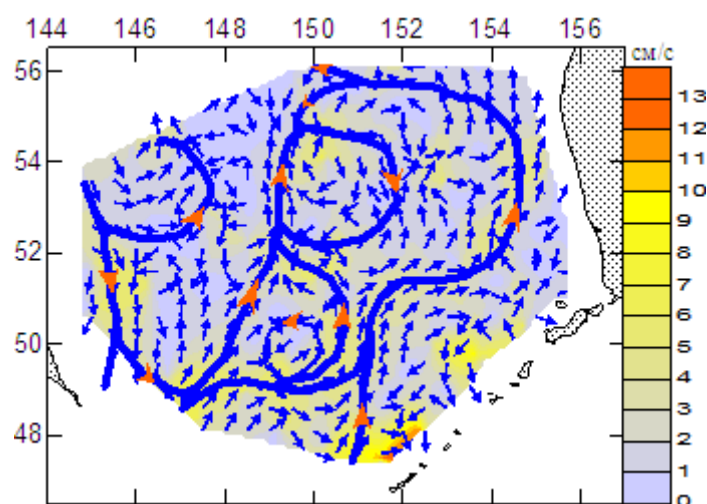


Рис. 17. Геострофическая циркуляция вод на поверхности в Охотском море в октябре 2022 г. по данным экспедиционных исследований, синими линиями выделены направления основного переноса воды

Fig. 17. Geostrophic circulation at the Okhotsk Sea surface relative to the surface 1000 db in October 2022, by the survey data. Blue line with red arrows indicate the main currents

Закключение

Осенние морские траловые съемки, выполненные ТИНРО в 2022 г., позволили оценить численность сеголеток горбуши в Беринговом море на уровне 810–930 млн экз., что подразумевает возврат в

Карагинский залив в 2023 г. на уровне 200 млн экз. и вылов на уровне 140 тыс. т. В Охотском море численность сеголеток оценена в 2,6 млрд экз. — второй результат (после 2017 г.) за все время наблюдений, такая величина предполагает общий возврат на бассейн в 2023 г. на уровне не менее 270 млн экз. и вылов 240 тыс. т. Соотношение численности региональных группировок по результатам ЕМ-кластеризации составило 55/45 % в пользу северных стад (западная Камчатка и материковое побережье). Таким образом, предварительно возврат северной группировки горбуши в 2023 г. оценивается в 150 млн экз., а вылов — на уровне 130 тыс. т, возврат южной группировки в 2023 г. — 120 млн экз., вылов — 110 тыс. т.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Выражаем благодарность экипажам и научным группам 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 Kaganovsky for their diligent work and high-quality collection of primary research materials.

Финансирование работы (FUNDING)

Работа выполнена по личной инициативе, без дополнительного финансирования.

The study was initiated personally, without additional funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных соблюдены. Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

All applicable international, national and/or institutional principles for the care and use of animals have been observed. The authors 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 В.А. Шевляков.

The primary materials for the study were collected by A.N. Starovoytov and V.A. Shevlyakov. All authors jointly analyzed the data, discussed the results, wrote and edited the text of the manuscript.

Список литературы

Лаженцев А.Е., Мазникова О.А. Сеголетки горбуши и кеты южной части Охотского моря в поздне-морской период (август-октябрь 2012 г.). Распределение, питание, закономерности роста // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 176. — С. 51–61. DOI: 10.26428/1606-9919-2014-176-51-61.

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.

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 // Наст. бюллетень.

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.

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. — Vol. 8, № 1. — P. 289–317.

Поступила в редакцию 19.01.2023 г.

После доработки 15.02.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

*The article was submitted 19.01.2023; approved after reviewing 15.02.2023;
accepted for publication 3.04.2023*

ПРОМЫСЕЛ ГОРБУШИ В ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ РЫБОПРОМЫСЛОВОМ БАССЕЙНЕ В 2022 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 2021 и 2022 гг., а также результаты промысла в регионах Дальнего Востока. Представлены основные этапы утверждения объемов прогнозируемого вылова горбуши в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. Наряду с традиционными методами дифференциации смешанных скоплений горбуши (морфологический экспресс-метод и генетический на основе анализа мтДНК) специалистами КамчатНИРО впервые был использован анализ на основе изменчивости SNP-локусов. Данный метод позволил дополнительно разделить позднесозревающую сахалино-курильскую горбушу на южнокурильскую и восточносахалинскую, а также выделить горбушу, воспроизводящуюся в южной части материкового побережья Охотского моря из комплекса раннесозревающих северных стад материкового побережья и западной Камчатки. В ряде регионов Дальнего Востока по мере прохождения промысла были проведены оперативные корректировки утвержденного объема вылова. В районах Охотского моря корректировки вылова существенного его прироста не обеспечили, в то время как в Беринговом море дополнительно удалось освоить 10,5 тыс. т.

Ключевые слова: горбуша, промысел, вылов, численность, прогноз, морские траловые съемки, сеголетки, путина 2022

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

© Шевляков Е.А., Сомов А.А., Шевляков В.А., Канзепарова А.Н., Дедерер Н.А., Мельников И.В., 2023

Pink salmon fishery in the Far-Eastern fishing basin in 2022: 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, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

^{*} Ph.D., head of department, evgeniy.shevlyakov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-8556-6737

^{**} acting head of laboratory, aleksey.somov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0001-8459-0498

^{***} Ph.D., leading researcher, valeriy.shevlyakov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-3753-4650

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

^{*****} specialist, nikita.dederer@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-3618-7706

^{*****} Ph.D., deputy head, igor.melnikov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-2327-2979

Abstract. Results of marine trawl surveys for accounting of pink salmon in 2021 and 2022 and the main results of the salmon fishery in 2022 are presented. The main stages of forecasting of the pink salmon fishery in the Far Eastern basin are described. Differentiation of mixed aggregations of pink salmon is discussed. In 2022, specialists of Kamchatka Branch used for the first time a new method based on variability of SNP loci, along with the traditional methods (morphological express-method and genetic method based on mtDNA analysis). This method provided additional dividing the mixed aggregations of autumn pink salmon in the Sakhalin-Kuril area to the herds from southern Kuril Islands and from eastern Sakhalin. The fishery forecasts for pink salmon were adjusted several times during the fishing season. These adjustments had no a significant effect for the catch increasing in the Okhotsk Sea basin, but allowed to land 10,500 t additionally in the Bering Sea.

Keywords: pink salmon, salmon fishery, annual catch, fish abundance, fishery forecast, trawl survey, underyearling, 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 2022: preliminary studies, forecast, interpretation of the fishing season results, in *Bull. N 17 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 101–109. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-101-109. EDN: SYLHEO.

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 вылове 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.

Качество прогноза всегда зависит от полноты и достоверности первичных материалов. Выполняя ежегодный комплекс работ (оценка пропуска производителей и заполнения нерестилищ, исследование покатных миграций сеголеток, определение условий среды в морском побережье, оценка обилия и происхождения сеголеток в период осенних морских миграций, а также производителей, мигрирующих к берегам в летний период), специалисты в случае необходимости вносят коррективы в рекомендуемые к вылову объемы.

Цель текущей работы — осветить основные этапы подготовки материалов прогнозов, дать критическую оценку корректности и интерпретации результатов исследований на разных этапах подготовки материалов прогноза подходов горбуши.

Материалы и методы

В работе использованы результаты морских траловых съемок, выполненных Тихоокеанским филиалом ВНИРО (ТИНРО) в 2021 и 2022 гг. в Беринговом и Охотском морях, а также в прикурильских водах Тихого океана.

Температура поверхности воды получена из открытых источников:

- сайт Национального управления океаническими и атмосферными исследованиями [National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA), ncdc.noaa.gov/];
- сайт 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 предоставлены Камчатским филиалом ВНИРО (КамчатНИРО).

Оперативную дифференциацию смешанных скоплений проводили с использованием ЕМ-кластеризации [Шевляков и др., 2020] в среде R с использованием пакета *mclust* [Scrucca et al., 2016]. Для молоди горбуши в Охотском море в качестве анализируемых параметров использованы линейно-массовые характеристики самцов и самок отдельно, для производителей, мигрирующих через курильские проливы — гонадосоматический индекс 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

В январе 2022 г. был проведен Ученый совет ВНИРО, совмещенный с Отраслевым советом по промысловому прогнозированию № 1, на котором были утверждены предварительные цифры дальневосточного прогноза вылова горбуши на уровне 116,6 тыс. т, из которых 82,8 тыс. т планировалось освоить в регионах Охотского моря (табл. 1). При этом учетная траловая съемка молоди лососей в Охотском море показывала достаточно существенные уловы молоди при её откочевке в открытые воды, позволяющие рассчитывать на вылов не менее 150 тыс. т, а вероятнее — до 200 тыс. т. К этому времени специалистами КамчатНИРО уже были получены результаты генетической дифференциации смешанных скоплений на основе анализа мтДНК. Учитывая большую разницу между потенциально возможным выловом горбуши в Охотском море и цифрами, заявленными филиалами, для подтверждения ранее полученных результатов дифференциации учтенной горбуши было решено подключить к анализу более прогрессивные генетические методы идентификации на основе изменчивости SNP-локусов, после чего было организовано обсуждение результатов весной 2022 г.

Результаты двух дублирующих генетических методов были близкими. Кроме того, идентификация на основе изменчивости SNP-локусов позволила дополнительно разделить позднюю сезонную форму горбуши на комплексы южнокурильских и восточносахалинских стад, чего раньше не удавалось [Шпигальская и др., 2011а, б].

На заседании Ученого совета ВНИРО и Отраслевого совета по промысловому прогнозированию № 2, прошедшем 4 апреля 2022 г., цифры прогноза вылова горбуши в охотоморских регионах, с учетом результатов дифференциации, в сумме были приняты на уровне, соответствующем 156,4 тыс. т (табл. 1), учтенным в ходе траловой съемки, с поправкой на исключение районов, закрытых для промысла (бассейн р. Амур и Амурский лиман).

По результатам промысла были проведены корректировки прогнозируемого вылова (ПВ) горбуши в четырех регионах: Карагинской подзоне, Северо-Охотоморской подзоне Магаданской облас-

ти и Хабаровского края, в Южно-Курильской зоне. Наиболее существенная корректировка объемов ПВ была проведена для Карагинской подзоны, она позволила дополнительно освоить 10,447 тыс. т.

Таблица 1

Прогнозируемые объемы вылова горбуши на охотоморском бассейне Дальнего Востока в 2022 г., т

Table 1

Forecasted values of pink salmon catch in the Okhotsk Sea basin in 2022, t

Район промысла	Объемы прогнозируемого вылова	
	27.01.22	04.04.22
Побережье западной Камчатки	44 200,0	57 400,0
В том числе Западно-Камчатская подзона (в границах Камчатского края)	24 300,0	31 570,0
Камчатско-Курильская подзона (в границах Камчатского края)	19 900,0	25 830,0
Материковое побережье Охотского моря	9 853,0	19 800,0
В том числе Магаданская область (Северо-Охотоморская и Западно-Камчатская подзоны)	2 800,0	2 800,0
Хабаровский край (Северо-Охотоморская подзона)	7 053,0	17 000,0
Река Амур и Амурский лиман	8,50	8,95
Восточно-Сахалинская подзона	12 960,0	52 000,0
Камчатско-Курильская подзона (в границах Сахалинской области)	500,0	500,0
Зона Северо-Курильская	2 500,0	2 500,0
Зона Южно-Курильская	12 732,0	24 200,0
Всего	82 753,5	156 409,0

В пределах Охотского моря корректировки вылова горбуши существенного его прироста не обеспечили. В Магаданской области корректировка (с 2800 до 4000 т) к изменению результата практически не привела, позволив выловить дополнительно 498 т горбуши. В Хабаровском крае корректировка ПВ (с 17,0 до 18,5 тыс. т) также роста вылова не обеспечила, освоение сохранилось на уровне ПВ от 04.04.2022 г. (16,8 тыс. т). То же можно отметить и в отношении южных Курильских островов.

Отдельно следует рассмотреть регионы восточный Сахалин и южные Курильские острова. Промыслом на южных Курильских островах освоено 20,9 тыс. т горбуши, или 86 % ПВ. На восточном Сахалине недолов составил около 14,3 тыс. т, или 27,5 %, величину, также близкую к условно допустимому уровню ошибки прогноза в 25 %. При этом вылов текущего года существенно превышает уровень цикличного 2020 г. (+22,2 тыс. т, или +143 %), что можно рассматривать как обнадеживающий на перспективу факт.

В других регионах либо уловы горбуши были значительно ниже ожидаемых (Чукотка, Приморье, западные побережья Сахалина и Камчатки), либо рыболовство не осуществлялось согласно принятой стратегии промысла (бассейн р. Амур и Амурский лиман). Разница прогноза и вылова в сумме в этих регионах составила 31 тыс. т, или почти половину (48,6 %) от предварительного прогноза. Основным регионом, имевшим наибольшее расхождение вылова с прогнозом, в текущем году была западная Камчатка (–28 тыс. т).

Таковыми были итоги путины, и в этом отношении определенный интерес представляет анализ логики принятия решений на терминальном этапе разработки прогноза и интерпретации оперативных результатов исследований и подходов непосредственно в промысловом сезоне.

Общая оценка численности сеголеток горбуши в Беринговом море осенью 2021 г. составила 180–190 млн экз. Пространственное распределение уловов горбуши свидетельствовало о возможности сохранения определенного запаса неучтенной молодежи в глубине прол. Литке. Однако количественной оценке он не поддавался (рис. 1). Уровень учтенной численности молодежи в западной части Берингова моря в 2021 г. предполагал сравнительно невысокие подходы горбуши в 2022 г. — порядка $37,6 \pm 7,3$ млн экз., в эквиваленте вылова в КамчатНИРО оценили его в 27 тыс. т, что вполне соразмерялось с результатами съемки. Фактический вылов составил 35,4 тыс. т, или около 25 млн экз. Еще около 37 млн производителей были пропущены на нерест. Итого общий подход горбуши к рекам Карагинской подзоны можно оценить в 62 млн особей, что выше верхней границы оценочного диапазо-

на по результатам съемки. Вылов в 2022 г. хотя и уступает уловам в 2016 и 2018 гг. (66 и 107 тыс. т), но выше вылова 2020 г. (17 тыс. т), а учитывая уровень пропуска в текущем 2022 г., позволяет рассчитывать на сохранение нетипично высокого уровня численности четной линии воспроизводства карагинской горбуши в 2024 г.

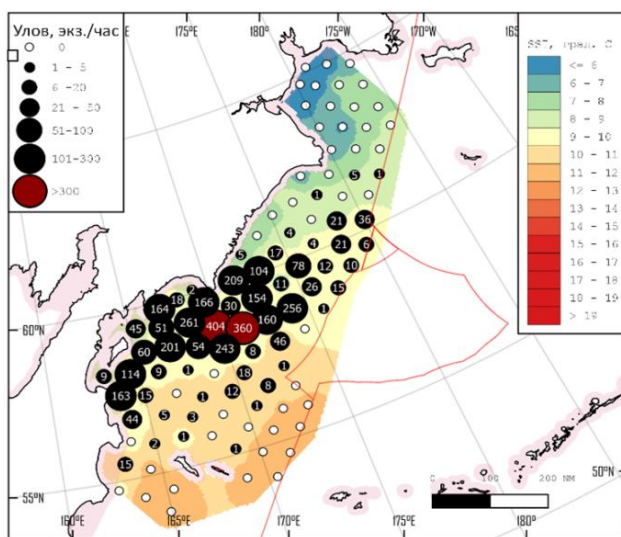


Рис. 1. Распределение уловов сеголеток горбуши НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» в Беринговом море в сентябре 2021 г.

Fig. 1. Catches of pink salmon underyearlings in the survey conducted by RV TINRO and RV Professor Kaganovsky in the Bering Sea in September 2021

И осенние съемки 2021 г. в Охотском море, и летние 2022 г. в северо-западной части Тихого океана (СЗТО) показали принципиально один и тот же уровень численности подходов — порядка 200 млн особей (рис. 2). Напомним, что, в отличие от Берингова моря, где подходы карагинской горбуши приурочены к одной рыбопромысловой подзоне одного субъекта РФ и проблем с идентификацией запасов не существует, в Охотском море в период разработки прогноза последовательно решаются две задачи: проведение качественной съемки и оценка численности горбуши; дифференциация учетного запаса на региональные составляющие.

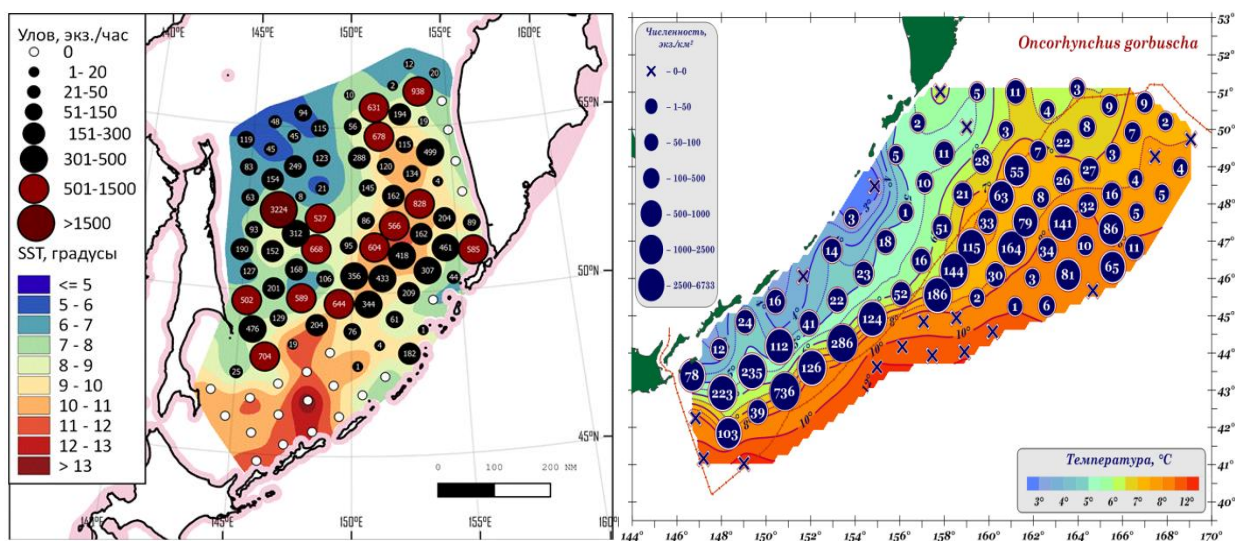


Рис. 2. Распределение уловов горбуши НИС «ТИНРО» и «Профессор Кагановский» в Охотском море в октябре 2021 г. (слева) и в СЗТО в июне 2022 г. (справа)

Fig. 2. Catches of pink salmon by in the surveys conducted by RV TINRO and RV Professor Kaganovsky in the Okhotsk Sea in October 2021 (left panel) and in the North-West Pacific in June 2022 (right panel)

Принимая во внимание фактические цифры промысла и численности подходов в регионах, можно заключить, что общий охотоморский возврат соответствовал нижней границе статистического доверительного интервала оценки, полученной по результатам съемки, т.е. приблизительно 150 млн особей горбуши.

Завышение оценок численности подхода охотоморской горбуши в 2022 г. связано, на наш взгляд, с тем, что в последние три года ТИНРО существенно оптимизировал методику проведения траловых съемок молоди, выполняя её с 2018 г. двумя судами на встречных курсах с учетом направления миграций молоди и сократив временной интервал между соседними станциями до минимума [Старовойтов и др., 2022]. Тем самым был обеспечен оптимальный пространственно-временной охват Охотского моря и существенно сокращены «потери» численности при экстраполяции на охотоморский бассейн. Сопоставление оптимизированных оценок учета численности молоди горбуши с имеющимися парами наблюдений выявило статистическое завышение зависимых переменных. Исключить это обстоятельство в будущем можно по мере накопления ряда корректных сравнений оценочных данных либо для настоящего периода приводя оценку по нижнему доверительному интервалу существующего ряда наблюдений.

Вторая задача — дифференциация скоплений горбуши — на текущий момент не решена, существуют погрешности в оценках, а также степень достоверности идентификации региональной принадлежности горбуши в разных линиях воспроизводства не равнозначна в результате разного возраста линий и числа накопленных мутаций [Шпигальская и др., 2011а, б].

По морфометрическим параметрам молоди оценки вклада западнокамчатских и материковых стад колебались в пределах от 30 до 50 % суммарно, с наибольшей вероятностью близко к равному соотношению западнокамчатского (включая материковые) и сахалино-курильского комплексов [Шевляков и др., 2020]. Более дискретные оценки по результатам генетических работ указывали на относительно низкую долю западнокамчатских стад, от 25 до 30 %. По другим регионам доли распределились следующим образом: горбуша восточного Сахалина и южных Курильских островов — от 38 до 44 % в соотношении 2 : 1, амурские стада и стада южной части материкового побережья Охотского моря (МПОМ) — в сумме 30–32 %.

В сравнительном аспекте результаты дифференциации можно выразить несколькими тезисами, характеризующими определенное своеобразие предстоящей на тот момент путины — это снижение численности и вклада в вылов горбуши западнокамчатского стада; рост численности стад южной МПОМ (сюда же отнесли и реки Охотского района), возможно, и р. Амур (Хабаровский край); восстановление запасов в Сахалино-Курильском регионе. Из особенностей регулирования, не вписывающихся в данную концепцию — закрытие промысла горбуши и летней кеты в р. Амур и его лимане. Между тем результаты проведенных работ свидетельствовали, что доля горбуши Хабаровского региона достаточно высока, по данным ХабаровскНИРО пропуск производителей горбуши в бассейн р. Амур составил не менее 6 млн особей, в реки южной МПОМ — не менее 16 млн рыб.

Летом дифференциация мигрирующих стад горбуши в тихоокеанском районе, прилегающем к Курильской гряде, по степени зрелости гонад, с одной стороны, показала, что к ранней форме (западнокамчатское и магаданское побережья) можно отнести около 40 % всей учтенной горбуши, с другой — нетипичное пространственное распределение ранней формы в средней и южной части проливов Курильской гряды, которое указывало на не западнокамчатское происхождение части ранней горбуши (рис. 3). В сумме оперативная дифференциация и анализ распределения миграционных потоков позволили около 28 % всей численности ранней формы исключить из оценок возврата западнокамчатской горбуши, а также заблаговременно подходам подтвердить смену парадигмы в воспроизводстве охотоморской и восточносахалинской горбуши, в частности в ряду четных лет.

По факту мониторинга состоявшихся подходов можно заключить, что наблюдались значимые подходы ранней южноохотоморской формы к рекам юго-восточного Сахалина, в Охотский район и

Сахалинский залив. Все эти мигрирующие скопления подошли к берегам и начали осваиваться промыслом практически одновременно.

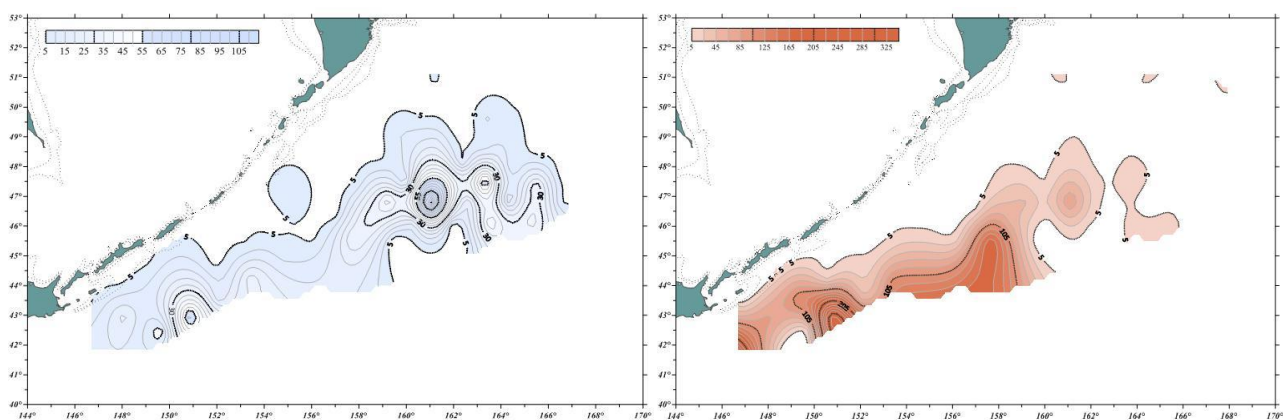


Рис. 3. Пространственное распределение охотоморской горбуши ранней (слева) и поздней (справа) темпоральных форм в прикурильском районе Тихого океана в июне-июле 2022 г.

Fig. 3. Spatial distribution of the early (left panel) and late (right panel) temporal forms of pink salmon in the Pacific waters at Kuril Islands in June-July 2022

Анализ промысла показал, что распределение вылова горбуши по регионам близко к прогнозным ожиданиям, включая и соотношение вылова внутри сахалино-курильской группы стад. Распределение всех региональных долей соответствует уровню подходов 150 млн особей и 150 тыс. т в эквиваленте вылова, т.е. нижней границе доверительного интервала оценки подхода (200 тыс. т) по материалам осенней траловой съемки (рис. 4, табл. 2).

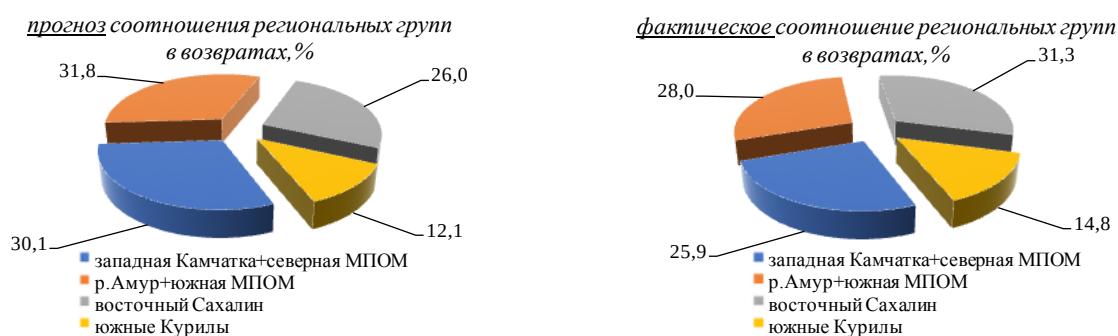


Рис. 4. Ожидаемое и фактическое соотношение горбуши основных региональных комплексов Охотского моря в подходах 2022 г.

Fig. 4. Expected and actual ratio for the main regional complexes of pink salmon in the Okhotsk Sea in the run of 2022

Как уже упоминалось выше, фактически значимый в относительном выражении недолив порядка 30 тыс. т в сравнении с прогнозными ожиданиями касается одного региона — западной Камчатки. При этом в процессе промысла наблюдался высокий заход производителей в реки островов северной части Курильской гряды — Шумшу и Парамушир, обладающих достаточно значимым нерестовым фондом горбуши. Не исключено западнокамчатское происхождение северокурильского захода горбуши в реки на путях миграции, порядок численности производителей не ясен. Распределение региональных долей в прогнозных материалах и фактических охотоморских уловах на фоне отсутствия промысла в р. Амур и Амурском лимане указывает на возросшую долю стада в воспроизводстве. Либо ресурс горбуши недостаточно активно осваивается в южной части охотоморского побережья. В пользу этого предположения могли бы свидетельствовать данные пропуска горбуши в реки региона. Специалисты ХабаровскНИРО в 2022 г. проводили исследования в Охотском районе

Хабаровского края в бассейнах рек Охота, Кухтуй, Урак, ряда других мелких рек, а также в бассейнах рек придаточной системы крупных притоков Амура — Амгуни, Анюя, Тунгуски и Уссури. Наблюдения подтверждают высокую численность пропуска горбуши в реки региона, принципиально соответствующую долям региональных комплексов, в равной степени подтвержденным двумя независимыми генетическими исследованиями (табл. 2).

Таблица 2

Ожидаемое и фактическое соотношение в уловах горбуши различных региональных комплексов
Охотского моря

Table 2

Expected and actual ratio for the main regional complexes of pink salmon in the Okhotsk Sea

Регион происхожде- ния	Метод дифференциации, %				Теоретичес- кий вылов исходя из ≈ 150 тыс. т, тыс. т	Фактический вылов, тыс. т	Доля по факту промысла, %	
	Морфо- метри- ческий	ПДРФ- анализ мтДНК	Анализ изменчивости SNP-локусов					
Западная Камчатка	Малораз- мерная молодь, 50–70	25,5	30,0		38–45	32,2*	25,7*	28,6
Северная МПОМ							2,9	
Южная МПОМ		30,5	31,9		46–48	16,8	14,9	19,3
Р. Амур						5,0	4,4	
Восточный Сахалин	Крупно- размерная молодь, 30–50	44,0	26,0	38,1	39	37,7	33,5	52,1
Южные Ку- рильские			12,1		18	20,9	18,6	
Сумма						112,6	100	

* В том числе 1 тыс. т в Северо-Курильской зоне.

Заключение

Основная интрига прошедшей путины была обусловлена исключительно неопределенностью в региональном происхождении оцененной в ходе траловых съемок в Охотском море молоди горбуши на фоне качественных перестроек структуры её запасов в последние годы. К числу последних относятся и формирование неадекватно нашему историческому опыту экстравысокочисленных поколений в ряду урожайных, и высокочисленных — в смежных возвратах ранее неурожайных линий. На фоне избыточных пропусков производителей в реки западной Камчатки в 2018 г. снижается продуктивность урожайных поколений, численность смежных поколений выравнивается, их потенциал растет. Глобальные центры воспроизводства горбуши при этом смещаются в меридиональном направлении. Есть тенденция восстановления недавно утраченных запасов горбуши восточного Сахалина. Учитывая многофакторность происходящих в последние годы изменений в структуре запасов горбуши, растет и фактор неопределенности, снижается степень предсказуемости в оценке тенденций развития ситуации.

Необходимо наращивать усилия в отношении повышения надежности генетической идентификации уловов траловых учетных съемок молоди горбуши обеих линий. Следует отметить корректность генетических оценок в интерпретации принадлежности миграционных потоков в линии четных лет в 2022 г., рекомендовать к использованию на постоянной основе как наиболее информативный — метод, основанный на анализе изменчивости SNP-локусов.

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 using a new method of genetic differentiation for mixed aggregations of pink salmon.

Финансирование работы (FUNDING)

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

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 and edited the text of the manuscript.

Список литературы

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.

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.

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.

Шпигальская Н.Ю., Муравская У.О., Сараванский О.Н., Шевляков Е.А. Предварительные результаты региональной идентификации молоди горбуши по материалам осенней траловой съемки в Охотском море в 2010 г. // Бюл. № 6 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011. — С. 284–287.

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 17.01.2023 г.

После доработки 17.02.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

*The article was submitted 17.01.2023; approved after reviewing 17.02.2023;
accepted for publication 3.04.2023*

ИЗМЕНЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ НЕРЕСТОВОГО ХОДА ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В РЕКАХ НА СЕВЕРЕ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

Е.И. Барабанщиков*

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

Аннотация. Приводятся сравнительные данные по изменению динамики нерестового хода кеты, симы и горбуши к рекам северной части Приморского края с 1998 по 2022 г. Отмечается появление новых сезонных группировок у всех видов тихоокеанских лососей. Нерестовый ход симы, кеты и горбуши стал более продолжительным.

Ключевые слова: кета, сима, горбуша, север Приморья, сроки подходов производителей, реки Самарга, Единка, Жёлтая

Для цитирования: 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.

Short message

Changes in length of period of the spawning run for pacific salmons in the rivers in the north of Primorsky Territory

Evgeniy I. Barabanschikov

Ph.D., head of laboratory, Pacific branch of VNIRO (TINRO), 4, Shevchenko Alley, Vladivostok, 690091, Russia,
evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-2609-7555

Abstract. Comparative data on changes in structure and length of the spawning run for chum salmon, cherry salmon and pink salmon in the rivers of the northern part of Primorsky Territory are presented for 1998–2022. Appearance of new seasonal groups is noted for all these species. Length of the periods of spawning has become longer.

Keywords: chum salmon, cherry salmon, pink salmon, north of Primorye, timing of spawners run, Samarga River, Edinka River, Zheltaya River

For citation: Barabanschikov E.I. Changes in length of period of the spawning run for pacific salmons in the rivers in the north of Primorsky Territory, in *Byull. N 17 izucheniya tikhoookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 110–114. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-110-114. EDN: SZZPPI.

В 2022 г. по официальным данным Приморского территориального управления Росрыболовства на 14 ноября вылов тихоокеанских лососей составил: горбуши — 615,7 т, кеты — 266,8 т, симы — 34,1 т.

Регулярные наблюдения за подходами тихоокеанских лососей на севере Приморского края (реки Самарга, Единка, Жёлтая) специалистами ТИНРО начаты со второй половины 90-х гг. XX века. Изначально промысел тихоокеанских лососей базировался на добыче горбуши. Численность симы и кеты находилась на низком уровне. Структура рыб в подходах была достаточно простой, одновершинной.

* Барабанщиков Евгений Иванович, кандидат биологических наук, заведующий лабораторией, evgeniy.barabanshchikov@tinro-center.ru, ORCID 0000-0002-2609-7555.

© Барабанщиков Е.И., 2023

Горбуша подходила только летняя (рис. 1). Первая рыба отмечалась со второй половины мая и после 20 июня начинались массовые подходы, которые заканчивались в первой декаде июля. К 15 июля промысел полностью завершался, но до конца июля рыба единично продолжала заходить в реки.

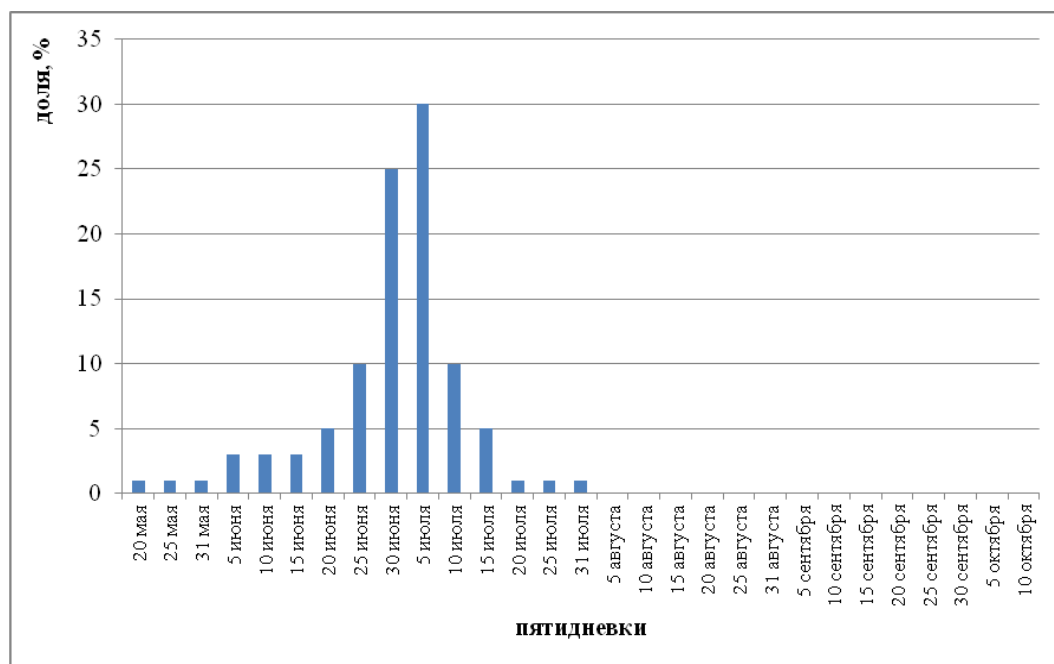


Рис. 1. Усреднённые сроки подходов производителей горбуши к рекам северной части Приморского края и доля подходящих особей в 1998–2015 гг.

Fig. 1. Average timing of pink salmon spawners run to the rivers in the northern part of Primorsky Territory in 1998–2015 and portion of the total spawners number, by 5-days

Сима не добывалась из-за депрессивного состояния запасов, однако специалисты регулярно отмечали её в уловах. Подходы начинались со второй половины мая с нарастанием, достигая максимума к концу второй декады июня (рис. 2). После этого количество заходящих производителей в реки резко снижалось, и к концу первой декады июля ход заканчивался. Сима отмечалась только летняя.

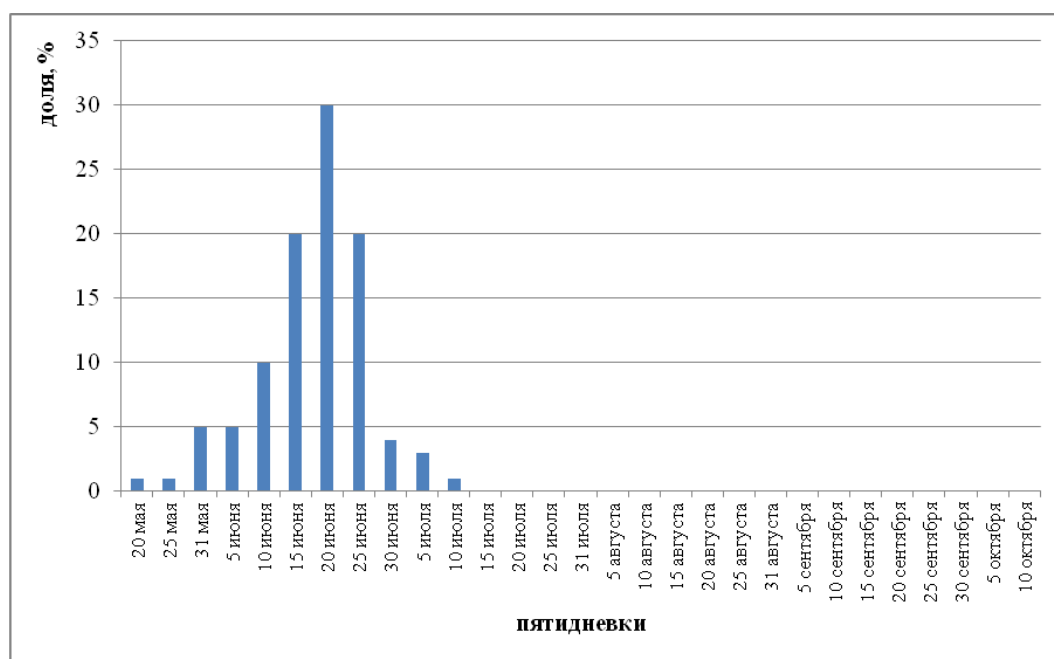


Рис. 2. Усреднённые сроки подходов производителей сими к рекам северной части Приморского края и доля подходящих особей в 1998–2015 гг.

Fig. 2. Average timing of cherry salmon spawners run to the rivers in the northern part of Primorsky Territory in 1998–2015 and portion of the total spawners number, by 5-days

Численность кеты была низкой, поэтому промысла её не было. Производители появлялись с середины августа (рис. 3). Количество подходящих рыб возрастало к концу августа, а к середине сентября она отмечалась уже единично. В этот период встречалась только осенняя кета, но в отличие от рыб центрального и южного Приморья основные подходы рыбы к рекам наблюдались на 1–2 мес. раньше.

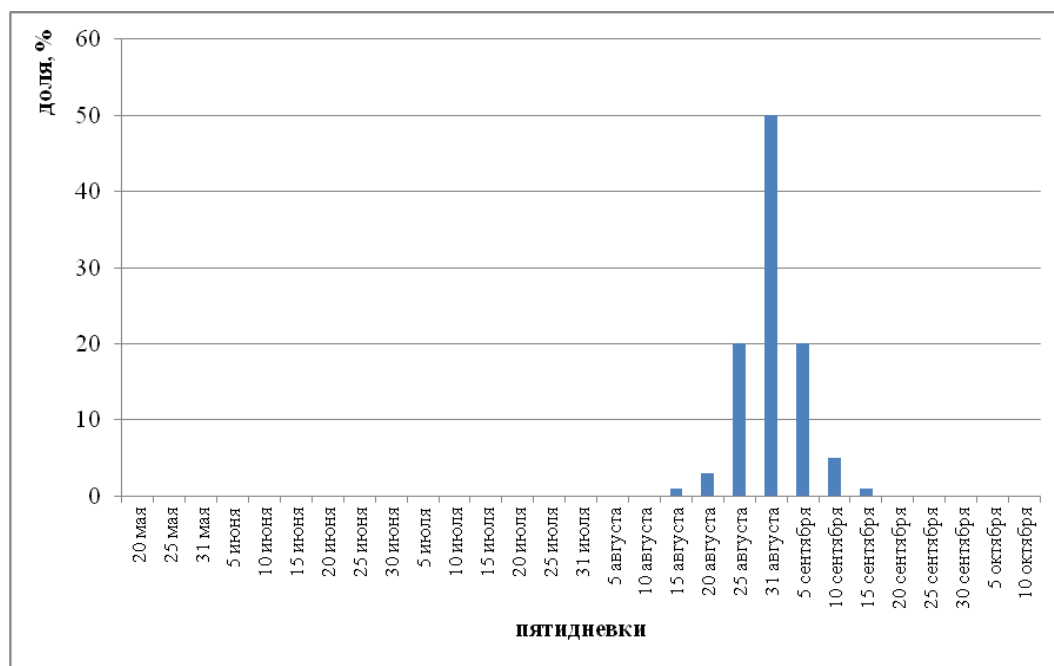


Рис. 3. Усреднённые сроки подходов производителей кеты к рекам северной части Приморского края и доля подходящих особей в 1998–2015 гг.

Fig. 3. Average timing of chum salmon spawners run to the rivers in the northern part of Primorsky Territory in 1998–2015 and portion of the total spawners number, by 5-days

С 2016 г. намечалась перестройка в подходах тихоокеанских лососей к рекам северной части Приморского края. Во-первых, в 2016 г. наблюдались максимальные подходы и вылов горбуши за весь период работ [Барабанщиков и др., 2016]. Ход рыбы был очень продолжительным, до сентября. Во-вторых, прохождение серии тайфунов в сентябре, в том числе тайфуна «Лайонрок», негативно отразилось на выживаемости нового поколения горбуши в реках. Численность урожайных поколений чётных лет резко снизилась и продолжает снижаться. На этом фоне отмечается рост численности неурожайных поколений, что, скорее всего, приведёт к последующему реверсу урожайных поколений. В-третьих, ход рыб на нерест стал более продолжительным и, судя по пикам подходов (рис. 4–6), стали формироваться новые сезонные расы, причём не только у горбуши, но и у симы и кеты.

Продолжительность хода горбуши с 2016 г. увеличилась, и в последние годы начинается с середины мая и заканчивается в середине-конце сентября (рис. 4). При этом отмечаются два пика подходов — третья декада июня — первая-вторая декада июля (летняя горбуша) и конец августа — первая декада сентября (осенняя горбуша).

Численность симы стала расти в противофазе относительно численности горбуши. Её количество на севере Приморья стало достаточным, чтобы начать промысел. Как и у горбуши, отмечаются два пика подходов: первый — с первой декады июня до конца июня (летняя сима), второй, меньший, — с конца августа до конца первой декады сентября (осенняя сима) (рис. 5). Кроме этого, изменилась и структура подходов производителей симы с трёхлетнего цикла (низко-, средне-, высокоурожайный) на двухлетний (низко-, высокоурожайный).

Как и у первых двух видов, увеличилась продолжительность хода кеты (рис. 6). Численность этого вида в реках севера Приморья растёт, скат молоди продолжается с конца апреля до конца июля, в то время как в 1990-е гг. она отмечалась с середины мая до начала-середины июня. В 2022 г. впер-

вые отмечены подходы летней кеты, которая начала появляться в уловах со 2 июля. Вероятнее всего, численность этой группировки будет расти в последующие годы.

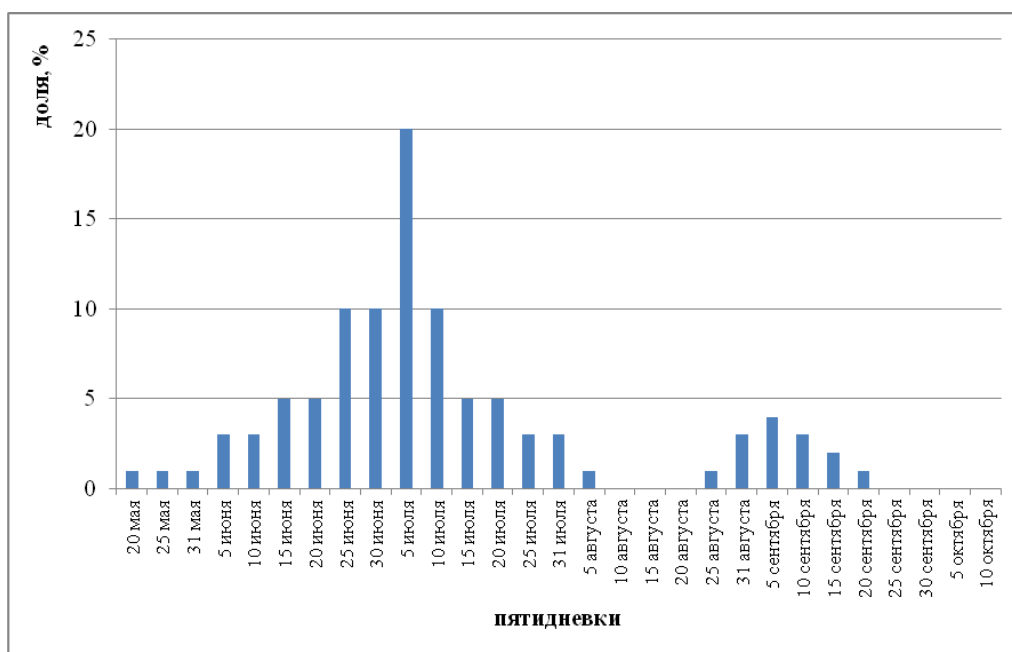


Рис. 4. Усреднённые сроки подходов производителей горбуши к рекам северной части Приморского края и доля подходящих особей в 2016–2022 гг.

Fig. 4. Average timing of pink salmon spawners run to the rivers in the northern part of Primorsky Territory in 2016–2022 and portion of the total spawners number, by 5-days

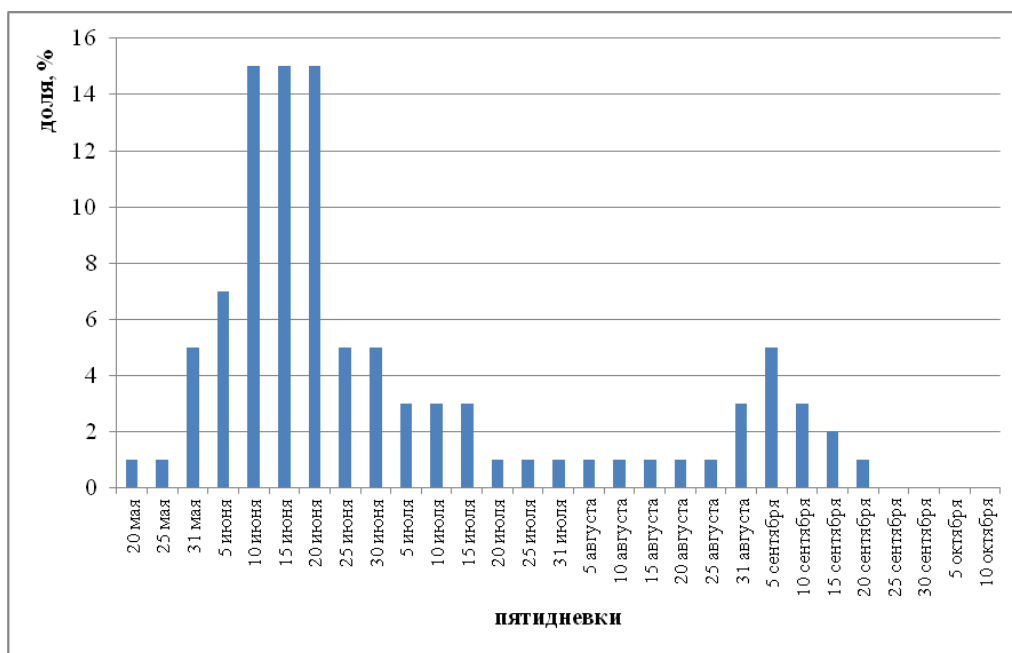


Рис. 5. Усреднённые сроки подходов производителей симы к рекам северной части Приморского края и доля подходящих особей в 2016–2022 гг.

Fig. 5. Average timing of cherry salmon spawners run to the rivers in the northern part of Primorsky Territory in 2016–2022 and portion of the total spawners number, by 5-days

Таким образом, в настоящее время происходит перестройка структуры и продолжительности хода тихоокеанских лососей к рекам северной части Приморского края, появились новые сезонные группировки, которые в начале периода наблюдений не отмечались. Установлено увеличение численности подходов производителей симы и кеты до объёмов, при которых стала возможной промышленная добыча этих видов. Отмечается изменение в численности урожайных и неурожайных поколе-

ний горбуши, возможно, что в скором времени произойдёт их смена и урожайными станут поколения нечётных лет.

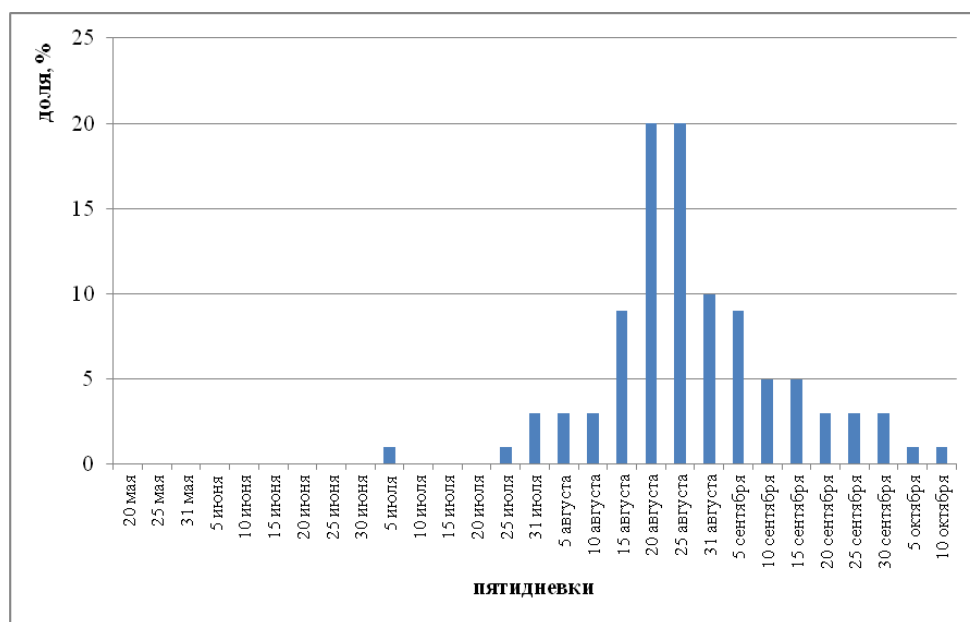


Рис. 6. Усреднённые сроки подходов производителей кеты к рекам северной части Приморского края и доля подходящих особей в 2016–2022 гг.

Fig. 6. Average timing of chum salmon spawners run to the rivers in the northern part of Primorsky Territory in 2016–2022 and portion of the total spawners number, by 5-days

Список литературы

Барабаншиков Е.И., Крупянко 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.

Поступила в редакцию 9.01.2023 г.

После доработки 16.01.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

*The article was submitted 9.01.2023; approved after reviewing 16.01.2023;
accepted for publication 3.04.2023*

**МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПОДХОДОВ ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ ГОРБУШИ
ONCORHYNCHUS GORBUSCHA С ПОМОЩЬЮ БПЛА В НЕРЕСТОВЫХ РЕКАХ
ОСТРОВА САХАЛИН В 2022 ГОДУ**

А.И. Никифоров¹, И.И. Гордеев^{1,2}, А.В. Ридигер^{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, 1

Аннотация. В течение летнего сезона 2022 г. был проведен мониторинг подходов горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в устьевых участках и на нерестилищах рек юго-восточного и юго-западного побережий о. Сахалин, а также впадающих в зал. Анива. Мониторинг проводился с применением беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) в целях формирования научных основ повышения эффективности управления промыслом лососевых рыб Дальнего Востока России. В ходе проведенных работ были выявлены возможности, преимущества и недостатки применения БПЛА при осуществлении мониторинговых исследований анадромной миграции тихоокеанских лососей.

Ключевые слова: Сахалин, тихоокеанские лососи, БПЛА, горбуша, *Oncorhynchus gorbuscha*, аэрофотосъемка, нерест

Для цитирования: Никифоров А.И., Гордеев И.И., Ридигер А.В. Мониторинговые исследования подходов производителей горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* с помощью БПЛА в нерестовых реках острова Сахалин в 2022 году // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 115–121. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-115-121. EDN: TEKRFFK.

Original article

**Monitoring survey on run of spawners of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* by means of UAV
in the spawning rivers of Sakhalin Island in 2022**

Andrei I. Nikiforov^{*}, Ilya I. Gordeev^{}, Anna V. Ridiger^{***}**

^{*,***} Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

^{**} Lomonosov Moscow State University, 1, Leninskiye Gory, Moscow, 119234, Russia

^{*} Ph.D., associate professor, head of department, nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378

^{**} Ph.D., senior researcher, gordeev@vniro.ru, ORCID 0000-0002-6650-9120

^{***} Ph.D., senior researcher, ridiger@vniro.ru, ORCID 0000-0002-7341-6424

Abstract. Monitoring of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) migration to the estuaries and spawning grounds in the rivers of southeastern and southwestern Sakhalin, including the Aniva Bay, was conducted in summer 2022 using a no-tipping technique with unmanned aerial vehicles (UAV). Abilities, advantages and disadvantages of UAV use for such surveys are discussed to provide a scientific basis for improved management of salmon fishery in the Far East of Russia.

Keywords: Sakhalin, pacific salmon, unmanned aerial vehicle (UAV), pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, aerial photography, spawning

^{*} Никифоров Андрей Игоревич, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, начальник отдела, nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378; Гордеев Илья Иванович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, gordeev@vniro.ru, ORCID 0000-0002-6650-9120; Ридигер Анна Валерьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, ridiger@vniro.ru, ORCID 0000-0002-7341-6424.

© Никифоров А.И., Гордеев И.И., Ридигер А.В., 2023

For citation: Nikiforov A.I., Gordeev I.I., Ridiger A.V. Monitoring survey on run of spawners of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* by means of UAV in the spawning rivers of Sakhalin Island in 2022, in *Bull. N 17 izucheniya tikhoookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 115–121. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-115-121. EDN: TEKRFFK.

Введение

Проведение мониторинга подходов тихоокеанских лососей в нерестовые реки Дальнего Востока является необходимым элементом ежегодных комплексных исследований, результаты которых используются в ходе подготовки прогнозов объёмов добычи (вылова) отдельных видов лососей, а также для оперативного управления путиной. К тому же это важно для развития методической базы исследований в целях недопущения отставания от применения современных технических возможностей и для совершенствования научных основ прикладных исследований [Антонов, 2007; Шевляков и др., 2013].

Остров Сахалин и Сахалинская область в настоящее время обладают высоким репродуктивным потенциалом тихоокеанских лососей и могут рассматриваться как один из основных центров их воспроизводства. В 2022 г. их было добыто более 83 тыс. т, что составило не менее 32 % общего вылова тихоокеанских лососей в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне. При этом протяжённые русла многих нерестовых рек и ручьёв о. Сахалин относятся к сильно меандрирующим, берега их зачастую покрыты труднопроходимой растительностью, что затрудняет проведение оценки подходов лососей и заполнения нерестилищ традиционными методами пешего обхода. Применение беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) различных конструкций в настоящий момент рассматривается как один из вариантов повышения эффективности лососевого мониторинга [Whitehead et al., 2014; Свиридов и др., 2022].

Вместе с тем технические особенности БПЛА накладывают ряд существенных ограничений на возможность их применения в работах, связанных с мониторинговыми исследованиями тихоокеанских лососей [Свиридов и др., 2022].

Цель данной статьи — показать преимущества и недостатки применения БПЛА для мониторинговых исследований анадромных миграций горбуши.

Материалы и методы

Работы с применением БПЛА осуществлялись силами сотрудников ВНИРО, а также СахНИРО в период с 21 июля по 15 сентября 2022 г. в южной и юго-восточной частях о. Сахалин. Исследование проводилось на реках, входящих в основной нерестовый фонд и являющихся реперными водоемами СахНИРО для получения данных, необходимых для подготовки материалов, обосновывающих объёмы прогнозируемых уловов. Так, были обследованы реки: Лазовая, Пугачёвка, Фирсовка, Жуковка, Долинка, Вознесенка, Таранай, Урюм, Кура, Баченская, Игривая, Островка (рис. 1).

Экспедиционные работы включали проведение аэрофотосъёмки, которую выполняли над руслами нерестовых рек с помощью БПЛА различных конструкций на высоте 50–250 м, обеспечивающей оптимальное ($\leq 1,5$ см/пикс) разрешение снимков, под углами, минимизирующими визуальные помехи на поверхности воды (отражение, блики и т.д.). Для осуществления аэрофотосъёмки ВНИРО привлекало специалистов-операторов БПЛА подрядных организаций (АО «Юнайтед Телеком» и ООО «Аршин»). В работах были задействованы БПЛА квадрокоптерного типа: DJI Inspire 2, DJI Mavic 2 Pro, DJI Mavic 3 с разрешением матрицы 20 Мп.

Аэрофотосъёмка проводилась в дневное время в отсутствие низкой облачности, осадков, тумана, штормового ветра и иных атмосферных явлений, способных негативно повлиять на качество фотоснимков. Получаемые в итоге цифровые фотоматериалы содержали метаданные, включающие сведения о географических координатах, а также сопутствующую информацию о высоте, скорости движения и навигационных параметрах используемого БПЛА (рысканье, тангаж, крен и т.д.).

В ходе проведения работ полеты осуществлялись как вдоль линейных объектов (русла рек), так и над площадными объектами (широкие устья рек, морские предустьевые участки). Маршруты

обследований для съемки участков обследуемых рек или береговых линий составлялись в зависимости от транспортной или пешей доступности точек старта БПЛА. Для площадных обследований составлялись маршруты сплошного или избирательного обследования учетными галсами (прямолинейными параллельными трансектами) с равной дистанцией между ними. Для обеспечения более точной идентификации искомых объектов (производителей лососевых, совершающих анадромную миграцию в реке), а также для последующего ортотрансформирования отснятого материала (т.е. его геометрической коррекции в ортогональную проекцию) при съёмке обеспечивалось частичное перекрытие фотоснимков (рис. 2).

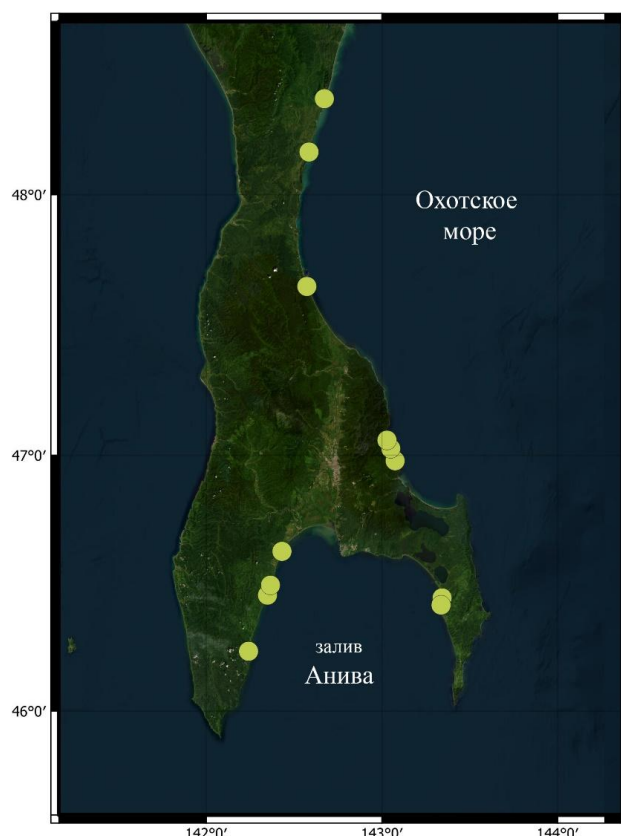


Рис. 1. Места проведения мониторинговых исследований подходов производителей горбуши (отмечены точками)

Fig. 1. Sites of monitoring surveys on run of pink salmon spawners (marked with dots)

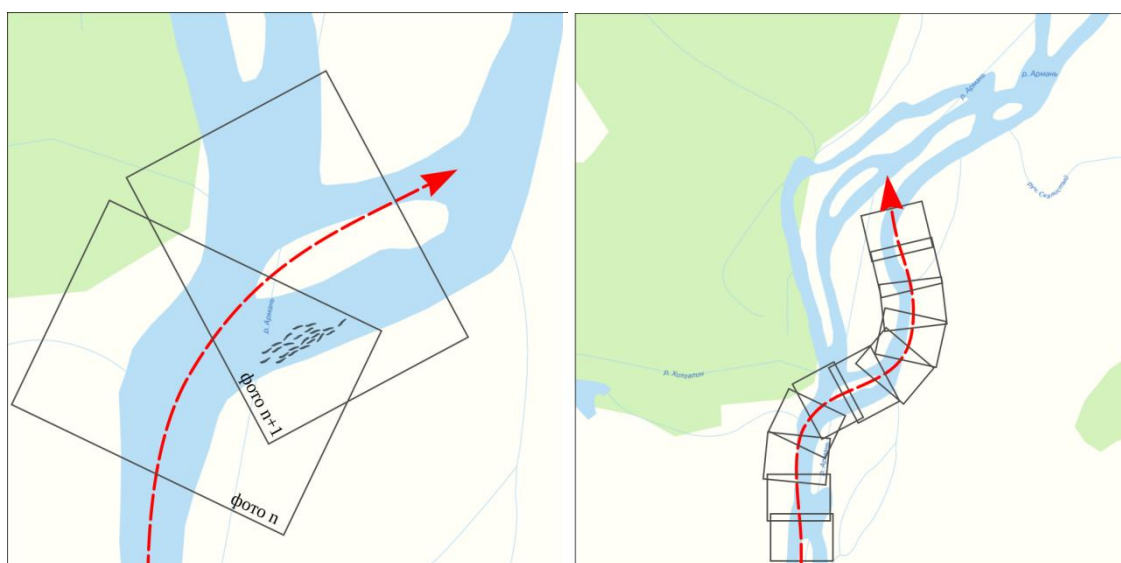


Рис. 2. Схема области перекрытия двух соседних кадров при проведении съемки

Fig. 2. Scheme of overlapping for two adjacent frames in the process of shooting

Помимо аэрофотосъёмки, в ходе мониторинговых работ также проводилась визуальная оценка подходов горбуши в исследуемых нерестовых реках по стандартной методике*.

Результаты и их обсуждение

В результате проведённых работ были получены массивы цифровых данных, включающих комплекты фотоснимков обследованных фрагментов нерестовых рек, электронные файлы телеметрии, файлы треков маршрутов и ведомость результативных фотоснимков (рис. 3). Также были сформированы схемы обследованных акваторий с нанесенными на них электронными треками маршрутов.

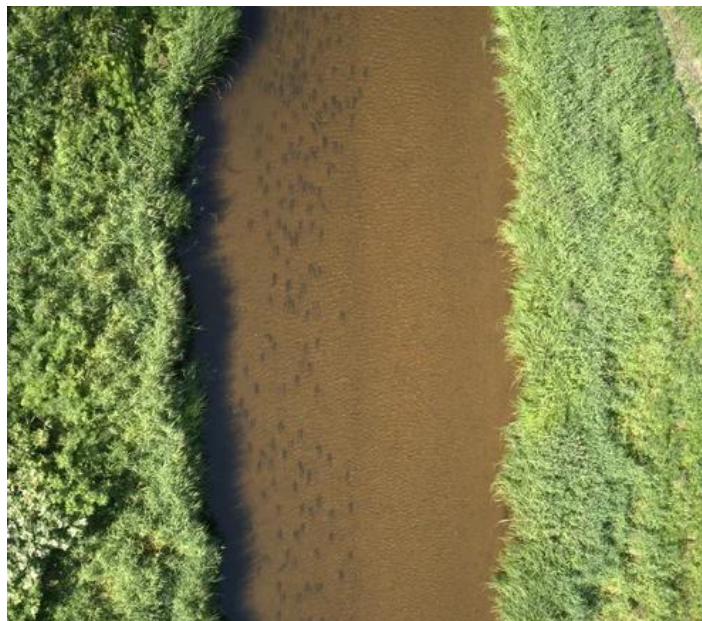


Рис. 3. Мигрирующие производители горбуши в р. Таранай
Fig. 3. Migrating pink salmon spawners in the Taranai River

Применение БПЛА квадрокоптерного типа для изучения динамики анадромной миграции лососевых рыб имеет свои неоспоримые плюсы: нивелирование практически неизбежных индивидуальных ошибок наблюдателя при пешем учете (склонность к завышению или занижению численности); преодоление объективной невозможности тотального учёта рыбы наблюдателем (из-за ширины водотока, а также отсутствия возможности одновременной оценки численности рыб на всём протяжении реки).

В то же время метод учета при помощи БПЛА для указанных целей имеет также целый перечень ограничений метода, оказывающих подчас существенное влияние на конечный результат. К числу таких ограничений относятся: большое количество лимитирующих погодных условий (очень низкая облачность, туман, сильный (более 12–14 м/с) ветер, дождь); мутность воды в реке; сложный для полёта БПЛА характер долины реки (сильное меандрирование русла, высокие берега и т.д.); невозможность проведения качественной съёмки в случае значительного перекрытия поверхности водотока древесно-кустарниковой растительностью (в реках о. Сахалин подобное перекрытие может достигать до 80 % и более от площади поверхности водотока) (рис. 4, 5).

Также следует отметить, что в многослойных скоплениях производителей тихоокеанских лососей на глубоких местах водотока точно оценить по фотографии численность рыб довольно сложно (рис. 6).

* Методические рекомендации по учету численности тихоокеанских лососей в реках Сахалинской области / СахНИРО; Сахалинрыбвод. Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2013. 30 с.



Рис. 4. Высокий уровень зарастания берегов нерестового водоёма прибрежной растительностью (р. Дудинка)
 Fig. 4. Case of dense cover of the spawning grounds by vegetation (Dudinka River)

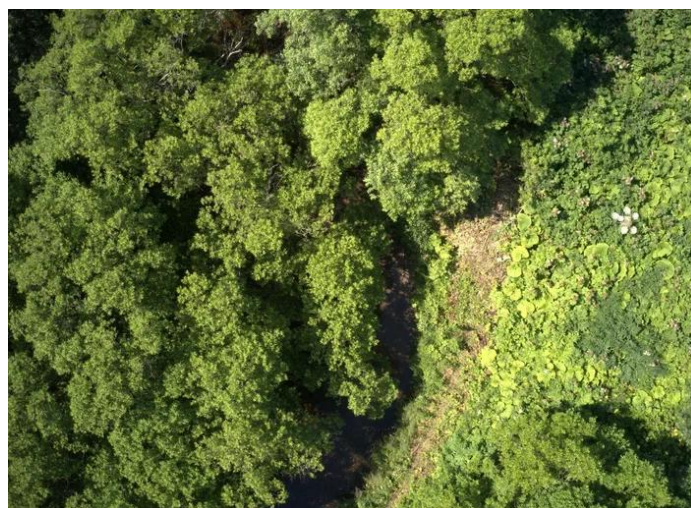


Рис. 5. Сплошная сомкнутость крон деревьев нерестового водоёма (при съёмке с воздуха русло практически не просматривается, р. Бахура)
 Fig. 5. Case of complete closing of the spawning grounds by tree crowns (Bakhura River: the water channel is almost invisible when shooting from the air)

Кроме вышеперечисленного, к «минусам» следует отнести и объективно имеющийся риск непредвиденной потери БПЛА по причине неисправности или разрядки аккумулятора, случайного задевания ветки дерева, потери сигнала при экранировании его высокими отвесными берегами и т.д. Однако при наличии квалифицированного оператора этот «минус» можно исключить.

В рамках обсуждаемой проблемы следует отметить, что наблюдатель может проводить учёт рыбы не только в условиях сильной облачности или дождя (что часто исключает применение БПЛА), но и в условиях сильного перекрытия поверхности водотока растительностью. Как правило, наблюдатель может оценить численность производителей, передвигаясь непосредственно по руслу реки пешком или на маломерном судне. Также, поскольку глаз человека лучше фиксирует движение, это позволяет наблюдателю вести некоторый подсчёт даже в мутной воде, тогда как в аналогичных условиях оптика БПЛА оказывается не такой полезной.



Рис. 6. Скопление производителей горбуши (р. Долинка)
Fig. 6. Aggregation of pink salmon spawners (Dolinka River)

Для облегчения визуального учёта производителей лосося применяется метод контрастного фона — путём выстилания участка дна реки светлым однотонным материалом (синтетической тканью, заполненными песком мешками и т.п.). Подобный приём позволяет существенно повысить точность визуального учёта производителей тихоокеанских лососей [Свиридов и др., 2022].

Таким образом, ввиду указанных недостатков, съёмка с БПЛА в обозримом будущем, скорее всего, не сможет полностью заменить визуальную оценку численности лососей в нерестовых реках с помощью пеших обходов, но может существенно повысить их эффективность при комбинировании визуальной оценки с БПЛА. При этом следует отметить, что некоторые реки практически полностью непригодны для проведения беспилотного учёта в силу ряда упомянутых выше факторов. Также при планировании работ важно учитывать частоту неблагоприятных для беспилотного учёта метеорологических условий в районах проведения исследований и возможности применения БПЛА в таких условиях.

Заключение

Проведенные в 2022 г. работы с применением аэрофотосъёмки с целью мониторинга подходов производителей горбуши в нерестовых реках о. Сахалин подтвердили возможность успешного применения БПЛА для получения актуальных данных как о сроках и объёмах анадромных миграций тихоокеанских лососей, так и относительно заполнения ими нерестилищ. При этом также был выявлен ряд ограничений метода, которые необходимо учитывать при планировании подобных работ в дальнейшем. Так, на основании полученных данных стала очевидной необходимость составления реестра нерестовых рек по степени пригодности их акваторий для применения БПЛА при оценке численности производителей лососей рода *Oncorhynchus*. В случае невозможности использования БПЛА в качестве альтернативного метода можно рекомендовать использование широко известного метода контрастного фона, обеспечивающего приемлемую визуальную точность определения численности производителей тихоокеанского лосося. В целом заблаговременное планирование графика полевых работ экспедиционных групп, использующих оборудование БПЛА для оценки мощности подходов горбуши и других видов тихоокеанских лососевых рыб, позволит эффективно дополнить традиционные методы мониторинга современными техническими возможностями.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают искреннюю благодарность сотрудникам Сахалинского филиала ВНИРО В.Д. Никитину, А.А. Антонову и А.В. Соколову за помощь, оказанную в процессе выполнения полевых исследований.

The authors are grateful to V.D. Nikitin, A.A. Antonov and A.V. Sokolov from the Sakhalin branch of VNIRO for their assistance during the field research.

Финансирование работы (FUNDING)

Работы выполнены в рамках Подпрограммы «Комплексные исследования лососей на Дальнем Востоке России в 2022–2025 гг.»: «Аэровизуальная оценка численности производителей тихоокеанских лососей с использованием цифрового зрения и методов искусственного интеллекта. Оценка заполнения нерестилищ».

The study is done within the program «Integrated studies of salmon in the Russian Far East in 2022–2025» and 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)

А.И. Никифоров и И.И. Гордеев участвовали в полевых работах, обсуждении результатов и принимали участие в подготовке рукописи; А.В. Ридигер — в обсуждении результатов и подготовке рукописи.

Andrey I. Nikiforov and Ilia I. Gordeev made the fieldwork, all authors jointly analyzed the data, discussed the results and wrote the manuscript.

Список литературы

Антонов А.А. Динамика численности горбуши зал. Анива (о. Сахалин) на современном этапе // Динамика численности тихоокеанских лососей и прогнозирование их подходов : тез. докл. Междунар. науч. конф. — Южно-Сахалинск, 2007. — С. 3–4.

Свиридов В.В., Коцюк Д.В., Подорожнюк 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. EDN: CNQNAF.

Свиридов В.В., Подорожнюк Е.В., Никитин В.Д., Скорик А.В. Модификации беспилотного учета производителей тихоокеанских лососей в реках Сахалинской области и Хабаровского края // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 4. — С. 1015–1031. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-1015-1031. EDN: JULFRV.

Шевляков Е.А., Шубкин С.В., Дубынин В.А. и др. Методики учета производителей тихоокеанских лососей на нерестилищах и путях миграции к ним // Бюл. № 8 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2013. — С. 36–57.

Whitehead K., Hugenholtz C.H., Myshak S., Brown O. et al. Remote sensing of the environment with small unmanned aircraft systems (UASs), part 2: scientific and commercial applications // J. Unmanned Veh. Syst. — 2014. — Vol. 2, № 3. — P. 86–102. DOI: 10.1139/juvs-2014-0007.

Поступила в редакцию 31.01.2023 г.

После доработки 7.02.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

The article was submitted 31.01.2023; approved after reviewing 7.02.2023; accepted for publication 3.04.2023 г.

АНАЛИТИЧЕСКИЕ МАТЕРИАЛЫ ПО ПРОМЫСЛОВОМУ ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ОТДЕЛЬНЫХ РЕК ЗАЛИВА ШЕЛИХОВА В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ

Л.Л. Хованская, А.И. Бараусов *

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

Аннотация. Показаны результаты анализа промыслового использования отдельных рек зал. Шелихова в современных условиях, а также промысловой нагрузки на запасы тихоокеанских лососей и гольцов.

Ключевые слова: горбуша, кета, кижуч, гольцы рода *Salvelinus*, промысел, состояние запасов

Для цитирования: Хованская Л.Л., Бараусов А.И. Аналитические материалы по промысловому использованию отдельных рек залива Шелихова в современных условиях // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 122–139. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-122-139. EDN: UCPXUK.

Original article

Analytical materials on commercial use of some rivers in the Shelikhov Bay in modern conditions

Larisa L. Khovanskaya *, Andrey I. Barausov **

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

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

** chief specialist, salmon_@mail.ru

Abstract. Commercial capability of the certain rivers in Shelikhov Bay (Okhotsk Sea) is analyzed for modern conditions. The fishery load on stocks of pacific salmon and char in these rivers is estimated.

Keywords: pink salmon, chum salmon, coho salmon, char, genus *Salvelinus*, fishery, fish stock

For citation: Khovanskaya L.L., Barausov A.I. Analytical materials on commercial use of certain rivers in the Shelikhov Bay in modern conditions, in *Bull. N 17 izucheniya tikhoookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 122–139. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-122-139. EDN: UCPXUK.

Введение

Материковое побережье Охотского моря протяженностью около 3,5 тыс. км от Сахалинского залива до Пенжинской губы входит в состав территории Северо-Востока России и включает в себя обширную прибрежную полосу в пределах Камчатского и Хабаровского краев, а также Магаданской области [Волобуев, Марченко, 2011]. Протяженность материкового побережья Магаданской области составляет более 2 тыс. км, где располагается более 80 водотоков, впадающих в Охотское море.

В данной работе особое внимание при анализе промысловой значимости и промыслового использования уделено отдельным рекам северо-восточной части материкового побережья Охотского моря, которые скудно описаны в литературных источниках. К таковым можно отнести следующие реки зал. Шелихова: Туманы (протяженность 72 км), Иреть (протяженность 56 км), Тахтояма (протя-

* Хованская Лариса Леонидовна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, us@magadanniro.ru, ORCID 0009-0001-2929-5653; Бараусов Андрей Игоревич, главный специалист, salmon_@mail.ru.

© Хованская Л.Л., Бараусов А.И., 2023

женность 140 км), Малкачан (протяженность 123 км), Булун (протяженность 48 км), Угулан (протяженность 100 км) и Наслачан (протяженность 57 км). Все они, за исключением р. Булун, являющейся малым водотоком, относятся к рекам средней величины [Волобуев, Марченко, 2011]. Они же, в совокупности с такими большими водотоками, как Гижига, Авекова, Большая Гарманда, Наяхан, Вилига, Яма, составляют существенный воспроизводительный потенциал лососей северо-восточной части материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области. В соответствии с современной схемой рыбопромыслового районирования реки Тумань, Иреть, Тахтояма, Малкачан, Булун, Угулан, Наслачан отнесены к Ямской группе рек [Волобуев, Марченко, 2011; Марченко, 2022а, б].

Цель исследований заключалась в анализе промыслового использования отдельных рек зал. Шелихова в современных условиях.

Материалы и методы

Материал для данной работы собран на северо-восточном участке материкового побережья Охотского моря в отдельных реках зал. Шелихова — от р. Малкачан до р. Тумань (рис. 1).



Рис. 1. Карта-схема исследований на северо-восточном участке материкового побережья Охотского моря в отдельных реках зал. Шелихова: 1 — Малкачан, 2 — Иреть, 3 — Тахтояма, 4 — Угулан, 5 — Булун, 6 — Наслачан, 7 — Тумань

Fig. 1. Scheme of the surveyed rivers on the northeastern coast of the Okhotsk Sea (in Shelikhov Bay): 1 — Malkachan, 2 — Iret, 3 — Tahtoyama, 4 — Ugulan, 5 — Bulun, 6 — Naslachan, 7 — Tuman

В настоящей статье использованы данные официальной статистики об объемах вылова тихоокеанских лососей и гольцов рода *Salvelinus* в водных объектах материкового побережья Охотского моря, предоставленные до 2009 г. Охотским филиалом Главрыбвода, с 2009 г. — Охотским территориальным управлением Росрыболовства.

Кроме того, современные данные по вылову тихоокеанских лососей (кеты и горбуши — за период 2010–2022 гг., кижуча — за период 2004–2022 гг.) были сопоставлены с данными по численности нерестовых подходов в реки побережья за весь период наблюдений.

Количественные показатели, отражающие общую численность производителей тихоокеанских лососей, а также голец рода *Salvelinus* получены сотрудниками лаборатории лососевых рыб и аквакультуры МагаданНИРО в ходе аэровизуальных работ, которые выполнялись на участке побережья от р. Парень до зал. Шельтинга. Учёт проводили со II декады июля по III декаду сентября с борта самолета типа Ан-2. 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 учета в водных объектах и объемов добычи (вылова) различными категориями пользователей. Данные по численности подхода тихоокеанских лососей, и также их вылове были занесены в бумажные таблицы В.В. Волобуевым, А.Ю. Рогатных и И.С. Головановым, а в дальнейшем сведены в электронном формате С.Л. Марченко. Вышеуказанные данные хранятся на электронных носителях Магаданского филиала ВНИРО (МагаданНИРО).

Результаты и их обсуждение

Основными объектами лососевого промысла в рассматриваемых реках зал. Шелихова являются горбуша, кета и кижуч, а также голцы рода *Salvelinus*. В уловах штучно представлена нерка.

Горбуша. По данным официальной промысловой статистики за 2010–2022 гг. лидирующее место в добыче (вылове) лососевых рыб занимает горбуша, доля которой от общего вылова в среднемноголетнем аспекте составляет 48 %. Незначительно уступает этому виду лососей кета — 42 %. Гольцы рода *Salvelinus* в общем вылове составляют не более 8 %, а вклад кижуча не превышает 2 % (рис. 2). Единично в реках Иреть и Тумань отмечена реофильная форма нерки.

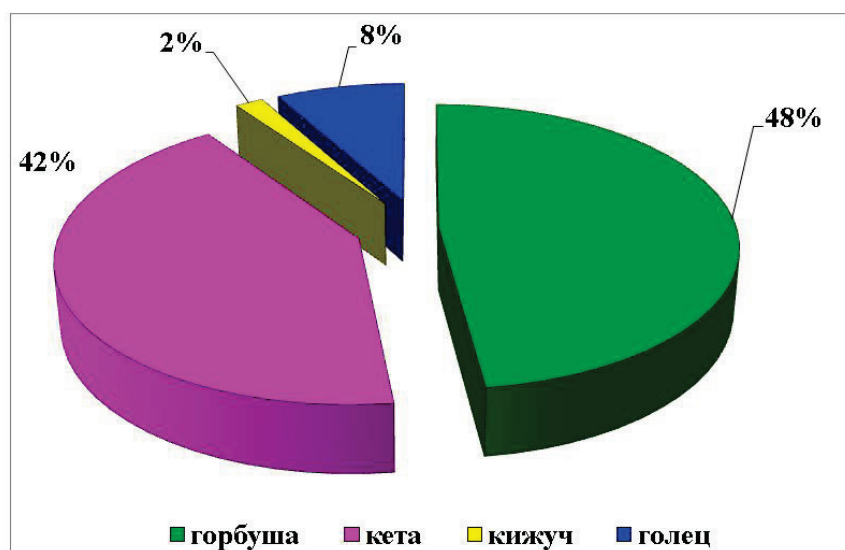


Рис. 2. Структура добычи (вылова) основных видов лососевых рыб в некоторых реках зал. Шелихова в 2010–2022 гг.

Fig. 2. Structure of landing (catch) for the main salmon species in the certain rivers of Shelikhov Bay in 2010–2022

С точки зрения потенциала воспроизводства и, следовательно, промысла горбуши и кеты, наибольшее значение имеют реки Иреть, Тумань и Тахтояма. При этом лидирующее положение по объемам добычи занимает р. Тумань, а реки Иреть и Тахтояма находятся соответственно на втором и третьем местах (рис. 3). Так, наибольшие доли в структуре добычи (вылова) горбуши и кеты принадлежит р. Тумань — 33 и 41 %, в р. Иреть — 22 и 30 %, а в р. Тахтояма — 12 и 13 %. Реки Малкачан, Наслачан, Булун и Угулан играют второстепенную роль в добыче (вылове) горбуши и кеты. При этом в структуре добычи (вылова) доля горбуши не превышает 5–10 %, а доля кеты — 3–5 % от общего вылова.

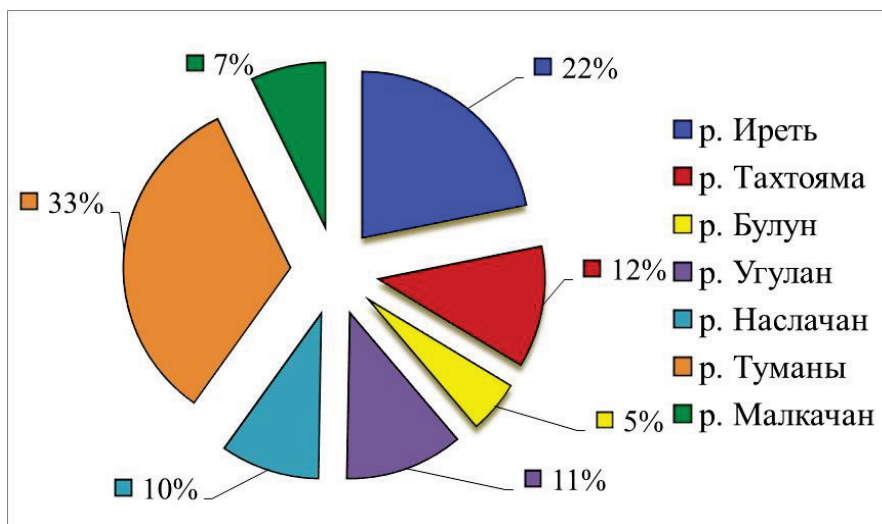


Рис. 3. Добыча (вылов) горбуши в некоторых реках зал. Шелихова, % от ее суммарного объема добычи (вылова) в 2020–2022 гг.

Fig. 3. Pink salmon landing (annual catch) by the rivers of Shelikhov Bay in 2010–2022, % of the total catch of the species

На рис. 4 представлена динамика объемов добычи (вылова) горбуши рек зал. Шелихова по рядам четных и нечетных лет за период 2010–2022 гг. В ходе анализа динамики объемов ее добычи (вылова), отмечен существенный рост данного промыслового показателя в 2017–2019 гг. в реках Туманы, Иреть, Наслачан и Тахтояма. Затем в четный 2020 г. ее добыча (вылов) из-за резкого снижения численности нерестовых подходов значительно уменьшилась. В 2022 г. снижение объемов добычи (вылова) горбуши происходило на фоне незначительного роста численности ее подходов для ряда четных лет в реки зал. Шелихова, за исключением р. Тахтояма (рис. 4, 5).

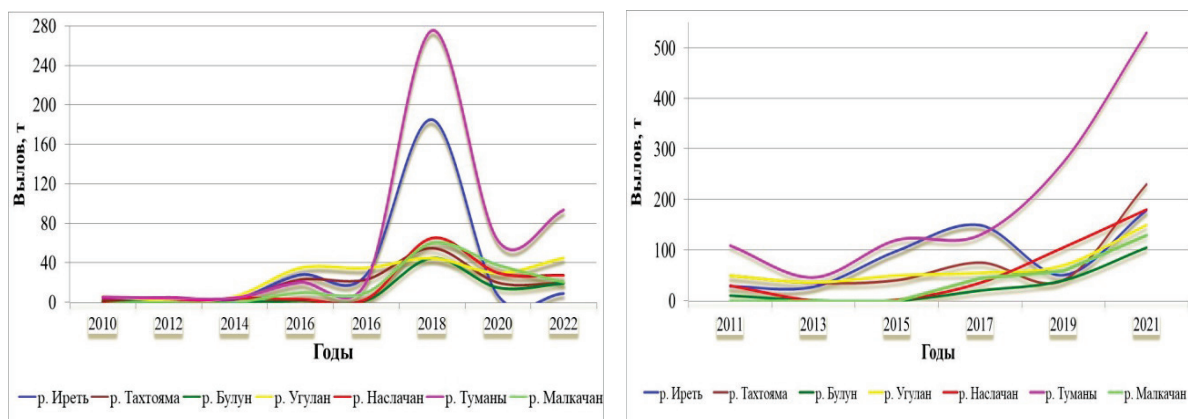


Рис. 4. Добыча (вылов) горбуши в некоторых реках зал. Шелихова по рядам четных (слева) и нечетных (справа) лет в 2010–2022 гг., т

Fig. 4. Pink salmon landing (annual catch) in the certain rivers of Shelikhov Bay in even (left panel) and odd (right panel) years of the period 2010–2022, t

Следует отметить, что р. Туманы по численности подходов горбуши занимает лидирующее положение, а реки Тахтояма и Угулан соответственно второе и третье места (рис. 5, 6). Реки Иреть, Булун, Наслачан и Малкачан имеют второстепенное значение.

В 2021 г. в р. Туманы вернулось более 849 тыс. экз. горбуши (эквивалентно 807 т), что в ряду нечетных лет превысило среднемноголетний уровень численности в 3,6 раза. Для сравнения, самая высокая численность подхода горбуши наблюдалась в 2007 г. — более 1084 тыс. экз., что эквивалентно 1680 т. При этом величина подхода горбуши превышала среднемноголетний уровень в 4,7 раза (рис. 6).

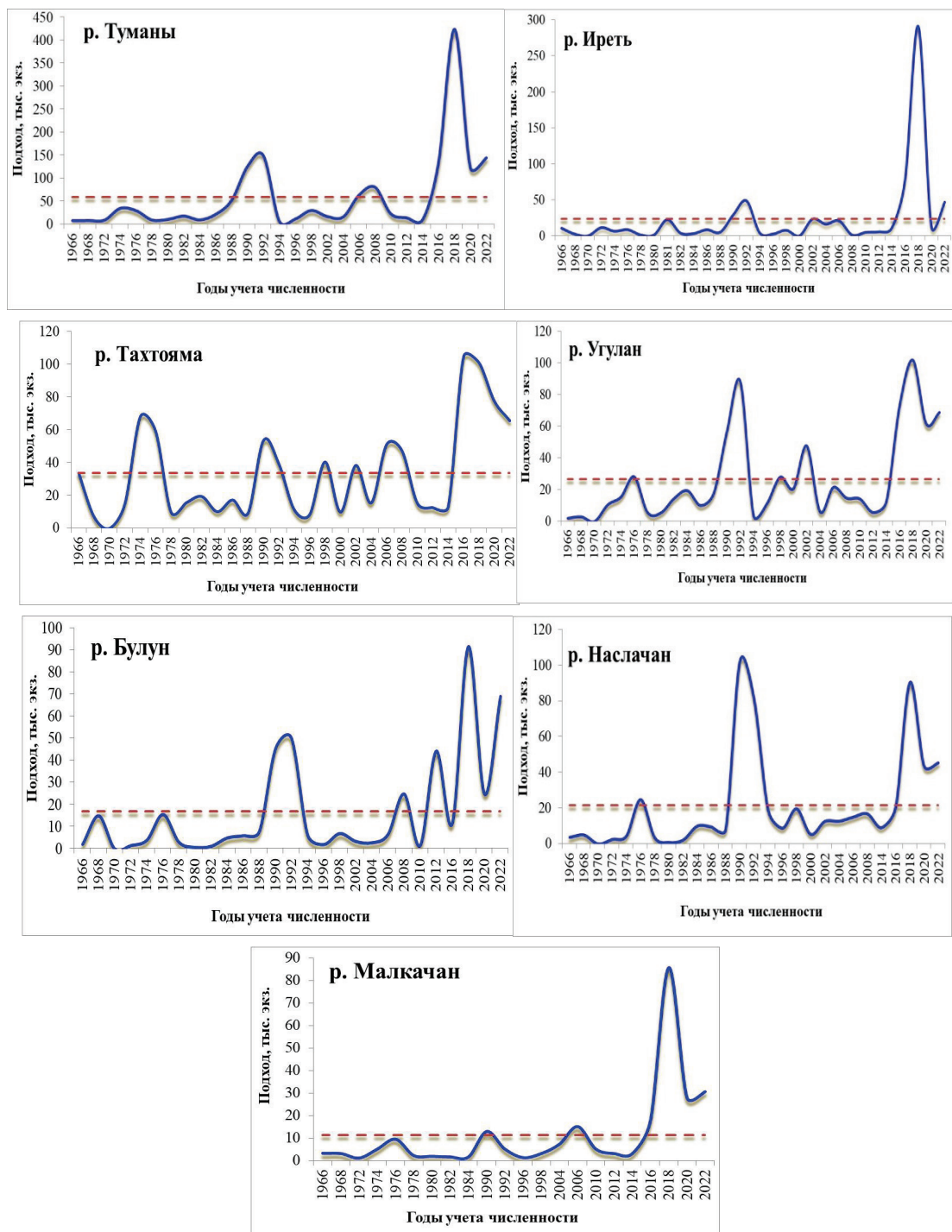


Рис. 5. Динамика численности нерестовых подходов и среднемноголетний уровень подходов горбуши для ряда четных лет в некоторых реках зал. Шелихова в 1966–2022 гг.

Fig. 5. Dynamics of pink salmon runs to the certain rivers of Shelikhov Bay for spawning in even years and the average number of fish for the period of 1966–2022

Наибольший объем добычи (вылова) горбуши в р. Туманы наблюдался в нечетном 2021 г., он составил более 531 т (см. рис. 4), что, очевидно, связано с высокой численностью ее подхода (рис. 6). Кроме того, 2021 г. ознаменовался рекордными по численности подходами горбуши в реки Тахтояма, Угулан, Иреть, Булун, Наслачан и Малкачан, в которых подходы превысили среднемноголетний уровень для ряда нечетных лет соответственно в 4,0, 3,4, 5,2, 6,4, 5,7 и 4,6 раза (рис. 6).

В отличие от других рек, в р. Иреть наибольший объем добычи (вылова) горбуши был в ряду четных лет — в 2018 г., когда было добыто около 185 т. Несколько меньший объем ее добычи (вылова) зафиксирован в нечетном 2021 г. — около 180 т (см. рис. 4).

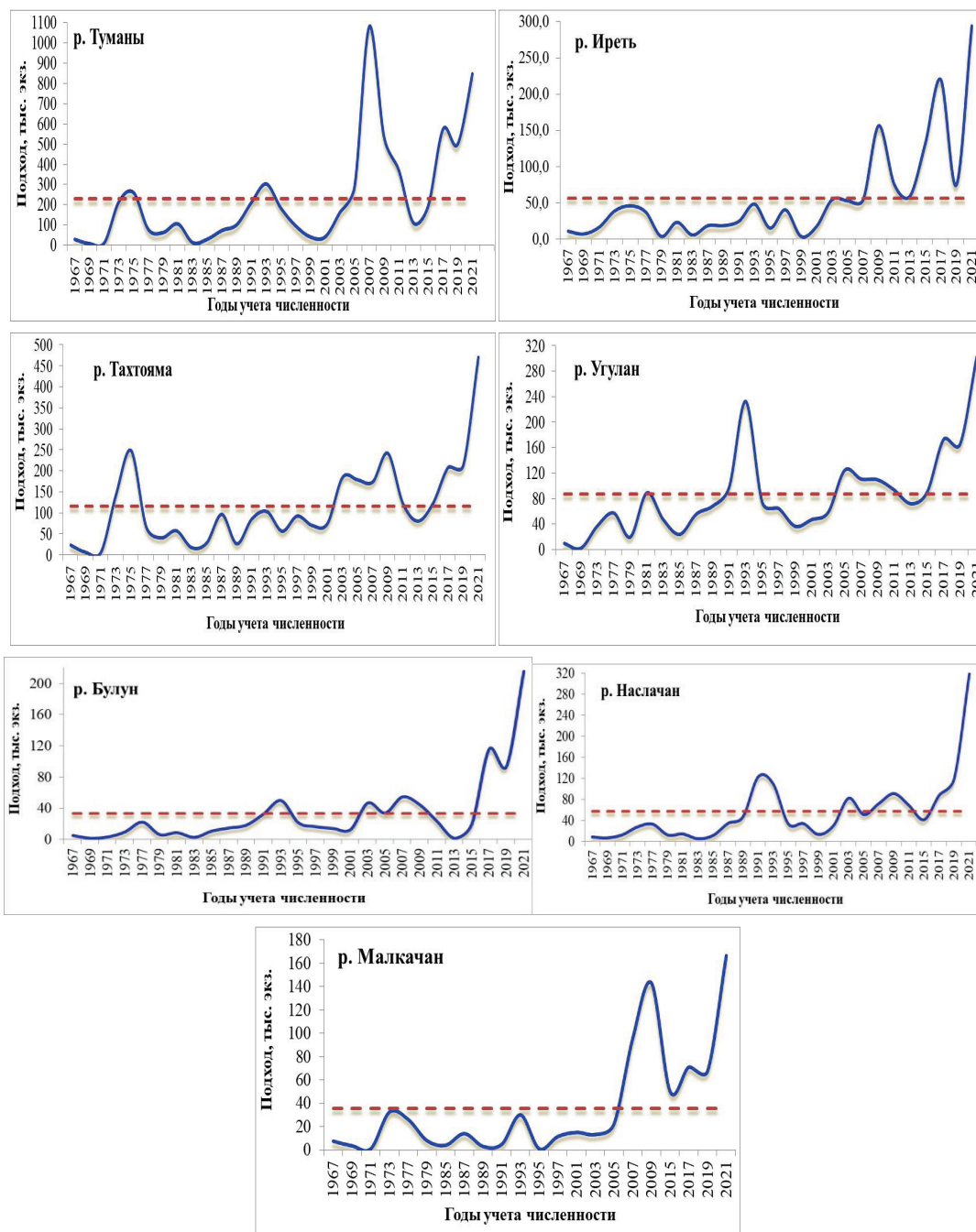


Рис. 6. Динамика численности нерестовых подходов горбуши для ряда нечетных лет в некоторых реках зал. Шелихова в 1967–2021 гг.

Fig. 6. Dynamics of pink salmon runs to the certain rivers of Shelikhov Bay for spawning in odd years and the average number of fish for the period of 1967–2021

Несмотря на то что в 2022 г. численность нерестовых подходов горбуши в реках зал. Шелихова превышала среднееголетние показатели для ряда четных лет (рис. 5), объемы ее добычи оказались относительно невысокими (рис. 4). Так, в р. Туманы, которая традиционно занимала лидирующее положение по уловам, добыли не более 93 т, в р. Угулан — 45 т, в р. Наслачан — 27 т. Объемы ее добычи (вылова) в реках Тахтояма, Булун и Малкачан не превышали 19–20 т, а в р. Иреть — 9 т.

Результаты анализа динамики объемов добычи (вылова) горбуши, а также доли ее изъятия от общей численности подходов в реках зал. Шелихова показали, что в последние годы, за исключением 2022 г., промысловая нагрузка на данные реки существенно возросла. Так, если в р. Иреть с 2010 по 2015 г. доля изъятия горбуши в среднем составляла 31,9 (с пределами колебаний от 17,0 до 61,9) %, то в 2017–2021 гг. она в среднем была равна 59,4 (с пределами колебаний от 53,1 до 66,3) % (табл. 1).

Таблица 1

Доли изъятия горбуши от общей численности подходов в некоторые реки зал. Шелихова в 2010–2021 гг., %

Table 1

Percentage of pink salmon withdrawal in the certain rivers of Shelikhov Bay in 2010–2021,
relative to the total number in the runs

Год	Река						
	Иреть	Тахтояма	Угулан	Булун	Наслачан	Туманы	Малкачан
2010	27,3	36,5	38,4	31,3	–	30,7	–
2011	27,3	36,5	38,4	31,4	47,5	37,5	–
2012	28,3	33,4	32,3	1,4	0	43,7	–
2013	32,3	39,4	34,8	26,8	–	29,3	–
2014	17,0	26,2	30,0	–	28,2	23,9	–
2015	61,9	32,2	45,3	–	3,2	51,1	–
2016	28,9	21,6	38,4	13,8	11,6	11,8	44,1
2017	54,6	28,6	25,3	13,8	31,8	18,1	50,7
2018	58,8	50,5	41,0	45,5	66,7	60,0	64,9
2019	66,3	20,9	38,9	39,4	80,9	50,1	82,2
2020	53,1	27,8	45,0	56,0	63,3	47,3	89,3
2021	64,3	53,3	52,1	51,3	59,3	65,9	82,0
2022	14,6	31,4	49,2	20,9	44,8	48,2	50,0

Выросла промысловая нагрузка и в реках Туманы, Угулан, Наслачан и Малкачан. Например, в р. Туманы в 2010–2017 гг. средний уровень изъятия горбуши составил 30,8 (с пределами колебаний от 11,8 до 51,1) %, а в 2018–2021 гг. — 55,8 (с пределами колебаний от 47,3 до 65,9) %.

Существенно увеличилась промысловая нагрузка на реки Наслачан и Малкачан. Так, если в р. Наслачан в 2010–2017 гг. горбушу ловили эпизодически, и ее средняя доля изъятия была равна 15,3 (с пределом колебаний от 0 до 31,8) %, то в 2018–2021 гг. добывали ежегодно, а доля ее изъятия в среднем выросла до 67,6 % с максимумом в 2019 г. — 80,9 %.

В р. Малкачан промысел горбуши ежегодно ведут с 2016 г., а в 2019–2021 гг. ее доля изъятия в данной реке достигла уже 82,0–89,3 %.

Среди рассматриваемых рек только р. Тахтояма в 2010–2020 гг. не испытывала повышенную промысловую нагрузку. Только в 2021 г. доля изъятия горбуши достигла 53,3 % от общей численности ее подхода (табл. 1).

Кета. На рис. 7 и 8 представлены динамика объемов добычи (вылова) кеты в реках зал. Шелихова в 2010–2022 гг., а также структура ее добычи (вылова). При этом р. Туманы занимает первое место по объемам ее добычи (вылова), р. Иреть — второе, а р. Тахтояма — третье.

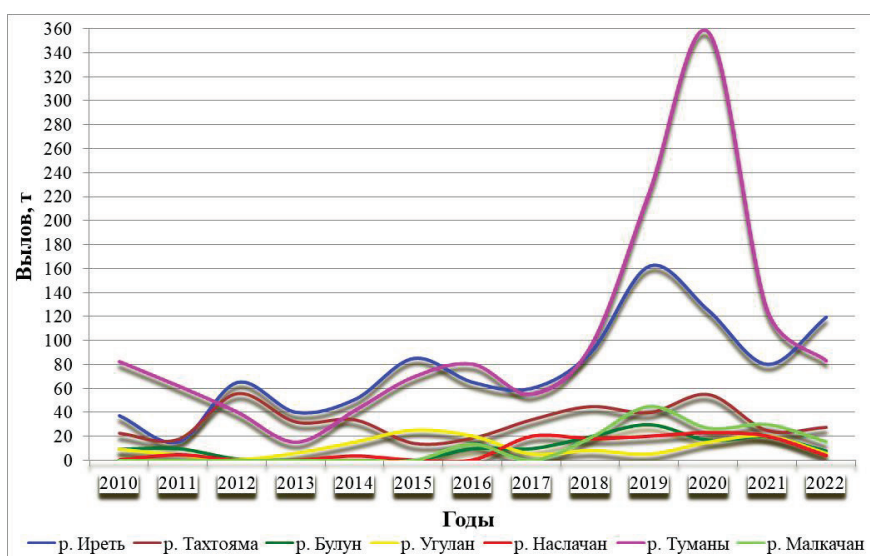


Рис. 7. Динамика добычи (вылова) кеты в некоторых реках зал. Шелихова в 2010–2022 гг., т
Fig. 7. Dynamics of chum salmon landing (annual catch) in the certain rivers of Shelikhov Bay in 2010–2022, t

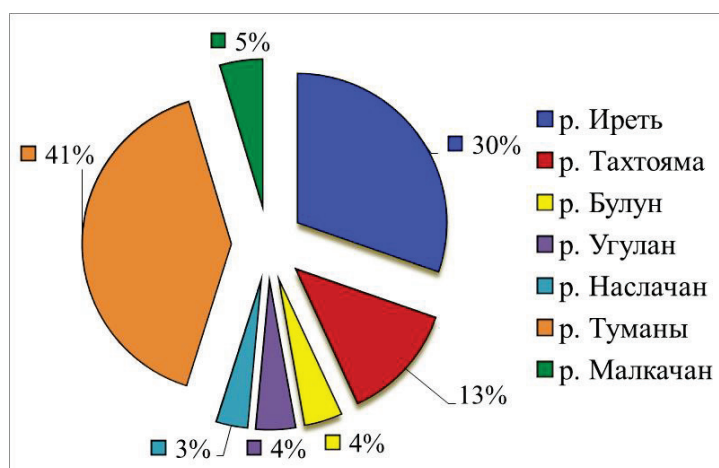


Рис. 8. Добыча (вылов) кеты в некоторых реках зал. Шелихова, доля от суммарного объема добычи (вылова)

Fig. 8. Chum salmon landing (annual catch) by the rivers of Shelikhov Bay, % of the total catch of this species

Такие реки, как Малкачан, Булун, Угулан, Наслачан, имеют второстепенную промысловую значимость.

Подтверждением данного заключения в отношении кеты с точки зрения промысловой значимости и воспроизводительного потенциала данных рек является анализ динамики учета численности подходов кеты за многолетний (1966–2022 гг.) период наблюдений (рис. 9).

В период 2018–2022 гг. в р. Туманы объемы добычи (вылова) кеты существенно увеличились по сравнению с периодом 2010–2017 гг. — в среднем 181,7 т (с пределами колебаний 95–357 т) против 55,6 т (с пределами колебаний 15,0–82,0 т). При этом наибольший объем добычи (вылова) кеты в р. Туманы зафиксирован в 2020 г. (рис. 10).

В 2018–2022 гг. увеличение добычи (вылова) кеты совпало с относительно высокой численностью нерестовых подходов в р. Туманы (соответственно 79,1, 115,7, 168,3, 114,3 и 84,0 тыс. экз.), которая превысила среднемноголетний показатель в 1,2–2,6 раза (рис. 9). Среднемноголетняя численность кеты в р. Туманы составила 64,0 тыс. экз.

Существенный рост объемов добычи кеты в 2018–2022 гг. по сравнению с 2010–2017 гг. наблюдали и в р. Иреть — в среднем 115,3 т (с пределами колебаний 80–162 т) против 52,3 т (с пределами колебаний 15–85 т). При этом наибольший объем добычи (вылова) кеты в р. Иреть зафиксирован в 2019 г.

Если в 2018–2020 гг. и в 2022 г. рост объемов добычи (вылова) в р. Иреть совпал с увеличением численности нерестовых подходов кеты (соответственно 77,6, 75,7, 70,6 и 65,8 тыс. экз.) (рис. 9, 10), что оказалось выше среднемноголетнего показателя в 1,8–2,1 раза, то в 2021 г. на фоне снижения численности (до 45,6 тыс. экз.) объем добычи (вылова) кеты составил не менее 80 т. Среднемноголетняя численность подходов кеты в Иреть достигала 37,0 тыс. экз.

В ходе сопоставления динамики численности нерестовых подходов кеты и объемов ее добычи (вылова) в р. Тахтояма за 2010–2022 гг. в целом замечена положительная тенденция — с увеличением численности подходов возрастали ее уловы и наоборот (рис. 10, 11).

Исключением стал только 2020 г., когда со снижением численности нерестового подхода кеты объем ее добычи (вылова) приблизился к максимуму 2012 г. — 55,0 против 55,8 т. В этот же 2020 г. численность нерестового подхода соответствовала его среднемноголетнему уровню — 29,9 тыс. экз. против 30,1 тыс. экз. Многочисленные нерестовые подходы кеты в р. Тахтояма наблюдались только в 1966 и 1967 гг. — 200 и 198 тыс. экз. (см. рис. 9).

Как видно на рис. 10, добыча (вылов) кеты, а также учет численности ее нерестовых подходов в р. Булун в 2010–2022 гг. осуществлялись нерегулярно. На постоянной основе стали ловить кету и вести учет ее численности с 2016 г. В целом с увеличением численности кеты возрастали ее уловы.

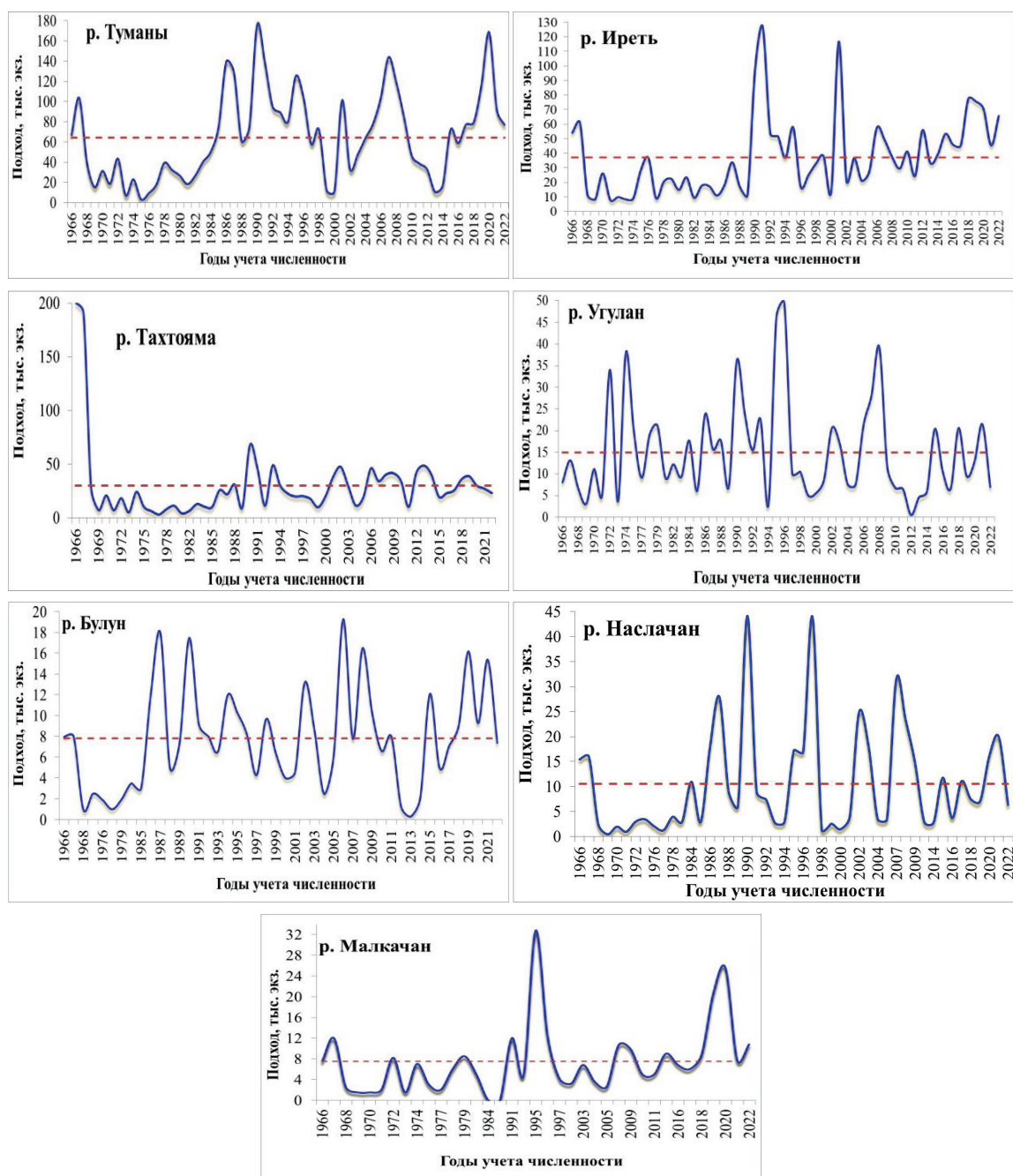


Рис. 9. Динамика численности нерестовых подходов и среднееголетний уровень подходов кеты в некоторых реках зал. Шелихова в 1966–2022 гг.

Fig. 9. Dynamics of chum salmon runs for spawning to the certain rivers of Shelikhov Bay and the average number of fish for 1966–2022

Максимум вылова кеты в р. Булун (30 т) отмечен в 2019 г., при этом рост объема добычи (вылова) совпал с существенным увеличением ее численности — до 16,2 тыс. экз. Наибольшую численность кеты за все годы наблюдений отметили в 2006 г. — 19,3 тыс. экз., что оказалось выше среднееголетнего показателя (7,8 тыс. экз.) в 2,5 раза (рис. 9, 10).

Река Наслачан характеризуется невысокими по численности запасами кеты и вследствие этого небольшими объемами ее добычи (вылова) (рис. 9, 10). Промысловая нагрузка на данный водоток в 2010–2016 гг. была незначительной, и добыча (вылов) кеты осуществлялась на нерегулярной основе. Однако в 2017–2022 гг. объемы ее добычи (вылова) возросли в 14,6 раза в сравнении с 2010–2016 гг. — в среднем 17,5 т (с пределами колебаний 4–23 т) против 1,2 т (с пределами колебаний 0,2–4,5 т). При этом максимум объема ее добычи (вылова) зафиксирован в 2020 г. В этот же

год наблюдали существенное увеличение численности кеты в сравнении с 2010–2019 гг. (рис. 9, 10) При этом численность кеты превысила среднегодовое значение (10,5 тыс. экз.) в 1,6 раза. Наибольшую численность кеты в р. Наслачан наблюдали в 1990 и 1997 гг., когда было учтено порядка 44,0 и 44,7 тыс. экз. (рис. 9).

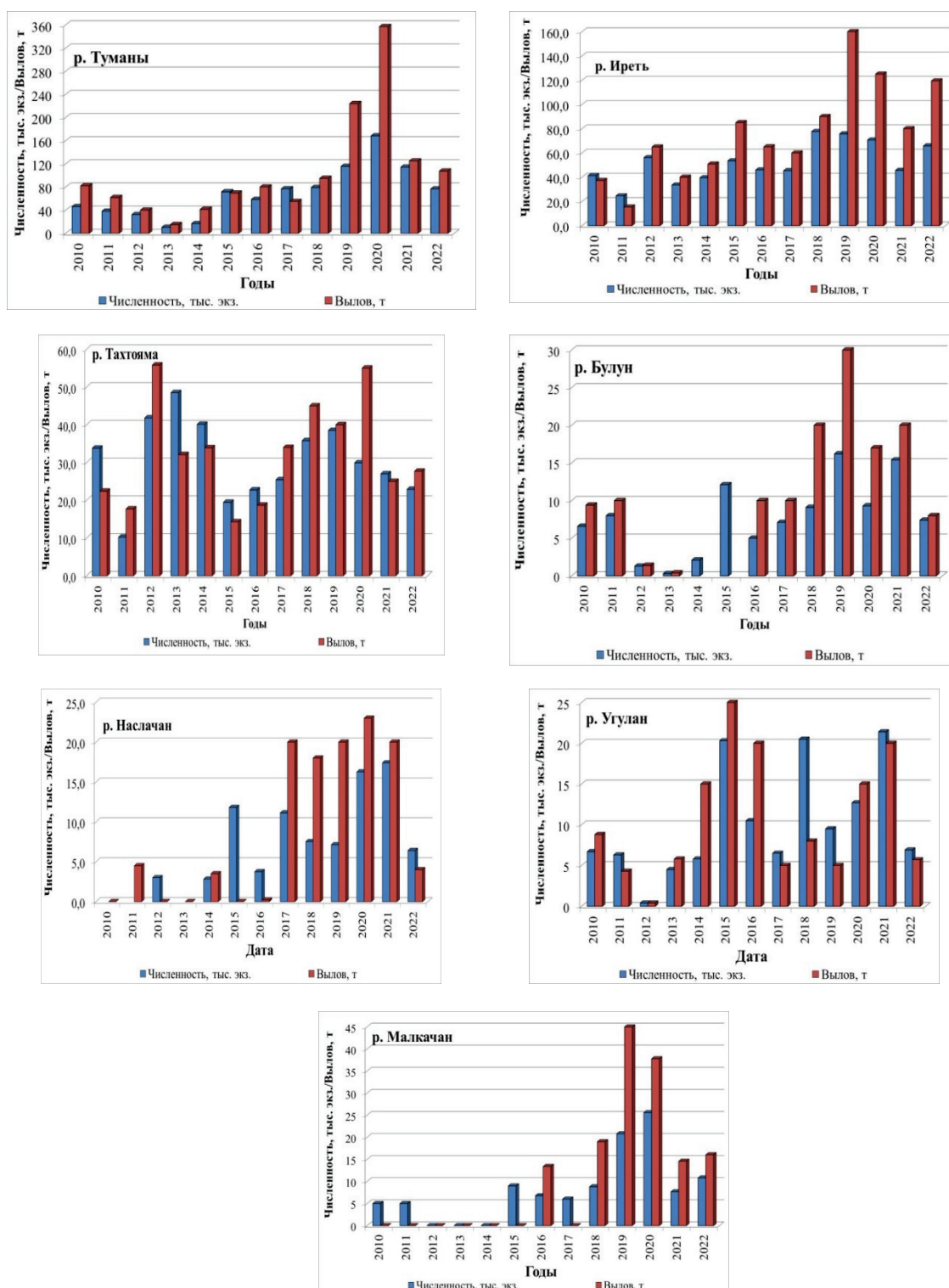


Рис. 10. Численность нерестовых подходов и вылов кеты в некоторых реках зал. Шелихова в 2010–2022 гг.

Fig. 10. Chum salmon runs and catches for the certain rivers of Shelikovo Bay in 2010–2022, number of fish

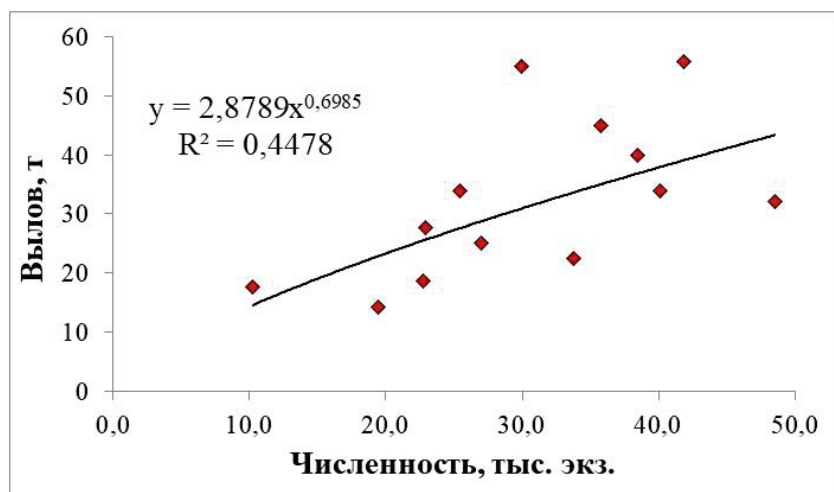


Рис. 11. Степенная зависимость численности подходов производителей кеты и объемов ее вылова в р. Тахтояма в 2010–2022 гг.

Fig. 11. The power dependence of chum salmon catch in the Tahtoyama River on their spawners runs in 2010–2022, number of fish

Небольшие запасы кеты и, следовательно, невысокие уловы (не более 25 т) отмечены в р. Угулан. Увеличение объемов добычи (вылова) кеты не во все годы совпадало с ростом ее численности (рис. 9, 10). Так, если в 2015 и 2021 гг. с ростом подходов, превышающих среднемноголетний показатель 1966–2022 гг. в 1,4 раза, объемы добычи были существенными для данного водотока — соответственно 25 и 20 т, то в 2014, 2016 и 2020 гг. в условиях снижения численности в 2,6, 1,5 и 1,2 раза от среднемноголетнего показателя (15 тыс. экз.) объемы добычи (вылова) сохранялись на высоком уровне — соответственно 15, 20 и 15 т. В 2018 г. при высокой численности нерестового подхода кеты в р. Угулан (20,5 тыс. экз.), объем ее добычи (вылова) не превысил 8 т, что свидетельствовало о щадящем режиме использования данного водотока в этот год.

В 2010–2013 гг., а также в 2017 и 2019 гг., со снижением численности подходов кеты в р. Угулан, объемы ее добычи (вылова) также снижались. Минимум численности кеты за все годы наблюдений отмечен в 2012 г. — не более 0,4 тыс. экз., что оказалось в 37,5 раза ниже среднемноголетнего показателя (15 тыс. экз.) (рис. 9).

В целом отмечена положительная взаимосвязь между численностью нерестовых подходов кеты в р. Угулан и объемами ее добычи (вылова) (рис. 12).

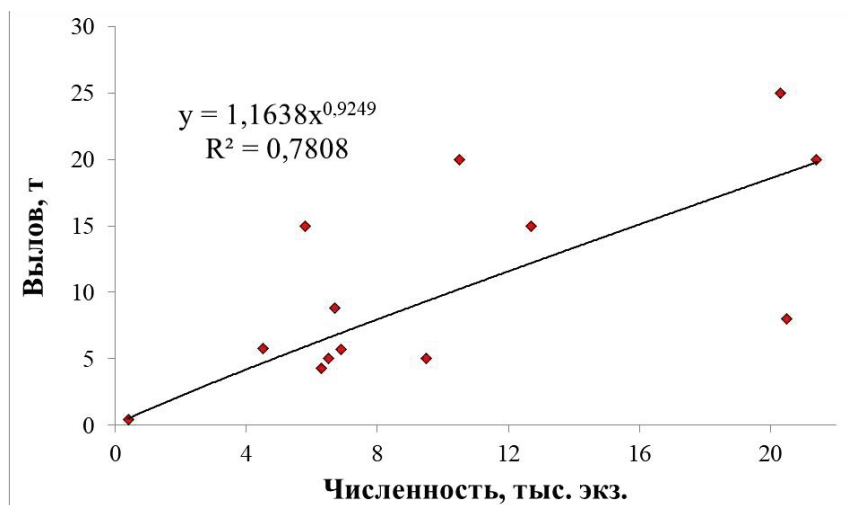


Рис. 12. Степенная зависимость численности подходов производителей кеты и объемов ее вылова в р. Угулан в 2010–2022 гг.

Fig. 12. The power dependence of chum salmon catch in the Ugulan River on their spawners runs in 2010–2022, number of fish

Как видно на рис. 10, в 2010–2017 гг. р. Малкачан промыслом практически не была задействована, за исключением 2016 г., а в последний 5-летний период (2018–2022 гг.) данный водоток стал регулярно использоваться, с максимумом добычи (вылова) кеты в 2019 г. — 45 т.

Особенно значимые для р. Малкачан уловы кеты наблюдали в период роста численности ее нерестовых подходов (2018–2020 гг. — соответственно 8,8, 20,8, 25,6 тыс. экз.). Максимум численности подхода кеты в р. Малкачан составляет не более 33 тыс. экз., а в среднемноголетнем аспекте — 7,5 тыс. экз. Вследствие этого объемы добычи (вылова) также невысоки — в среднем 13,3 т.

Результаты анализа долей изъятия кеты от общей численности ее подходов в рассматриваемых реках зал. Шелихова показали, что в последние годы промысловая нагрузка на данные реки существенно увеличилась (табл. 2).

Таблица 2

Доли изъятия североохотоморской кеты от общей численности подходов в некоторые реки зал. Шелихова, %

Table 2

Percentage of chum salmon withdrawal in the certain rivers of Shelikhov Bay, relative to the total number in the runs

Год	Река						
	Иреть	Тахтояма	Угулан	Булун	Наслачан	Тумань	Малкачан
2010	24,8	24,1	36,0	39,4	—	48,8	—
2011	18,6	51,2	20,1	37,2	—	47,8	—
2012	39,2	45,3	28,2	36,6	—	44,6	—
2013	34,4	21,6	36,5	41,2	—	41,3	—
2014	38,4	25,2	77,5	—	36,4	73,8	—
2015	49,5	22,9	38,4	—	0,1	30,2	—
2016	43,4	25,2	58,2	61,8	1,3	41,9	60,7
2017	40,5	41,0	23,5	43,4	55,1	21,9	—
2018	35,6	38,6	12,0	67,2	73,4	36,8	66,0
2019	65,7	35,0	16,1	56,8	86,0	59,4	66,4
2020	54,3	58,2	36,2	56,0	43,4	65,6	45,3
2021	56,1	29,6	29,9	41,5	36,7	39,9	60,8
2022	62,0	47,5	28,0	36,7	21,4	47,8	50,6

В 2015–2022 гг. существенно увеличилась промысловая нагрузка по добыче (вылову) кеты на р. Иреть. Так, в период 2010–2014 г. доля ее изъятия в среднем составляла не более 31,1 (с пределами колебаний от 18,6 до 39,2) %, тогда как в период 2015–2021 гг. — в среднем 50,9 (с пределами колебаний от 35,6–62,0) %.

Увеличение промысловой нагрузки по добыче (вылову) кеты коснулось и р. Тахтояма. Если в период 2010–2016 гг. доля изъятия кеты в среднемноголетнем значении была не более 31,8 (с пределами колебаний 21,6–51,2) %, то в 2017–2022 гг. — в среднем 41,7 (с пределами колебаний 29,6–58,2) %. Увеличились в последние годы доли изъятия кеты на реках Булун и Наслачан. Так, уровень изъятия кеты на р. Булун в 2010–2013 гг. и на р. Наслачан в 2014–2016 гг. в среднем составлял соответственно не более 38,6 % (с пределами колебаний 36,6–41,2 %) и не более 12,6 % (с пределами колебаний 0,1–36,4 %). При этом в 2014 и 2015 гг. на р. Булун и в 2010–2013 гг. на р. Наслачан вылов кеты не осуществлялся. Одновременно с этим на р. Булун среднемноголетний показатель доли изъятия кеты за период 2016–2022 гг. повысился до 51,9 % (с пределами колебаний 36,7–67,2 %), а на р. Наслачан за 2017–2022 гг. он достиг 52,7 % (с пределами колебаний 21,4–86,0 %). Промысловая нагрузка на р. Малкачан также существенно увеличилась. Если в течение 2010–2015 гг. и в 2017 г. вылов кеты не осуществлялся, то в 2016 г. доля ее изъятия достигла уже 60,7 %, а в 2018–2022 гг. — в среднем 57,8 % (с пределами колебаний 45,3–66,4 %).

На основании вышеизложенного следует заключить, что в последние годы промысловая нагрузка по добыче (вылову) кеты на реки Тумань, Иреть, Тахтояма, Наслачан, Булун и Малкачан существенно возросла. Исключение составила р. Угулан, характеризующаяся небольшим воспроизводительным потенциалом кеты.

Кижуч. Промысел кижуча среди анализируемых рек зал. Шелихова осуществляется только в реках Малкачан, Иреть и Тахтояма (рис. 13), а с 2022 г. к ним добавилась р. Угулан. По объемам добычи (вылова) кижуча р. Малкачан стоит на первом месте (в среднем 4,4 т), р. Иреть — на втором (в среднем — 2,5 т), р. Тахтояма — на третьем (в среднем 1,3 т). В 2022 г. объем добычи (вылова) кижуча в р. Угулан не превысил 0,7 т.

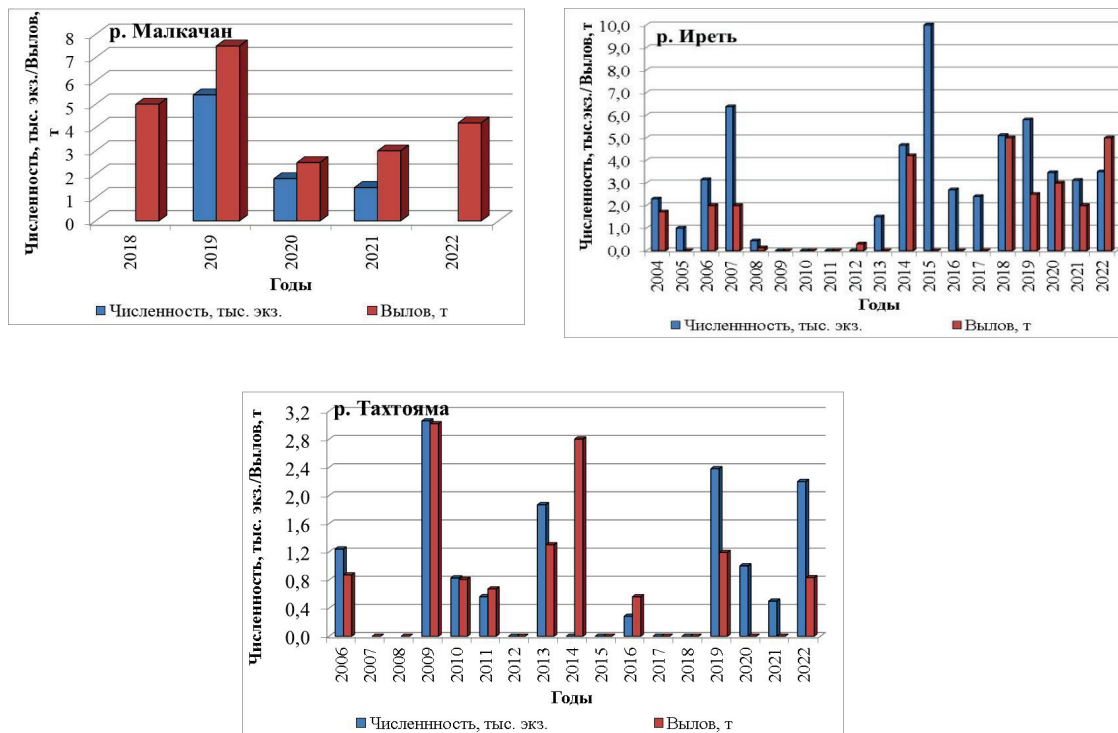


Рис. 13. Численность нерестовых подходов и вылов североохотоморского кижуча в некоторых реках зал. Шелихова в 2006–2022 гг.

Fig. 13. Coho salmon runs and catches for the certain rivers of Shelikhov Bay in 2006–2022, number of fish

В р. Малкачан добывать кижуча на регулярной основе стали относительно недавно — с 2018 г., а учет численности его подходов с использованием аэровизуальных наблюдений ведется всего в течение трех последних лет (с 2019 по 2021 г.). В 2022 г. учет всей численности подхода кижуча в р. Малкачан в связи со сложившимися гидрологическими и метеорологическими условиями провести не удалось.

Как видно на рис. 13, наибольший объем добычи (вылова) кижуча в р. Малкачан (7,5 т) совпал с его существенным для данного водотока подходом (5,4 тыс. экз.), что превысило среднесноголетний показатель (2,9 тыс. экз.) в 1,9 раза (рис. 14).

Следует отметить, что в р. Иреть промысел кижуча в 2004–2022 гг. осуществлялся нерегулярно. Ежегодно его стали добывать с 2018 г. Наибольшие объемы добычи (вылова) (по 5 т) зафиксированы в 2018 и 2022 гг. Максимальные уловы кижуча в 2018 г. совпали с ростом численности его подхода, которая составила 5,1 тыс. экз., что превысило среднесноголетний показатель (3,6 тыс. экз.) в 1,4 раза (рис. 12). При этом учет численности подходов кижуча в р. Иреть начался с 2004 г., с началом использования аэровизуальных наблюдений на водотоках северо-восточной части материкового побережья Охотского моря, а ежегодный учет численности стал проводиться с 2013 г.

В ходе сопоставления численности и добычи (вылова) кижуча в 2018–2022 гг. замечено, что с увеличением численности нерестовых подходов в р. Иреть его добыча (вылов) возрастала. Исключение составил только 2019 г., когда при относительно высокой численности кижуча его объем добычи (вылов) не превысил 2,5 т.

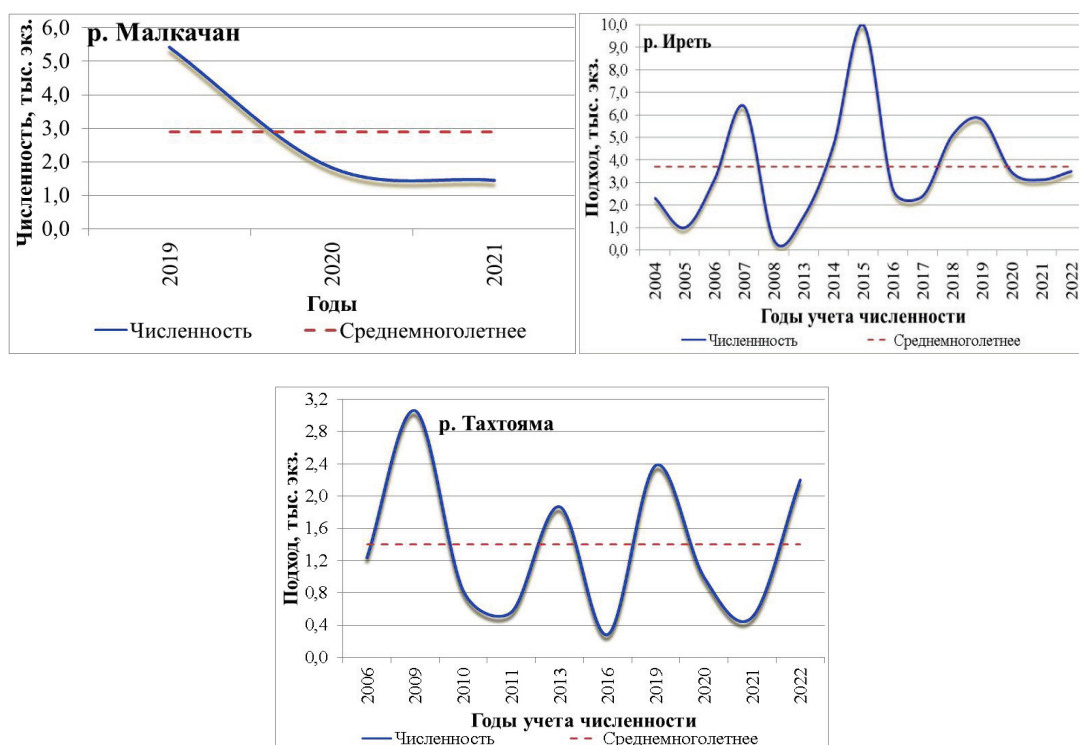


Рис. 14. Динамика численности нерестовых подходов и среднееголетний показатель численности североохотоморского кижуча в некоторых реках зал. Шелихова

Fig. 14. Dynamics of coho salmon runs for spawning to the certain rivers of Shelikhov Bay and the average number of fish

Максимум численности кижуча в р. Иреть за всю историю наблюдений зафиксирован в 2015 г. (10,0 тыс. экз., что превысило среднееголетний показатель (3,6 тыс. экз.) в 2,8 раза (рис. 13, 14), но его добыча (вылов) в этот год не осуществлялась.

В р. Тахтояма максимумы добычи (вылова) кижуча отмечены в 2009 г. (3,0 т), что совпало с максимальной за все годы наблюдений численностью его подхода (3,1 тыс. экз. — в 2,2 раза выше среднееголетнего уровня 2006–2022 гг. (1,4 тыс. экз.) (рис. 14)), а также в 2014 г. (2,8 т). Однако в 2014 г. учет численности кижуча в р. Тахтояма не осуществлялся.

В ходе анализа динамики объемов добычи (вылова) кижуча, а также доли его изъятия от общей численности подходов в рассматриваемых реках зал. Шелихова в 2004–2022 гг. отмечено следующее.

В последние годы существенно увеличилась промысловая нагрузка по добыче (вылову) кижуча в реках Иреть и Малкачан. Если в р. Иреть до 2017 г. добыча (вылов) данного вида лосося осуществлялась нерегулярно (с перерывами в один год — пять лет), и доля изъятия в годы промысла не превышала 9,1–25,0 % от общей численности его подходов, то в течение 2018–2022 гг. добыча (вылов) кижуча ведется уже ежегодно. Хотя следует подчеркнуть, что доля его изъятия от общей численности подхода в р. Иреть до 2021 г. остается на относительно невысоком уровне — не более 13,8–31,4 %. В 2022 г. достигнут максимум изъятия кижуча в р. Иреть — 42,3 % от общего подхода. Аналогично в р. Малкачан до 2018 г. не было добычи кижуча, а с 2019 г. его промысел ведется уже ежегодно. При этом доля изъятия кижуча в р. Малкачан составляет не менее 44,5 %, а в 2021 г. были побиты все рекорды по данному показателю — доля изъятия кижуча от общей численности его подхода составила 65,1 % (табл. 3).

Таблица 3

Доли изъятия североохотоморского кижуча от общей численности подходов в реки зал. Шелихова, %

Table 3

Percentage of coho salmon withdrawal in the certain rivers of Shelikhov Bay, relative to the total number in the runs

Год	Река		
	Иреть	Тахтояма	Малкачан
2004	21,4	0	0
2005	0	0	0
2006	17,5	19,4	0
2007	9,1	0	0
2008	9,1	0	0
2009	0	33,3	0
2010	0	33,8	0
2011	0	33,7	0
2012	0	0	0
2013	0	19,8	0
2014	25,1	0	0
2015	0	0	0
2016	0	64,9	0
2017	0	0	0
2018	31,4	0	0
2019	13,8	16,0	44,5
2020	27,8	0	44,7
2021	19,9	0	65,1
2022	42,3	10,9	–

Примечание. В 2022 г. в р. Малкачан не удалось выполнить учет численности кижуча, поэтому доля его изъятия от общей численности подходов не определена.

Гольцы. В ходе промысла тихоокеанских лососей в реках материкового побережья Магаданской области в уловах обязательно присутствуют гольцы рода *Salvelinus*. Среди рассматриваемых рек зал. Шелихова лидирующее положение по добыче (вылову) гольцов занимает р. Тахтояма (30 % от общей добычи), второе и третье место принадлежит соответственно р. Туманы (19 % от общей добычи) и р. Угулан (17 % от общей добычи). Невысокие доли добычи (вылова) гольцов рода *Salvelinus* от общей структуры добычи (вылова) наблюдались в реках Булун, Иреть, Наслачан и Малкачан (соответственно 6, 8, 9 и 11 %) (рис. 15).

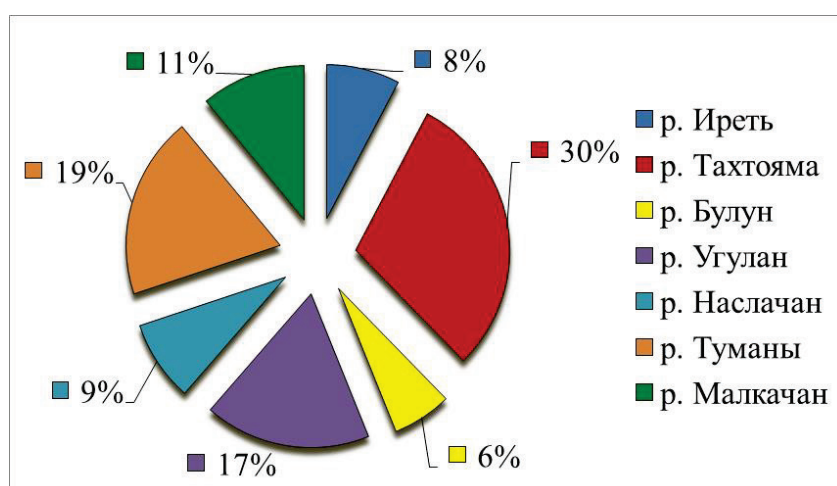


Рис. 15. Распределение долей добычи (вылова) гольцов рода *Salvelinus* в некоторых реках зал. Шелихова

Fig. 15. Structure of the landing (catch) for chars of genus *Salvelinus* in the certain rivers of Shelikhov Bay

В 2010–2022 гг. отмечен существенный рост объемов добычи (вылова) гольцов рода *Salvelinus* (рис. 16). Так, если в период 2010–2017 гг. в реках Иреть, Тахтояма, Наслачан и Малкачан

объемы добычи (вылова) гольцов в среднем составляли соответственно 1,5, 9,0, 0,8 и 0,3 т, то в период 2018–2022 гг. в данных реках они увеличились в разы — в среднем 6,7, 22,4, 9,1 и 13,2 т. Аналогично в последние годы прослеживается существенный рост объемов добычи (вылова) гольцов в реках Тумань, Булун и Угулан. Если в 2010–2016 гг. в реках Тумань, Булун, и Угулан объемы их добычи (вылова) в среднем составляли соответственно 4,1, 0,6 и 6,5 т, то в период 2017–2022 гг. они достигли 14,8, 5,7 и 10,4 т.

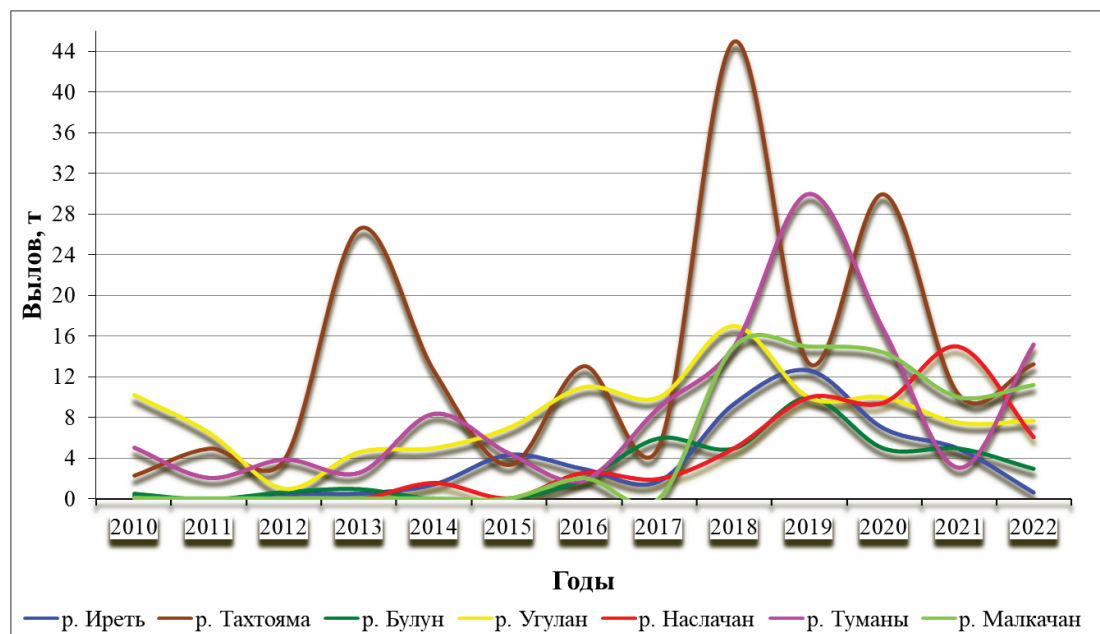


Рис. 16. Добыча (вылов) гольцов рода *Salvelinus* в некоторых реках зал. Шелихова за период с 2010 по 2022 г., т

Fig. 16. Landing (annual catch) of chars of genus *Salvelinus* in the certain rivers of Shelikhov Bay in 2010–2022, t

Заключение

В последние годы промысловая добыча (вылов) горбуши, кеты и кижуча в отдельных реках зал. Шелихова существенно возросла. Очевидно, это обусловлено развитием логистических цепочек, связанных с тем, что на территории северо-восточной части материкового побережья Охотского моря в пределах Магаданской области увеличивается число современных рыбоперерабатывающих и морозильных мощностей, налаживается морская транспортная инфраструктура, растет число рабочих мест и т.д. Одновременно с этим в последние годы наблюдается рост объемов добычи (вылова) гольцов рода *Salvelinus* в реках зал. Шелихова, который напрямую связан с увеличением объемов добычи (вылова) тихоокеанских лососей.

В современных условиях существует вероятность распространения данной тенденции на все реки зал. Шелихова, которые задействованы различными категориями пользователей водными биоресурсами.

С точки зрения сохранения воспроизводительного потенциала тихоокеанских лососей в реках зал. Шелихова снижению промысловой нагрузки на тихоокеанских лососей и гольцов рода *Salvelinus* способствуют ежегодно разрабатываемые Магаданским филиалом ВНИРО (МагаданНИРО) рекомендации по введению режима проходных дней (периодов) в лососевую путину на морских и речных рыболовных участках, реализованных в Стратегии промысла тихоокеанских лососей и гольцов (виды рода *Salvelinus*) в Магаданской области. Основной целью данной Стратегии является достижение максимально возможных уловов за счёт ведения рационального промысла, обеспечивающего пропуск в реки производителей тихоокеанских лососей и гольцов в объёмах, необходимых для оптимального заполнения нерестилищ.

Помимо этого, одним из альтернативных решений проблемы повышенной промысловой нагрузки на запасы тихоокеанских лососей и, одновременно с этим, потребности в увеличении объемов их вылова может стать развитие частного лососеводства, и «первые шаги» в этом направлении уже сделаны. Так, на территории Магаданской области, на побережье, омываемом акваторией зал. Шелихова, с 2019 г. начал функционировать и продолжает свою деятельность по настоящее время, с ежегодным наращиванием мощностей по выпуску молоди кеты, первый лососевый рыбоводный завод, являющийся структурным подразделением ООО «Магаданская рыбная компания — 2». Строительство новых аналогичных рыбоводных предприятий на довольно обширной территории материкового побережья Охотского моря в границах Магаданской области внесло бы существенный вклад в развитие рыбохозяйственной отрасли региона.

Благодарности (ACKNOWLEDGMENT)

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

The authors are deeply thankful to I.S. Golovanov (MagadanNIRO), S.L. Marchenko (VNIRO), A.Y. Rogatnykh, V.V. Volobuyev and other specialists of the Okhotsk branch of Glavrybvod and the Okhotsk territorial administration of Rosrybolovstvo for collection and providing the data on runs and catches of pacific salmon and char that were analyzed and used in this article.

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. 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 графических и табличных материалов, подготовка текста статьи, обзор литературы — Л.Л. Хованская; исполнение части графических материалов — А.И. Бараусов.

L.L. Khovanskaya — the study concept, data processing and analysis, review of scientific literature, materials for illustrations and tables, text writing; A.I. Barausov — graphic works for illustrations

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.

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.

Марченко С.Л. Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmoniformes, Salmonidae) материкового побережья Охотского моря. Сообщение 1. Производители // Изв. ТИНРО. — 2022а. — Т. 202, вып. 4. — С. 741–773. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-741-773. EDN: MEIOUH.

Марченко С.Л. Кета *Oncorhynchus keta* (Walbaum) материкового побережья Охотского моря. Сообщение 1. Производители // Изв. ТИНРО. — 2022б. — Т. 202, вып. 3. — С. 499–520. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-499-520. EDN: GPTOII.

Поступила в редакцию 7.02.2023 г.

После доработки 20.02.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

The article was submitted 7.02.2023; approved after reviewing 20.02.2023;

accepted for publication 3.04.2023

УСЛОВИЯ СОДЕРЖАНИЯ И БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МОЛОДИ КИЖУЧА ПОКОЛЕНИЙ 2017–2021 ГГ., ВЫРАЩЕННОЙ НА ЯНСКОМ ЛОСОСЕВОМ РЫБОВОДНОМ ЗАВОДЕ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Рябуха, Н.Н. Игнатов*

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

Аннотация. Представлены результаты исследований биологических показателей и условий содержания молоди кижуча поколений 2017–2021 гг. на Янском лососевом рыбоводном заводе Магаданской области.

Ключевые слова: Янский ЛРЗ, молодь кижуча, искусственное разведение, биологические и морфофизиологические показатели

Для цитирования: Рябуха Е.А., Игнатов Н.Н. Условия содержания и биологические показатели молоди кижуча поколений 2017–2021 гг., выращенной на Янском лососевом рыбоводном заводе Магаданской области // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 140–145. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-140-145. EDN: ULWTNC.

Original article

Housing conditions and biological indices for juvenile coho salmon of 2017–2021 generations grown at the Yansky salmon fish factory in the Magadan region

Evgeniya A. Ryabukha*, Nikolai N. Ignatov**

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

* leading specialist, akva@magadanniro.ru, ORCID 0000-0003-1577-2444

* team leader, akva@magadanniro.ru, ORCID 0000-0001-5708-3570

Annotation. Biological and morphophysiological parameters of juvenile coho salmon of artificial origin grown at the Yansky salmon hatchery in the Magadan region are analyzed. The breeding conditions and the larvae and juveniles development in 2017–2021 are compared.

Keywords: Yansky hatchery, coho salmon fry, artificial breeding, biological parameters, morphophysiological parameters

For citation: Ryabukha E.A., Ignatov N.N. Housing conditions and biological indices for juvenile coho salmon of 2017–2021 generations grown at the Yansky salmon fish factory in the Magadan region, in *Byull. N 17 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 140–145. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-140-145. EDN: ULWTNC.

Введение

В Магаданской области искусственное разведение кижуча наряду с другими тихоокеанскими лососями осуществляют с 1984 г. — с начала строительства рыбоводных заводов. В настоящее время кижуч является третьим по значимости объектом искусственного воспроизводства в Магаданской области, после горбуши и кеты. Объемы его выпуска с лососевых рыбоводных заводов за 5-летний период (2017–2021 гг.) в среднем составили 515 тыс. шт./год. В последнее десятилетие выпуск заводской молоди кижуча в основном осуществляется в возрасте сеголетки.

* Рябуха Евгения Александровна, ведущий специалист, akva@magadanniro.ru, ORCID 0000-0003-1577-2444; Игнатов Николай Николаевич, руководитель группы, akva@magadanniro.ru, ORCID 0000-0001-5708-3570.
© Рябуха Е.А., Игнатов Н.Н., 2023

Изучению особенностей раннего развития кижуча на ЛРЗ Магаданской области посвящено немало научных публикаций [Хованский, 1994, 2004; Сафроненков, Хованская, 2006; Хованская, 2008, 2009; Хованская, Рябуха 2018]. Однако этого недостаточно для того, чтобы дать полноценную характеристику раннего развития кижуча на всех ЛРЗ, так как биотехнология разведения лососей на разных ЛРЗ различается.

Целью данной работы является анализ биологических показателей и условий содержания молоди кижуча поколений 2017–2021 гг. на Янском лососевом рыбоводном заводе Магаданской области. Особое внимание уделено срокам наступления, продолжительности основных этапов развития кижуча и температуре воды на разных стадиях его развития.

Материалы и методы

Пробы для оценки биологического и морфофизиологического состояния заводской молоди кижуча (поколений 2017–2021 гг.) собирали из прямоточных металлических бассейнов на Янском лососевом рыбоводном заводе Магаданской области в июне-июле 2018–2022 гг. Всего было обследовано 250 экз. молоди кижуча.

Анализ данных по условиям искусственного воспроизводства, а также выживаемости кижуча проводили на основе материалов рыбоводной документации, представленных Охотским филиалом ФГБУ «Главрыбвод».

Биологическое состояние молоди кижуча оценивали по линейно-весовым показателям [Правдин, 1966] и индексам внутренних органов [Шварц и др., 1968; Смирнов и др., 1972]. Интенсивность питания молоди определяли по общему индексу наполнения желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) и количеству питающихся особей в пробе [Руководство..., 1986].

Статистическая обработка собранного материала была проведена по общепринятым в ихтиологических исследованиях методам. При сравнении показателей друг с другом использовали Т-критерий Стьюдента [Рокицкий, 1961; Лакин, 1980].

Результаты и их обсуждение

В рамках мониторинга деятельности организаций по искусственному воспроизводству водных биоресурсов в отношении применения биотехнических показателей по разведению водных биоресурсов и качества выпускаемой молоди (личинок) были получены и проанализированы данные по заводским условиям воспроизводства и биологическому состоянию молоди кижуча поколений 2017–2021 гг., выращенной на Янском ЛРЗ Магаданской области в 2017–2022 гг.

Рыбоводные работы по отлову, выдерживанию производителей и сбору оплодотворенной икры кижуча были проведены в 2017–2021 гг. на р. Яна.

Икру кижуча инкубировали на Янском ЛРЗ в аппаратах Аткинса, личинок выдерживали в инкубаторах NOPAD вертикального типа. Молодь кижуча подращивали в металлических прямоточных бассейнах.

Условия содержания и развития молоди кижуча поколений 2017–2021 гг., выращенной на Янском ЛРЗ

Особенностью температурного режима водоисточника Янского ЛРЗ в 2017–2022 гг. стало то, что на всех этапах развития кижуча температура воды была относительно постоянной и варьировала в пределах от 3,1 до 6,1 °С.

В табл. 1 представлены данные о развитии кижуча (поколений 2017–2021 гг.) и температуре воды на Янском ЛРЗ в 2017–2022 гг.

Обобщая полученные данные, следует отметить, что оплодотворение кижуча р. Яна происходило с конца сентября до конца ноября. Эмбрионы достигали стадии «пигментации глаз» в конце ноября — начале января на 64–90-е сут при сумме набранного тепла 220–350 градусо-дней (табл. 1).

Таблица 1

Развитие кижуча (поколения 2017–2021 гг.) и температура воды на Янском ЛРЗ в 2017–2020 гг.

Table 1

Development of coho salmon juveniles and water temperature at the Yansky hatchery in 2017–2020

Этап развития	Наименование партии по дате закладки икры на ЛРЗ	Дата	Возраст, сут/градусодни	Температура воды, °С	
				На дату наступления очередного этапа развития	Средняя за каждый наблюдаемый период
2017					
Оплодотворение	Первые	21.09.2017	–	4,3	–
	Последние	26.10.2017	–	3,6	–
Пигментация глаз	Первые	27.11.2017	68/243,6	3,0	3,6
	Последние	04.01.2018	71/219,6	3,2	3,1
Начало выклева	Первые	09.02.2018	142/474,2	3,7	3,1
	Последние	20.02.2018	118/372,6	3,8	3,2
Конец выклева	Первые	07.03.2018	168/576,6	4,3	3,9
	Последние	05.04.2018	163/564,5	4,6	4,2
Подъем на «плав»	Первые	09.04.2018	196/709,2	5,1	4,7
	Последние	09.05.2018	197/738,1	5,1	5,1
2018					
Оплодотворение	Первые	26.09.2018	–	4,2	–
	Последние	15.10.2018	–	3,9	–
Пигментация глаз	Первые	24.12.2018	90/316,3	3,3	3,5
	Последние	07.01.2019	85/287,7	3,5	3,4
Начало выклева	Первые	28.01.2019	125/446,3	4,8	3,7
	Последние	13.02.2019	123/439,7	4,4	4,0
Конец выклева	Первые	11.03.2019	161/613,8	4,3	4,6
	Последние	11.03.2019	148/561,6	4,3	4,9
Подъем на «плав»	Первые	29.04.2019	216/884,0	5,0	4,9
	Последние	07.05.2019	205/851,9	5,0	5,1
2019					
Оплодотворение	Первые	23.09.2019	–	4,6	–
	Последние	05.10.2019	–	4,3	–
Пигментация глаз	Первые	25.11.2019	64/253,3	3,5	3,9
	Последние	13.12.2019	70/259,3	3,3	3,7
Начало выклева	Первые	18.01.2020	118/431,0	3,2	3,3
	Последние	27.01.2020	115/406,7	3,8	3,3
Конец выклева	Первые	12.02.2020	143/523,8	4,2	3,7
	Последние	20.02.2020	139/503,9	4,1	4,0
Подъем на «плав»	Первые	31.03.2020	208/739,8	4,8	3,3
	Последние	24.03.2020	172/625,5	4,7	3,7
2020					
Оплодотворение	Первые	23.09.2020	–	4,0	–
	Последние	18.10.2020	–	4,1	–
Пигментация глаз	Первые	25.11.2020	64/257,2	4,0	4,0
	Последние	19.12.2020	62/254,4	4,3	4,1
Начало выклева	Первые	12.01.2021	112/465,5	4,7	4,3
	Последние	18.01.2021	92/392,3	5,0	4,6
Конец выклева	Первые	29.01.2021	129/542,9	5,2	4,5
	Последние	07.02.2021	112/497,1	5,4	5,2
Подъем на «плав»	Первые	03.03.2021	162/726,4	5,8	5,6
	Последние	09.03.2021	142/667,4	5,7	5,7
2021					
Оплодотворение	Первые	29.09.2021	–	4,8	–
	Последние	25.10.2021	–	4,6	–
Пигментация глаз	Первые	15.12.2021	78/349,8	4,4	4,5
	Последние	04.01.2022	72/320,1	4,4	4,4
Начало выклева	Первые	09.01.2022	103/459,8	4,4	4,4
	Последние	27.01.2022	95/433,3	5,9	4,9
Конец выклева	Первые	04.02.2022	129/598,2	5,9	5,3
	Последние	14.02.2022	113/539,5	5,9	5,9
Подъем на «плав»	Первые	27.02.2022	152/736,3	6,2	6,0
	Последние	09.03.2022	136/680,6	6,2	6,1

Начало выклева свободных эмбрионов приходилось на начало января — конец февраля на 92–103-и сут при сумме набранного тепла 373–474 градусо-дня. Завершение этапа выклева произошло в конце января — начале апреля на 112–168-е сут при сумме набранного тепла 497–614 градусо-дней.

Подъем на «плав» и переход молоди на смешанное питание происходили в конце февраля — начале мая на 136–208-е сут при 625–852 градусо-днях (табл. 1).

Общие биологические и морфофизиологические показатели молоди кижуча поколений 2017–2021 гг., выращенной на Янском ЛРЗ

Сбор проб молоди кижуча поколений 2017–2022 гг. на биологический анализ был проведен в июне-июле 2018–2022 гг. перед выпуском в естественный водоем. Результаты биологического анализа представлены в табл. 2.

Таблица 2
Биологические показатели молоди кижуча поколения 2017–2021 гг., выращенной на Янском ЛРЗ
Магаданской области, перед выпуском в естественный водоем

Table 2
Biological parameters of coho salmon juveniles grown at the Yansky hatchery in the Magadan Region in 2017–2021 before their release into natural reservoir

Показатель	Дата отбора проб				
	12.07.2018 г. (поколение 2017 г.)	16.07.2019 г. (поколение 2018 г.)	29.06.2020 г. (поколение 2019 г.)	22.06.2021 г. (поколение 2020 г.)	04.07.2022 г. (поколение 2021 г.)
Длина тела, мм	$37.6 \pm 0.6^*$ 30,0–50,0	38.7 ± 0.5 32,0–44,0	40.0 ± 0.5 33,0–45,0	$43.4 \pm 0.55^{***}$ 37,0–52,0	39.5 ± 0.57 32,0–50,0
Масса тела, г	$0.672 \pm 0.037^*$ 0,278–1,618	0.725 ± 0.04 0,342–1,54	0.779 ± 0.026 0,361–1,101	$1.027 \pm 0.046^{***}$ 0,529–1,843	0.754 ± 0.044 0,32–1,895
Коэффициент упитанности по Фультону	$1.85 \pm 0.02^{***}$ 1,56–2,16	1.59 ± 0.04 0,49–2,05	1.67 ± 0.02 1,00–1,97	1.63 ± 0.02 1,23–1,94	1.59 ± 0.03 1,27–2,38
Доля особей с желточным мешком, %	0	0	0	2,0	0
Относительная масса желточного мешка, %	–	–	–	0.004 ± 0.0036 0–0,178	–
Индекс сердца, %	0.18 ± 0.01 0,10–0,29	$0.23 \pm 0.01^{***}$ 0,09–0,45	0.17 ± 0.01 0,06–0,42	0.17 ± 0.0064 0,11–0,31	0.17 ± 0.0071 0,71–0,34
Индекс печени, %	1.28 ± 0.05 0,81–1,94	$1.95 \pm 0.11^{***}$ 0,48–3,81	$1.24 \pm 0.04^{**}$ 0,56–1,96	1.41 ± 0.052 0,66–2,498	1.44 ± 0.058 0,88–2,83
Индекс желудочно-кишечного тракта, %	6.87 ± 0.16 3,45–9,43	$8.87 \pm 0.48^*$ 2,74–17,35	7.18 ± 0.15 4,62–10,23	7.44 ± 0.214 0,55–10,23	7.73 ± 0.193 4,69–11,35
Индекс наполняемости ЖКТ, ‰	109.3 ± 13.2 0,00–414,60	$537.0 \pm 49.06^{***}$ 57,05–1912,82	275.55 ± 17.65 78,11–603,25	219.57 ± 15.69 19,99–468,22	$37.61 \pm 5.94^{***}$ 0,00–156,10
Доля питающихся особей, %	76	100	100	100	62

Примечания. Отличия достоверны при * — $p < 0,050$; *** — $p < 0,010$; *** — $p < 0,001$. В числителе — ошибка средней арифметической; в знаменателе — пределы варьирования признака.

Наименьшими линейно-весовыми показателями характеризовалась молодь кижуча поколения 2017 г. Среднее значение длины тела молоди составило 37,6 мм, массы — 0,672 г. У молоди из данной пробы отмечен самый высокий коэффициент упитанности по Фультону. Его среднее значение равно 1,85 (табл. 2).

Максимальные размеры были у молоди кижуча поколения 2020 г. Средняя длина её тела равна 43,4 мм, масса — 1,027 г. Только у поколения 2020 г. были особи с остаточным желточным мешком (табл. 2). В остальных пробах такие рыбы не обнаружены.

Следует отметить, что полностью на внешнее питание перешли особи поколений 2018–2021 гг.

Минимальное количество питающихся особей и наименьший индекс наполнения ЖКТ были в пробе молоди поколения 2021 г. Наиболее развитый пищеварительный тракт и максимальный индекс наполнения ЖКТ — у молоди поколения 2018 г. (табл. 2).

Максимальные значения индексов внутренних органов были у молоди поколения 2018 г.: средний индекс сердца составил 0,23 %, печени — 1,95 %, ЖКТ — 8,87 %. Достоверных различий по индексу сердца у молоди кижуча других поколений не найдено. Индекс печени у молоди кижуча поколений 2017 и 2019 гг. изменялся от 1,24 до 1,28 %, у молоди кижуча поколений 2020 и 2021 гг. — от 1,41 до 1,44 %. Индекс ЖКТ у молоди кижуча поколений 2017 и 2019–2021 гг. варьировал от 6,87 до 7,73 % (табл. 2).

Вероятной причиной небольших линейно-весовых показателей молоди кижуча поколения 2017 г. была низкая температура воды. Ее среднее значение за все периоды развития составило 3,9 °C (см. табл. 1).

Низкая средняя температура воды была и при развитии молоди поколения 2019 г. (3,6 °C), но перед выпуском эта молодь имела высокие линейно-весовые показатели (см. табл. 2), что связано с её более ранним подъемом на «плав». Так, молодь кижуча поколения 2017 г. поднялась на «плав» 09.04–09.05.2018 г., а молодь кижуча поколения 2019 г. — 24–31.03.2020 г. (см. табл. 1). В результате период кормления молоди кижуча поколения 2017 г. до выпуска составил 2 мес., а молоди кижуча поколения 2019 г. — 3 мес.

Как и молодь кижуча поколения 2017 г., молодь поколения 2018 г. поднялась на «плав» в поздние сроки (29.04–07.05), и период ее кормления был равен 2 мес. Однако молодь кижуча поколения 2018 г. содержали при более высокой температуре (4,3 °C), что благоприятно повлияло на её рост. В результате к моменту выпуска она имела более высокие линейно-весовые показатели, чем молодь кижуча поколения 2017 г.

Молодь кижуча поколений 2020 и 2021 гг. поднялась на «плав» в ранние сроки (27.02–09.03), и её кормление продолжалось в течение 3,5–4,0 мес. при благоприятном термическом режиме (табл. 1).

В период кормления молоди кижуча поколения 2020 г. температура воды в бассейне была ниже, чем в период кормления молоди кижуча поколения 2021 г. (табл. 1). Несмотря на это, молодь кижуча поколения 2020 г. характеризовалась более крупными размерами в сравнении с рыбами поколения 2021 г. Различие, по-видимому, обусловлено условиями содержания молоди. Так, численность рыб в бассейнах была примерно равной: поколение 2020 г. — 162–185, поколение 2021 г. — 174–198 тыс. шт. Однако молодь кижуча поколения 2020 г. содержалась в прямоточном бассейне объемом 97,6 м³, а объем бассейна, в котором содержалась молодь кижуча поколения 2021 г., был вдвое меньше. Разница условий содержания молоди связана не только с физическим объемом воды, но и с поведенческими реакциями молоди кижуча. После подъема на плав она ведёт территориальный образ жизни и характеризуется высоким уровнем агрессии [Dill, 1978; Марченко, 2022]. Сокращение объема бассейна стало причиной уменьшения размеров индивидуальных участков, которые занимала молодь. Как следствие, выросло количество контактов между рыбами, что было причиной их стрессирования и привело к снижению темпа роста.

Заключение

Термический режим водоисточника Янского ЛРЗ в 2017–2022 гг. на всех этапах развития кижуча варьировал от 3,1 до 6,1 °C. Минимальная температура воды отмечена в технологический цикл 2017/18 г., максимальная — при содержании кижуча поколения 2021 г.

Минимальные линейно-весовые показатели молоди кижуча поколения 2017 г. были обусловлены низкой температуры воды в период эмбрионально-личиночного развития, что стало причиной позднего подъема молоди на «плав» и короткого периода кормления. Молодь кижуча поколения 2020 г. характеризовалась максимальными линейно-весовыми показателями, которые помимо более высокой температуры в эмбрионально-личиночный период развития и кормления были связаны с разреженной посадкой при содержании молоди в бассейне.

Список литературы

- Лакин Г.Ф.** Биометрия : учеб. пособие. — М. : Высш. шк., 1980. — 292 с.
- Марченко С.Л.** Кижуч *Oncorhynchus kisutch* (Walbaum) материкового побережья Охотского моря // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 3. — С. 556–579. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-556-579. EDN: FRJJJM.
- Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб. — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.
- Рокицкий П.Ф.** Основы вариационной статистики для биологов : моногр. — Минск : БГУ, 1961. — 220 с.
- Руководство по изучению питания рыб** / сост. А.Ф. Волков, В.И. Чучукало. — Владивосток : ТИНРО, 1986. — 32 с.
- Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л.** Состояние и перспективы искусственного разведения тихоокеанских лососей // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тауйской губы Охотского моря. — Владивосток : Дальнаука, 2006. — С. 268–291.
- Смирнов В.С., Божко А.М., Рыжков Л.П., Добринская Л.А.** Применение метода морфофизиологических индикаторов в экологии рыб : моногр. — Петрозаводск : Карелия, 1972. — 167 с. (Тр. СевНИОРХ; т. 7.)
- Хованская Л.Л.** Научные основы лососеводства в Магаданской области : моногр. — Магадан : СВНЦ ДВО РАН, 2008. — 167 с.
- Хованская Л.Л.** Сравнительная характеристика условий выращивания и качественных показателей двухлеток кижуча и нерки на ЛРЗ Магаданской области // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря : сб. науч. тр. — Магадан : МагаданНИРО, 2009. — Вып. 3. — С. 326–333.
- Хованская Л.Л., Рябуха Е.А.** Биолого-физиологическая характеристика молоди кижуча *Oncorhynchus kisutch* искусственного и природного происхождения // Изв. ТИНРО. — 2018. — Т. 195. — С. 61–73. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-195-61-73.
- Хованский И.Е.** Сравнительная морфофизиологическая характеристика молоди лососевых рыб при различных условиях содержания на рыбоводных заводах Магаданской области // Изв. ТИНРО. — 1994. — Т. 113. — С. 124–132.
- Хованский И.Е.** Эколого-физиологические и биотехнологические факторы эффективности лососеводства : моногр. — Хабаровск : Хабар. кн. изд-во, 2004. — 417 с.
- Шварц С.С., Смирнов В.С., Добринский Л.Н.** Метод морфофизиологических индикаторов в экологии наземных позвоночных : моногр. — Свердловск, 1968. — 387 с. (Тр. ин-та экологии растений и животных УФ АН СССР; вып. 58.)
- Dill L.M.** Aggressive distance in juvenile coho salmon (*Oncorhynchus kisutch*) // Can. J. Zool. — 1978. — Vol. 56, № 6. — P. 1441–1446. DOI: 10.1139/z78-198.

Поступила в редакцию 15.12.2022 г.

После доработки 29.12.2022 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

The article was submitted 15.12.2022; approved after reviewing 29.12.2022;
accepted for publication 3.04.2023

ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ КЕТЫ *ONCORHYNCHUS KETA* ПРОМЫСЛОВОГО СТАДА У ОСТРОВА ИТУРУП

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 19 сентября по 4 ноября 2022 г. в бассейнах заливов Простор и Курильский (о. Итуруп, Курильские острова, Сахалинская область) обследовали возвращающихся на нерест производителей кеты. Среди самок и самцов значительно преобладали особи в возрасте 3+, их доля составила 68,8 % в зал. Простор и 62,2 % — в зал. Курильском. Доля рыб в возрасте 2+, среди которых самцов было в 3,8 раза больше, чем самок, в среднем составила 19,2 %, доля рыб старших возрастных групп — 4+ и 5+ — 15,4 %. Производители кеты отличались относительно небольшой массой тела, которая при сравнении особей одного возраста была сходной у рыб в двух заливах. Так, масса самок и самцов в возрасте 3+ в среднем составила 2,27 и 2,57 кг и была меньше, чем у производителей кеты, исследованных нами в течение восьми предыдущих лет.

Ключевые слова: кета, *Oncorhynchus keta*, остров Итуруп, характеристика производителей

Для цитирования: Ельников А.Н., Зеленников О.В. Характеристика производителей кеты *Oncorhynchus keta* промыслового стада у острова Итуруп // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 146–151. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-146-151. EDN: UOKBPM.

Original article

Characteristics of spawners of chum salmon *Oncorhynchus keta* from commercial stock of Iturup Island

Andrey N. Elnikov*, Oleg V. Zelennikov**

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

** St. Petersburg State University, 7/9, Universitetskaya Emb., St. Petersburg, 199034, Russia

* Ph.D., senior researcher, elnikow@rambler.ru, ORCID 0000-0001-5511-2382

** D.Biol., assistant professor, oleg_zelennikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-8779-7419

Abstract. Chum salmon spawners returned for spawning in the rivers of Prostor and Kurilsky Bays on Iturup Island (Kuril Islands, Sakhalin Region) were examined in the period from September 19 to November 4, 2022. Both females and males had mostly the age 3+ (68.8 % in the Prostor Bay and 62.2 % in the Kurilsky Bay). The portion of males in the age 2+ was in 3.8 times higher than the portion of females, with the average value of 19.2 %; the summary portion of older age groups (4+ and 5+) was 15.4 %. Chum salmon spawners were distinguished by relatively small body weight, similar for the fish of the same age in both bays, on average 2.27 and 2.57 kg for females and males of age 3+, respectively, that was lower than the weight of chum salmon spawners in the previous 8 years.

Keywords: chum salmon, *Oncorhynchus keta*, Iturup, characteristics of spawners

For citation: Elnikov A.N., Zelennikov O.V. Characteristics for spawners of chum salmon *Oncorhynchus keta* from commercial stock of Iturup Island, in *Bull. N 17 izucheniya tikhoookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 146–151. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-146-151. EDN: UOKBPM.

* Ельников Андрей Николаевич, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, elnikow@rambler.ru, ORCID 0000-0001-5511-2382; Зеленников Олег Владимирович, доктор биологических наук, доцент, oleg_zelennikov@rambler.ru, ORCID 0000-0001-8779-7419.

© Ельников А.Н., Зеленников О.В., 2023

Введение

В настоящее время на о. Итуруп функционирует 17 лососевых рыбоводных заводов (ЛРЗ), построенных для воспроизводства молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *O. keta* [Каев и др., 2021]. При этом масштаб выращивания молоди горбуши не увеличивается [Зеленников и др., 2020a], а по сравнению с советским периодом даже сокращается. Согласно литературным данным «... Южные Курилы являются зоной экологического оптимума, где, по нашему предположению, горбуша сформировалась как вид» [Глубоковский, 1995, с. 258], и даже сравнительно небольшие площади природных нерестилищ могут обеспечить формирование стада значительной численности [Каев, Чупахин, 2003]. В отличие от горбуши, природные нерестилища для кеты являются крайне ограниченными, и стадо здесь формируется именно за счет работы рыбоводных заводов [Klovach et al., 2021].

Исследуя формирование этого стада, мы в период путины 2022 г. провели обследование возвращающихся на нерест производителей кеты. Цель работы — проанализировать биологические данные особей прошедшего года, определить возраст производителей и предоставить полученные данные для прогнозирования вылова кеты в 2023 г.

Материалы и методы

Производителей кеты для исследования отлавливали в период их нерестового хода с 19 сентября по 4 ноября 2022 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 рыбоводных заводов. Всего было взято 36 выборок по 100 экз. в каждой, по 18 выборок в бассейне каждого из двух заливов. В ходе обследования у каждой особи определяли стандартный ряд биологических показателей: длину (до основания и конца центральных лучей хвостового плавника), массу тела (общую и без внутренностей), пол, массу гонад, величину гонадосоматического индекса (ГСИ, %), стадию зрелости, величину абсолютной плодовитости. По пробам чешуи определяли возраст каждой особи.

Результаты и их обсуждение

Перед тем как проанализировать полученные результаты, отметим, что, в отличие от горбуши, которую в заливах Курильский и Простор вылавливают ставными неводами вдоль всей береговой полосы вплоть до прол. Фриза, производителей кеты ловят в непосредственной близости от рек, в районе которых расположены рыбоводные заводы, — Курилка, Оля, Рейдовая. Это, в первую очередь, связано с более выраженным хомингом кеты и ее массовым возвратом именно в район воспроизводства. На этом участке согласно данным официальной статистики вылавливают до 70 % всей кеты Южно-Курильской промысловой зоны.

В бассейне зал. Простор из 1800 исследованных производителей кеты самцы и самки были представлены в соотношении 1040 и 760 особей (57,8 и 42,2 %). При этом доля самцов в выборках, взятых для анализа случайным образом, была больше в течение всего промыслового периода (табл. 1). Как и ожидалось, среди производителей обоих полов преобладали особи в возрасте 3+. В сумме доля таких рыб (68,8 %) была в два раза больше, чем доля производителей всех остальных возрастных групп. Значительно меньше оказалось рыб в возрасте 2+. В сумме их доля составила 17,7 %, но самцов этой возрастной группы было в пять раз больше, чем самок. При этом, просматривая подробные данные, можно увидеть, что многократное преобладание самцов среди рыб самой младшей возрастной группы было характерно для каждого из проведенных анализов (табл. 1). Рыб старших возрастных групп 4+ и 5+ было немного — в сумме 13,4 %, но среди этих рыб уже преобладали самки.

Таблица 1

Возрастная структура промыслового стада кеты у о. Итуруп в 2022 г., %

Table 1

Age structure of chum salmon from commercial stock of Iturup Island in 2022, %

Дата	Место вылова	Доля самок, %	Самки				Самцы			
			2+	3+	4+	5+	2+	3+	4+	5+
Бассейн зал. Простор										
22.09	Р. Рейдовая	38	1	26	8	3	8	42	10	2
26.09	Море, невод	30	4	16	7	3	30	34	5	1
28.09	Море, невод	40	2	21	14	3	8	43	7	2
01.10	Море, невод	23	5	18	—	—	27	50	—	—
04.10	Море, невод	39	3	27	7	2	25	30	6	—
06.10	Море, невод	31	1	28	1	1	14	52	3	—
10.10	Море, невод	46	4	35	7	0	20	27	7	—
11.10	Руч. Минеральный	40	2	30	6	2	19	32	7	2
13.10	Руч. Минеральный	23	1	18	2	2	27	43	5	2
14.10	Р. Рейдовая	46	1	43	2	—	8	40	5	1
15.10	Море, невод	47	3	34	9	1	11	36	6	—
21.10	Р. Рейдовая	44	2	33	7	2	15	36	5	—
22.10	Море, невод	57	4	43	5	5	10	29	4	—
25.10	Руч. Минеральный	62	5	47	8	2	14	21	2	1
28.10	Море, невод	37	1	29	6	1	10	47	6	—
28.10	Р. Рейдовая	52	6	44	2	—	7	39	2	—
30.10	Море, невод	68	3	54	11	—	7	20	4	1
04.11	Р. Рейдовая	37	3	26	8	—	9	49	4	1
Среднее		42,2	2,8	31,8	6,1	1,5	14,9	37,3	4,9	0,7
Бассейн зал. Курильского										
19.09	Море, невод	44	6	26	10	2	20	23	11	2
23.09	Море, невод	30	3	18	7	2	24	35	11	—
27.09	Море, невод	40	5	22	11	2	17	32	9	2
30.09	Море, невод	44	9	22	12	1	11	33	9	3
03.10	Море, невод	47	5	39	1	2	28	24	1	—
07.10	Море, невод	49	8	36	5	—	25	26	—	—
08.10	Р. Рыбацкая	47	3	33	9	2	7	38	7	1
14.10	Море, невод	56	15	39	1	1	24	17	3	—
16.10	Море, невод	48	7	37	—	4	16	33	2	1
17.10	Р. Курилка	31	—	25	5	1	16	46	7	—
18.10	Море, невод	40	6	26	5	3	21	31	5	3
20.10	Оз. Лебединое	40	3	20	15	2	9	41	8	2
23.10	Р. Курилка	53	1	42	9	1	14	31	2	—
26.10	Море, невод	47	1	32	12	2	16	28	7	2
27.10	Оз. Лебединое	64	10	45	8	1	7	21	8	—
31.10	Р. Курилка	54	5	37	12	—	8	34	4	—
02.11	Оз. Лебединое	45	3	31	10	1	5	38	11	1
03.11	Море, невод	51	3	33	12	3	9	26	13	1
Среднее		46,1	5,2	31,3	8,0	1,7	15,4	30,9	6,5	1,0
Среднее по двум заливам		44,2	4,0	31,6	7,0	1,6	15,2	34,1	5,7	0,8

В бассейне зал. Курильского среди исследованных рыб самцы и самки представлены в соотношении 970 и 830 особей (55,8 и 44,2 %), т.е. здесь и в течение всего периода нерестового хода преобладали самцы. Все остальные данные, полученные при обследовании производителей в зал. Курильском, были практически такими же, как и при обследовании производителей в зал. Простор. Среди рыб в возрасте 2+ в три раза больше самцов, среди рыб в возрасте 3+ число самок и самцов в среднем было практически одинаковым, а доля рыб этого возраста — в среднем 62,2 % — наиболее значительная; среди рыб старших возрастных групп 4+ и 5+ больше самок.

Анализируя массу производителей кеты, мы можем видеть, что самцы в среднем всегда были крупнее самок, а среди рыб каждого пола при достаточном для сравнения числе особей в среднем всегда были крупнее производители более старших возрастных групп. При этом масса самок и самцов каждого возраста в бассейнах двух заливов в среднем статистически не различалась.

Обсуждая полученные данные, отметим, что к настоящему времени в литературе накоплено много сведений о кете о. Итуруп, чему способствует ее массовое использование в качестве объекта искусственного воспроизводства и промысла [Каев, 2003; Чебанова и др., 2018; Зеленников и др., 2020б; и др.]. С учетом того, что условия питания для молоди в двух заливах могут принципиально различаться [Кун, 1986], да и сами производители различаются настолько, что определены в качестве двух разных экогеографических единиц [Животовский и др., 2022], мы анализировали производителей в бассейнах двух заливов отдельно. При этом в каждом из заливов взяли для исследования одинаковое число выборок, отбирая рыб как до, так и после захода в пресную воду.

Также мы можем предположить, что в 2019 г. условия для нагула молоди в двух заливах были близкими. По крайней мере, доля и масса рыб в возрасте 3+ были сходными. Следует особо подчеркнуть, что средние значения, характеризующие возрастную и размерную структуру стада в двух заливах, были получены по итогам всех анализов. Мы не видим ни одной выборки, где бы данные существенно отличались от средних значений, полученных для всего стада. В каждой из выборок значительно преобладали производители в возрасте 3+, а среди рыб в возрасте 2+ выраженно преобладали самцы.

То, что на о. Итуруп создано сравнительно молодое стадо, в каждом поколении которого преобладали производители в возрасте 3+, мы знали из данных литературы [Каев, 2003], а вот сведений о массе рыб в литературе найти не удалось. Во всех известных нам работах авторы объединяли массу как самок, так и самцов разных возрастных групп, что, очевидно, было достаточно для разработки прогноза. Таким образом, данные по массе производителей, полученные в 2022 г., мы можем сравнить только с собственными данными за период с 2014 по 2022 г., которые находятся в печати. Согласно нашим сведениям за девять прошедших лет самые мелкие производители кеты пришли на нерест именно в 2022 г. Например, масса самок самой крупной группы в возрасте 3+ в среднем составила только 2,27 кг (табл. 2), тогда как в предыдущие годы она варьировала от 2,38 кг в 2018 г. до 3,08 кг в 2017 г. Масса самцов в возрасте 3+ составила 2,57 кг (табл. 2), тогда как в предыдущие годы она варьировала от 2,64 кг в 2016 г. до 3,40 кг в 2017 г. Можно предположить, что данные, которые сотрудники ТИНРО получают в ходе обследования кормовой базы северо-западной части Тихого океана и Берингова моря, помогут понять, почему именно в 2022 г. на о. Итуруп вернулись производители со сравнительным дефицитом массы тела.

Заключение

Среди производителей кеты, обследованных в период путины с 19 сентября по 4 ноября 2022 г. в заливах Простор и Курильский, преобладали самцы, причем их превалирование в уловах было заметно в течение всего нерестового хода. Среди рыб обоих полов большая часть производителей была представлена особями в возрасте 3+. Их доля среди рыб в зал. Простор составила 68,8 %, а в зал. Курильском — 62,2 %. Доля рыб в возрасте 2+, среди которых самцов было в 3,8 раза больше, чем самок, в среднем составила 19,2 %; доля рыб старших возрастных групп — 4+ и 5+, — среди которых, напротив, преобладали самки, составила 15,4 %. Производители кеты отличались относительно небольшой массой тела, которая при сравнении особей одного возраста была сходной у рыб в двух заливах.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность мастерам перерабатывающих комплексов «Рейдово» и «Ясный», оказавшим помощь в обследовании производителей кеты.

The authors are grateful to the masters of the processing complexes Reidovo and Yasny who assisted them in analyses of chum salmon.

Таблица 2

Масса производителей кеты промыслового стада у о. Итуруп в 2022 г., кг

Table 2

Body weight of chum salmon spawners from commercial stock of Iturup Island in 2022, kg

Дата	Место вылова	Самки				Самцы			
		2+	3+	4+	5+	2+	3+	4+	5+
Бассейн зал. Простор									
22.09	Р. Рейдовая	1,88	2,20	2,72	2,35	1,73	2,54	3,41	3,33
26.09	Море, невод	1,60	2,17	2,30	2,45	1,72	2,19	2,34	2,59
28.09	Море, невод	2,02	2,29	2,84	3,42	2,05	2,94	2,93	3,41
01.10	Море, невод	1,87	1,93	—	—	1,58	2,37	—	—
04.10	Море, невод	1,73	2,13	2,59	3,47	2,06	2,53	3,25	—
06.10	Море, невод	2,15	2,60	3,25	2,54	2,07	2,73	2,82	—
10.10	Море, невод	1,83	2,35	2,79	—	2,22	2,67	3,49	—
11.10	Руч. Минеральный	2,21	2,18	2,67	2,52	2,14	2,80	2,86	4,12
13.10	Руч. Минеральный	1,78	1,98	2,13	2,45	1,69	2,28	2,59	3,24
14.10	Р. Рейдовая	2,76	2,04	2,20	—	1,81	2,24	2,67	4,20
15.10	Море, невод	2,28	2,40	3,01	3,05	2,68	2,77	3,01	—
21.10	Р. Рейдовая	1,74	2,38	2,72	4,09	1,82	2,46	3,43	—
22.10	Море, невод	1,66	2,29	3,19	3,41	2,39	2,71	3,25	—
25.10	Руч. Минеральный	1,81	2,22	2,52	2,34	1,97	2,89	3,16	3,02
28.10	Море, невод	2,50	2,64	2,87	3,61	2,39	2,79	3,27	—
28.10	Р. Рейдовая	1,74	2,46	3,24	—	1,83	2,72	3,62	—
30.10	Море, невод	2,62	2,62	2,69	2,70	2,32	2,68	3,38	3,99
04.11	Р. Рейдовая	1,49	2,48	2,84	—	1,88	2,97	3,98	3,26
Среднее		1,98	2,30	2,74	2,95	2,02	2,63	3,14	3,46
Бассейн зал. Курильского									
19.09	Море, невод	2,24	2,29	2,46	2,85	1,75	2,31	2,48	2,78
23.09	Море, невод	1,74	2,33	2,68	2,37	1,89	2,41	3,28	—
27.09	Море, невод	1,80	2,27	2,81	2,54	1,73	2,52	3,72	3,47
30.09	Море, невод	2,22	2,23	2,50	3,12	2,20	2,48	2,86	2,82
03.10	Море, невод	1,88	2,41	2,19	3,08	1,88	2,79	3,01	—
07.10	Море, невод	1,68	1,86	2,32	—	1,67	1,95	—	—
08.10	Р. Рыбацкая	2,01	2,40	2,73	2,72	1,99	3,01	3,33	3,73
14.10	Море, невод	1,53	1,89	2,42	2,04	1,67	2,06	1,67	—
16.10	Море, невод	2,39	2,41	—	3,30	2,05	2,60	2,24	2,41
17.10	Р. Курилка	—	2,30	2,61	2,76	1,65	2,64	2,75	—
18.10	Море, невод	1,49	2,19	3,10	3,26	1,52	2,26	2,68	2,67
20.10	Оз. Лебединое	2,29	2,29	2,52	2,78	2,23	2,60	3,43	2,87
23.10	Р. Курилка	1,32	2,27	2,32	3,19	1,86	2,71	2,75	—
26.10	Море, невод	1,64	2,33	2,33	3,08	1,90	2,57	2,76	2,48
27.10	Оз. Лебединое	1,91	2,25	2,28	1,97	1,62	2,64	2,80	—
31.10	Р. Курилка	1,96	2,28	2,74	—	2,15	2,39	3,21	—
02.11	Оз. Лебединое	2,23	2,30	2,62	3,62	2,11	2,84	3,13	3,61
03.11	Море, невод	2,00	2,23	2,92	3,06	2,15	2,49	2,75	3,22
Среднее		1,90	2,25	2,56	2,86	1,89	2,52	2,87	3,01
Среднее по двум заливам		1,94	2,27	2,65	2,90	1,95	2,57	3,01	3,22

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.

The 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 biological analyses of chum salmon and determined the age of the fish. Both authors jointly analyzed the data. O.V. Zelennikov prepared the manuscript for publication.

Список литературы

- Глубоковский М.К. Эволюционная биология лососевых рыб : моногр. — М. : Наука, 1995. — 343 с.
- 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., Проскуряков К.А., Рудакова Г.С., Мякишев М.С. Сравнительная характеристика молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) при ее естественном и заводском воспроизводстве в Сахалинской области // Биол. моря. — 2020а. — Т. 46, № 1. — С. 14–23. DOI: 10.31857/S0134347520010118.
- Зеленников О.В., Вараксин И.А., Плискунов И.В., Борзов С.И. Опыт совместного выращивания молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *Oncorhynchus keta* на рыбоводных заводах прудового типа // Тр. ВНИРО. — 2020б. — Т. 182. — С. 121–127. DOI: 10.36038/2307-3497-2020-182-121-127.
- 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.
- Каев А.М., Чупахин В.М. Динамика стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* о. Итуруп (Курильские острова) // Вопр. ихтиол. — 2003. — Т. 43, № 6. — С. 801–811.
- Кун М.С. Планктон и питание молоди кеты и горбуши в охотоморском прибрежье острова Итуруп // Биол. моря. — 1986. — Т. 12, № 2. — С. 60–65.
- 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.

Поступила в редакцию 15.02.2023 г.

После доработки 27.02.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

The article was submitted 15.02.2023; approved after reviewing 27.02.2023;

accepted for publication 3.04.2023

«НЕБЛАГОДАРНАЯ» ГОРБУША. СЛУЧАЙНОСТЬ ИЛИ ЗАКОНОМЕРНОСТЬ?

В.И. Островский, Т.В. Козлова*

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

Аннотация. Анализируются причины «провальных» прогнозов горбуши материковой части Татарского пролива в границах Хабаровского края. Использование в прогнозах подходов тихоокеанских лососей классических моделей «запас–пополнение» при изменчивых условиях воспроизводства приводит к закономерным ошибкам прогнозов. Показана принципиальная возможность уменьшения ошибок прогнозов на основе дополнения классических моделей метеорологическими факторами, характеризующими условия воспроизводства в пресноводный период жизни. В частности, в отношении горбуши Татарского пролива выявлена связь численности её поколений с количеством зимних осадков в период инкубации икры. Дополнение уравнения Рикера данной переменной увеличивает долю дисперсии зависимой переменной более чем на 30 %.

Ключевые слова: тихоокеанские лососи, горбуша, динамика численности, прогноз

Для цитирования: 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. EDN: VAMRKO.

Original article

«Unfaithful» Pink salmon. Random or regularity?

Vladimir I. Ostrovsky*, Tatyana V. Kozlova**

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

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

** Scientific Secretary, uch_khvtinro@mail.ru, ORCID 0000-0002-9502-2143

Abstract. The reasons of «failed» forecasts for catch of pink salmon at the mainland coast of the Tatar Strait are analyzed. The classical «stock–recruitment» models produce regular errors in the forecasts of runs of pacific salmon under changing conditions of reproduction. To reduce the prediction errors, these models should include parameters of meteorological conditions in the freshwater period of salmon life. In particular case of pink salmon in the Tatar Strait, a relationship is revealed between the year-class strength and precipitation in winter during the period of egg incubation. Including this factor to the model based on Ricker equation increases the proportion of certainty in the variance of recruitment by more than 30 %.

Keywords: pacific salmon, pink salmon, population dynamics, fishery forecast

For citation: Ostrovsky V.I., Kozlova T.V. «Unfaithful» pink salmon. Random or regularity?, in *Bull. № 17 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 152–158. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-152-158. EDN: VAMRKO.

Введение

Численность популяций зависит от множества факторов, но во многих популяциях тихоокеанских лососей прослеживается связь численности потомков с численностью родителей, описываемая классическими или оригинальными однофакторными моделями «запас–пополнение» [Рикер,

* Островский Владимир Иванович, кандидат биологических наук, начальник отдела, Ostrovskiy@tinro.khv.ru, ORCID 0000-0003-2576-4413; Козлова Татьяна Викторовна, ученый секретарь, uch_khvtinro@mail.ru, ORCID 0000-0002-9502-2143.

© Островский В.И., Козлова Т.В., 2023

1979; Максименко, Антонов, 2003]. Такие модели обычно используются в прогнозах численности поколений, но вполне очевидно, что однофакторные модели в многофакторном пространстве причин изменчивости численности поколений корректны лишь при относительно постоянных условиях воспроизводства. Отклонения условий от среднемноголетних значений приводят к разбросу фактических значений численности поколений относительно регрессии «запас–пополнение», уменьшению доли объясненной дисперсии численности потомков, к низкой оправдываемости прогноза подходов.

С одной стороны, может показаться, что проблема низкой оправдываемости прогнозов лососей, основанных на связи «запас–пополнение», в изменчивых условиях воспроизводства неразрешима, поскольку модели должны включать не только надежно оцененную численность родителей и потомков, но и прогноз изменчивости этих условий. С другой стороны, известно, что начальная численность поколений некоторых популяций кеты и горбуши в основном определяется в пресноводный период жизни [Островский, Подорожнюк, 2009; Островский, 2011, 2012, 2013, 2014], следовательно, не исключено, что модели должны включать не прогноз состояния факторов, а их реализованные значения в период, предстоящий разработке прогноза. По крайней мере проверка данной гипотезы на примере кеты Охотского района [Островский, 2022] нам кажется вполне успешной, что позволяет надеяться на возможность выявления вероятных причин «провальных» прогнозов подходов.

В качестве объекта исследования выбрана горбуша материкового побережья Татарского пролива (далее приморская горбуша). Этот объект интересен тем, что в разработке объемов прогнозируемого вылова (ПВ) на 2018 г. участвовали три независимые группы специалистов. ПВ, разработанный сотрудниками ХабаровскНИРО на основе уравнения Рикера, равнялся 6087 т, специалисты ВНИРО прогнозировали вылов 8587 т, японские специалисты — 12100 т, но вылов для урожайной линии четных лет оказался значительно меньше — всего 1032 т. Интерес к прогнозу вылова приморской горбуши усиливается большой его ошибкой на предшествующий четный 2016 г. Он также был разработан сотрудниками ХабаровскНИРО с использованием уравнения Рикера и оказался заниженным, в ходе путины увеличен с 2,5 до 11,0 тыс. т, из которых, согласно официальной статистике, освоено около 10,4 тыс. т.

Цель работы — выявление возможных причин ошибок прогнозов подхода приморской горбуши. Полагаем, что достижение поставленной цели возможно на основе разработки модели динамики численности, что необходимо для уменьшения вероятности больших ошибок прогнозов в последующие годы.

Материалы и методы

Вылов лососей не всегда прямо пропорционален величине подхода. Так, отчасти слабый вылов приморской горбуши в 2018 г. обусловлен тем, что она заходила в реки узким потоком, минуя ставные невода, например, когда в р. Ботчи зашло около 1 млн рыб (биомасса 1400 т), вылов горбуши ставными неводами составил всего около 31 т [Дуленин, Козлова, 2018]. По этой причине, несмотря на то что подход горбуши из моря был меньше ожидаемого, будем анализировать не прогноз вылова, а прогноз подхода, который в 2018 г., по оценке данных специалистов, с учетом нелегального вылова составил 5384 млн рыб.

Прогноз подхода горбуши материковой части Татарского пролива ХабаровскНИРО на 2018 г. был основан на модели Рикера: $R = a \cdot P \cdot \exp(-P/b)$, согласно которой возврат от нереста в 2016 г. 4700 тыс. рыб в 2018 г. в среднем мог составить около 7883 тыс. рыб. С вероятностью 95 % прогнозное значение возврата находилось в интервале 5254–10511 тыс. рыб. Подход в 2018 г. составил 5384 млн рыб, т.е. не выходил за пределы доверительного интервала прогноза, поэтому в анализе путины [Островский и др., 2018] практически не обсуждался. Настоящая работа базируется на сведениях по численности потомков приморской горбуши от нереста рыб в 2000–2020 гг.

Результаты и их обсуждение

Зависимость численности потомков горбуши (R , тыс. экз.) от численности родителей (P , тыс. экз.) также аппроксимировали уравнением Рикера (рис. 1):

$$R = 5,884 \cdot P \cdot \exp(-P/3199,629). \quad (1)$$

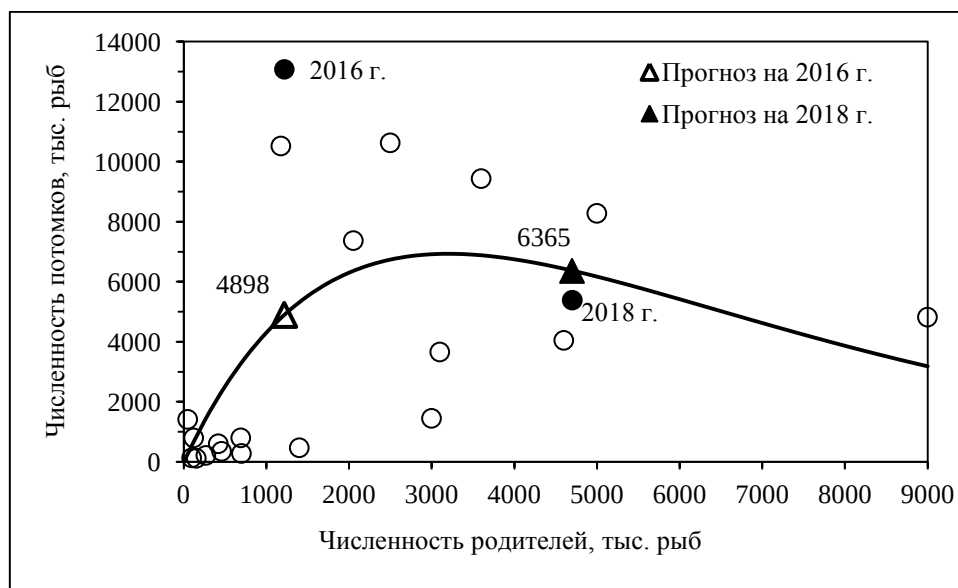


Рис. 1. Зависимость численности потомков приморской горбуши от численности родителей. Сглажена уравнением (1)

Fig. 1. Dependence of pink salmon recruitment on the mainland coast of the Tatar Strait on the spawners abundance approximated by equation (1)

Скорректированный коэффициент детерминации уравнения (1) (R^2_c) равен 0,374, F-критерий Фишера — 11,351, регрессия значима на уровне $p = 0,0032$. Согласно данному уравнению, возврат от нереста в 2016 г. 4700 тыс. рыб в среднем мог составить 6365 ± 3540 тыс. рыб. В отличие от оригинала прогноза, в данном варианте расчета не исключены «аномальные» соотношения «родители–потомки», поскольку цель работы состоит в анализе причин отклонений фактической численности потомков от их численности, рассчитанной по уравнению Рикера. Как видим, результат расчета численности поколения 2018 г. по полному набору данных не сильно отличается от приведенного в прогнозе и от фактического подхода (рис. 1).

Необходимо отметить, что попытки аппроксимировать рассматриваемую связь уравнениями Людвиг-Уолтерса, Рейша с соавторами [Максименко, Антонов, 2003] и другими функциями, имеющими максимум, оказались менее удачными — пределы 95 %-ных доверительных интервалов асимптотических стандартных ошибок коэффициентов включали значение 0. Численность потомков, рассчитанная по уравнению (1), в отдельные годы практически полностью совпадает с фактической численностью (рис. 2), но во многие годы оказывается сильно завышенной или заниженной, что не удивительно, поскольку изменчивостью численности родителей (уравнение (1)) объяснимо менее 40 % дисперсии численности потомков.

Возможные причины меньшего улова поколения 2016 г. (подход в 2018 г.) обсуждались [Дуленин, Козлова, 2018; Колпаков, Коцюк, 2018], но, учитывая, что фактический подход в 2018 г. не выходил за границы 95 %-ного доверительного интервала прогноза, больший интерес представляют причины отклонений прогноза иных лет.

Вполне очевидно, что большой разброс фактических значений численности потомков (RF) относительно численности, рассчитанной по уравнению (1) (RT), и, соответственно, их отклонения от «прогноза» подходов (рис. 1, 2) отчасти обусловлены недостаточной надежностью оценок численно-

сти родителей и потомков [Дуленин, Козлова, 2018]. Однако не исключено, что отклонения частично связаны и с изменчивостью погодно-климатических факторов, не учитываемых моделью Рикера. На связь между численностью приморской горбуши и гидрометеорологическими условиями в пресноводный период жизни указывала в своих работах Н.Ф. Пушкарёва [Пушкарёва, 1981; Гаврилов, Пушкарёва, 1996].

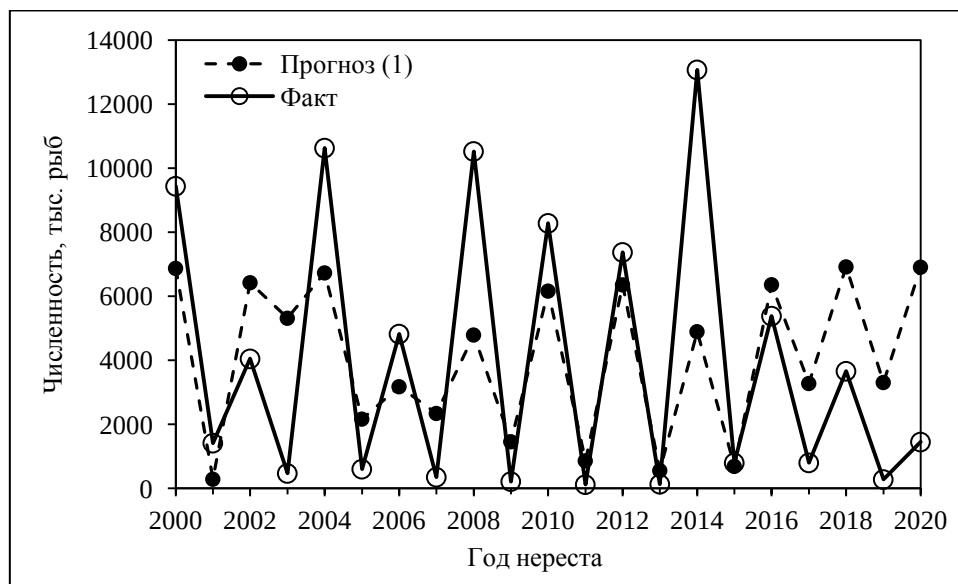


Рис. 2. Динамика фактической численности потомков и численности, рассчитанной по уравнению (1)
Fig. 2. Actual and modeled with equation (1) dynamics of pink salmon recruitment

Для проверки данной гипотезы рассчитали кратность отклонений ($D = RF/RT$) и проанализировали её изменчивость в связи с изменчивостью среднемесячных температур воздуха, среднемесячного количества осадков и максимального суточного количества осадков в разных месяцах в год нереста и в год покатной миграции по метеорологическому пункту Советская Гавань. Эти данные приведены на сайте «Погода и климат» [<http://www.pogodaiklimat.ru/history/31770.htm>].

Анализ кратности отклонений фактической численности потомков от их численности, рассчитанной по уравнению (1), подтвердил предположение Н.В. Колпакова и Д.В. Коцюка [2018], основанное на работе Е.И. Барабанщикова с соавторами [2016], о сильной зависимости численности потомков приморской горбуши от количества осадков. Однако кратность отклонения регрессии 1 оказалась связана с количеством осадков не в период прохождения тайфунов (август-сентябрь), а в зимний период (рис. 3). Данную зависимость описали уравнением

$$D1 = 0,531 \cdot \exp(0,006 \cdot O), \quad (2)$$

где O — сумма количества осадков выпадающих в декабре, январе и в феврале в период инкубации икры. Гипотеза о равенстве коэффициентов уравнения 0 отвергается с вероятностью более 97,9 %, $R^2_c = 0,251$.

Совместное влияние численности родителей и количества зимних осадков удовлетворительно ($R^2_c = 0,703$; $F = 21,103$; $p = 0,00002$) аппроксимируется уравнением

$$R = 3,025 \cdot P \cdot \exp\left(-\frac{P}{3299,996} + O \cdot 0,006\right). \quad (3)$$

Таким образом, численность потомков горбуши зависит не только от численности родителей, но и от количества зимних осадков (рис. 4). Дополнение уравнения (1) последней переменной (O) увеличивает значение R^2_c с 0,374 до 0,703, т.е. доля дисперсии зависимой переменной, объяснённая совместным влиянием двух факторов, увеличивается на 32,9 %. Полагаем, что увеличение численности потомков в связи с ростом количества зимних осадков обусловлено толщиной снежного покрова, предохраняющего нерестовые гнезда от промерзания.

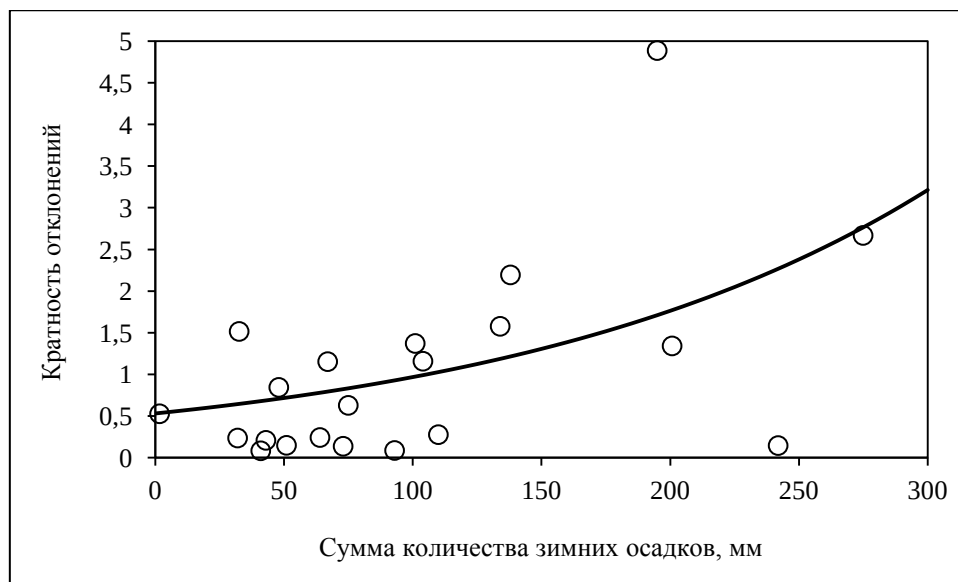


Рис. 3. Зависимость кратности отклонений уравнения (1) от суммарного количества зимних осадков
Fig. 3. Dependence of relative errors of the model with equation (1) on the total amount of winter precipitation

Не исключено, что часть остаточной дисперсии численности потомков обусловлена влиянием множества иных факторов, например — летне-осенних паводков, вызванных прохождением тайфунов, весенних паводков, связанных с быстрым таянием снега вследствие высоких температур воздуха, температуры воздуха в зимний период и многих других. Не стоит также игнорировать то, что параметры изменчивости условий среды в долинах конкретных нерестовых рек могут несколько отличаться от параметров, зарегистрированных на отдельно взятой метеорологической станции, что месячная сумма количества осадков может накапливаться с разной динамикой. Даже одинаковая среднемесячная температура воздуха в разные годы может по-разному влиять на выживаемость потомства в зависимости от дисперсии значений температуры. Направленные изменения климата могут приводить к смещению фенологических процессов, что может затруднить и оценку роли факторов. Каждая из этих причин может сказаться на попытках выявления связей, но любые попытки бессмысленны без наличия надежных оценок численности родителей и потомков.

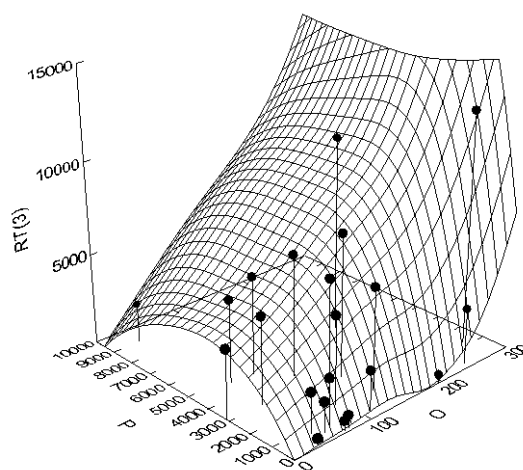


Рис. 4. Зависимость модельной численности потомков приморской горбуши, рассчитанной по уравнению (3) ($RT(3)$, тыс. рыб) от численности родителей (P , тыс. рыб) и количества зимних осадков (O , мм)

Fig. 4. Dependence of the pink salmon recruitment on the mainland coast of the Tatar Strait (RT , 10^3 ind.) modeled with equation (3) on the spawners abundance (P , 10^3 ind.) and winter precipitation (O , mm)

Для более тщательного анализа причин изменчивости численности поколений горбуши желательно располагать рядами надежных данных большей продолжительности с надежными оцен-

ками численности родителей и потомков. На данном этапе можно лишь констатировать, что как «аномально» высокая численность поколения 2014 г., так и пониженные возвраты поколений последних лет (рис. 5) удовлетворительно объяснимы, наряду с изменчивостью численности родителей, изменчивостью количества зимних осадков. Наглядно это заключение подтверждается сопоставлением рис. 2 и 5.

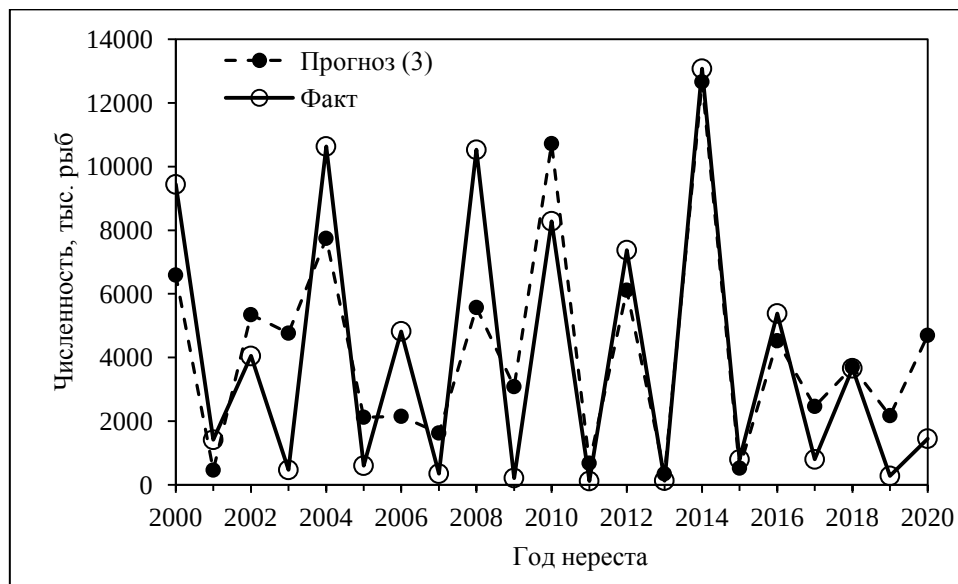


Рис. 5. Динамика фактической численности потомков и численности, рассчитанной по уравнению (3)
Fig. 5. Actual and modeled with equation (3) dynamics of pink salmon recruitment

Заключение

Результаты проведенного анализа, с одной стороны, подтверждают аксиому экологии о том, что высокая плодовитость растений и животных является компенсаторным свойством высокой смертности на начальных этапах жизненного цикла, с другой — они демонстрируют принципиальную возможность выявления причин изменчивости численности поколений, необъяснимых на основе однофакторных моделей «запас–пополнение». В частности, как на примере кеты Охотского района [Островский, 2022], так и на примере приморской горбуши в данном исследовании показано, что численность поколений (по меньшей мере этих видов лососей в рассмотренных районах), в основном формируется в пресноводный период жизни. Не думаем, что рассмотренные популяции являются исключениями из остальных видов и популяций лососей.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Выражаем глубокую признательность всем сотрудникам ХабаровскНИРО, принявшим участие в оценке численности рыб, пропущенных в реки Хабаровского края.

The authors are deeply grateful to the employees of KhabarovskNIRO who took part in the counts of salmon passed into the rivers of 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 Khabarovsk branch of VNIRO.

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

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

Концепция исследования, статистическая обработка данных, написание предварительного текста работы — В.И. Островский; участие в сборе и первичной обработке материала, в доработке и редактировании окончательного варианта работы — Т.В. Козлова.

V.I. Ostrovsky proposed concept of the study, made statistical processing of the data and wrote preliminary text of the manuscript; T.V. Kozlova participated in collection and primary processing of the data; both authors jointly wrote, illustrated and edited the final paper.

Список литературы

- Барабанщиков Е.И., Крупяно 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.
- Гаврилов Г.М., Пушкарева Н.Ф.** Динамика численности приморской горбуши // Изв. ТИНРО. — 1996. — Т. 119. — С. 178–193.
- Дуленин А.А., Козлова Т.В.** Состояние ресурсов горбуши материковой части Татарского пролива в пределах Хабаровского края // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — С. 106–113.
- Колпаков Н.В., Коцюк Д.В.** Неоправдавшиеся прогнозы подходов горбуши к Амуру и в Приморье в 2018 г.: вероятные причины // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — С. 94–105.
- Максименко В.П., Антонов Н.П.** Количественные методы оценки рыбных запасов: моногр. — Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2003. — 256 с.
- Островский В.И.** Факторы, определяющие численность покатной молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) р. Иска // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 166. — С. 88–102.
- Островский В.И.** Факторы, определяющие численность покатной молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) р. Иска // Изв. ТИНРО. — 2012. — Т. 168. — С. 121–136.
- Островский В.И.** Факторы, определяющие численность покатной молоди кеты (*Oncorhynchus keta*) р. Мы // Изв. ТИНРО. — 2013. — Т. 172. — С. 94–105.
- Островский В.И.** Факторы, определяющие численность покатной молоди горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) р. Мы // Изв. ТИНРО. — 2014. — Т. 177. — С. 156–166. DOI: 10.26428/1606-9919-2014-177-156-166.
- 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., Коцюк Д.В., Колпаков Н.В.** Итоги лососевой путины в Хабаровском крае в 2018 г. // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. — С. 88–93.
- Островский В.И., Подорожнюк Е.В.** Факторы, определяющие численность покатной молоди осенней кеты (*Oncorhynchus keta*) р. Хор // Изв. ТИНРО. — 2009. — Т. 159. — С. 176–189.
- Пушкарева Н.Ф.** Воспроизводство и промысел приморской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) // Изв. ТИНРО. — 1981. — Т. 105. — С. 66–78.
- Рикер У.Е.** Методы оценки и интерпретация биологических показателей популяций рыб : моногр. : пер. с англ. — М. : Пищ. пром-сть, 1979. — 408 с.

Поступила в редакцию 25.01.2023 г.

После доработки 3.02.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

The article was submitted 25.01.2023; approved after reviewing 3.02.2023;

accepted for publication 3.04.2023

МАРШРУТНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ НЕРЕСТОВОГО ФОНДА НИЖНЕЙ РИТРАЛИ
РУЧЬЯ УТЁСНОГО (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. Представлены результаты проведённого в августе 2022 г. маршрутного обследования фрагмента нижней трети русла ручья Утёсного (о. Парамушир) с целью рекогносцировочного определения состояния нерестилищ горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и степени их заполнения нерестящимися производителями. В ходе работы были обновлены данные по гранулометрическому составу грунтов нерестилищ ручья Утёсного. Проведен биологический анализ производителей горбуши, установлены некоторые их морфометрические и физиологические параметры.

Ключевые слова: остров Парамушир, ручей Утёсный, нерестилище, горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*, гидрология, тихоокеанские лососи

Для цитирования: Углова Т.Ю., Дзен Г.Н., Никифоров А.И. Маршрутная оценка состояния нерестового фонда нижней ритрали ручья Утёсного (о. Парамушир, северные Курильские острова, Сахалинская область) // Бюл. № 17 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2023. — С. 159–164. DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-159-164. EDN: VEROCA.

Original article

Route assessment of state of the spawning stock in the lower ritral of the Utesny creek
(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 (SakhNIRO), 196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

^{*} Ph.D., senior researcher, Uglova@vniro.ru ORCID 0000-0002-2038-9370

^{**} senior specialist, dzengerman@mail.ru

^{***} Ph.D., associate professor, head of department, Nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378

Abstract. The route survey in the lower part of the Utesny creek (Paramushir Island) was conducted to explore the state of spawning grounds for pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* and to examine their filling by spawners. The spawners were subjected to biological analysis with measuring their morphometric and physiological parameters. Besides, the data on granulometric composition of soils on the spawning grounds were updated.

Keywords: Paramushir Island, Utesny creek, spawning ground, pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, hydrology, pacific salmon

For citation: Uglova T.Yu., Dzen G.N., Nikiforov A.I. Route assessment of state of the spawning stock in the lower ritral of the Utesny creek (Paramushir Island, northern Kuril Islands, Sakhalin Region), in *Bull. N 17 izucheniya tikhoookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 17 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2023, pp. 159–164. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull17-2023-159-164. EDN: VEROCA.

^{*} Углова Татьяна Юрьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Uglova@vniro.ru, ORCID 0000-0002-2038-9370; Дзен Герман Нагвонович, специалист, dzengerman@mail.ru; Никифоров Андрей Игоревич, кандидат сельскохозяйственных наук, начальник отдела, Nai@vniro.ru, ORCID 0000-0003-3112-5378.

Введение

Тектонический генезис и особенности геоморфологического сложения островов Курильской гряды определяют ключевые гидрологические характеристики водотоков, формирующих нерестовый фонд тихоокеанских лососей на данной части их ареала. Так, большинство нерестовых водотоков островов Курильской гряды относятся к категории малых горных рек и ручьёв. Это зачастую накладывает существенные ограничения на возможность их использования тихоокеанскими лососями в качестве мест нереста из-за неоптимальных параметров уклона русла, скорости течения, гранулометрического состава грунтов, а также ряда гидрохимических параметров [Леванидов, 1981; Лепская и др., 2011; Углова и др., 2022].

Вместе с тем задачи оценки возможностей рационального использования популяций ценных биологических ресурсов диктуют необходимость детального обследования упомянутых водотоков, многие из которых слабо изучены, так как расположены в труднодоступной местности. В целом на о. Парамушир насчитывается не менее 120 водотоков, пригодных для размножения нескольких видов тихоокеанских лососей — горбуши *Oncorhynchus gorbuscha*, кеты *O. keta*, нерки *O. nerka* и кижуча *O. kisutch*. Помимо перечисленных представителей ихтиофауны, в реках о. Парамушир также встречаются проходные и жилые формы гольцов рода *Salvelinus* [Водные биологические ресурсы..., 2000].

Настоящее исследование было осуществлено в ходе реализации Перечня приоритетных исследований морских и пресноводных экспедиционных исследований ВНИРО на 2022 г. как элемент выполнения темы 5.1 плана ресурсных исследований и государственного мониторинга водных биоресурсов на 2022 г. Работы проводились совместно с Сахалинским филиалом ВНИРО (СахНИРО).

В задачи исследования, помимо уточнения ряда важных гидрологических характеристик нижней ритрали водотока (ширина, глубина, скорость течения, температура, мутность воды, характер донных отложений), входило определение биологических характеристик пришедших на нерест производителей горбуши *O. gorbuscha*, а также оценка степени заполнения ими нерестилищ.

Материалы и методы

Пешее обследование ручья Утёсного было выполнено 11 августа 2022 г. экспедиционной группой под руководством старшего научного сотрудника отдела тихоокеанских лососей департамента анадромных рыб ВНИРО, к.б.н. Т.Ю. Угловой. Время обследования было приурочено к моменту, когда подавляющая часть производителей горбуши уже зашла в нерестовые реки о. Парамушир и распределилась по нерестилищам.

Ручей Утёсный берет начало восточнее горы Лагерной (высота — 776,3 м), его русло проходит вдоль Лагерного плато о. Парамушир, устьевой участок впадает во Второй Курильский пролив (рис. 1).

Общая протяжённость маршрута составила около 2 км (рис. 2).

Контрольные обловы осуществлялись при помощи закидного бредня длиной 10 м с высотой стенки 2 м (ячей в крыльях 15 мм и в кутце 6 мм).

Протяжённость участка водотока, обловленного закидным бреднем, составила 30 м. Контрольный облов производителей горбуши происходил на плесе с выходом в перекат. Ширина плеса составляла 8 м с глубинами до 85 см. При расчетах численности и биомассы рыб полученные данные были пересчитаны на 1 м² с учетом площади облова. Коэффициент уловистости применявшегося орудия лова приняли равным 0,3 в связи с наличием валунов, устилающих дно реки и существенно затрудняющих облов.

После облова производителей проводили морфометрическое исследование рыб в соответствии с широко используемыми в ихтиологии методиками [Правдин, 1966].

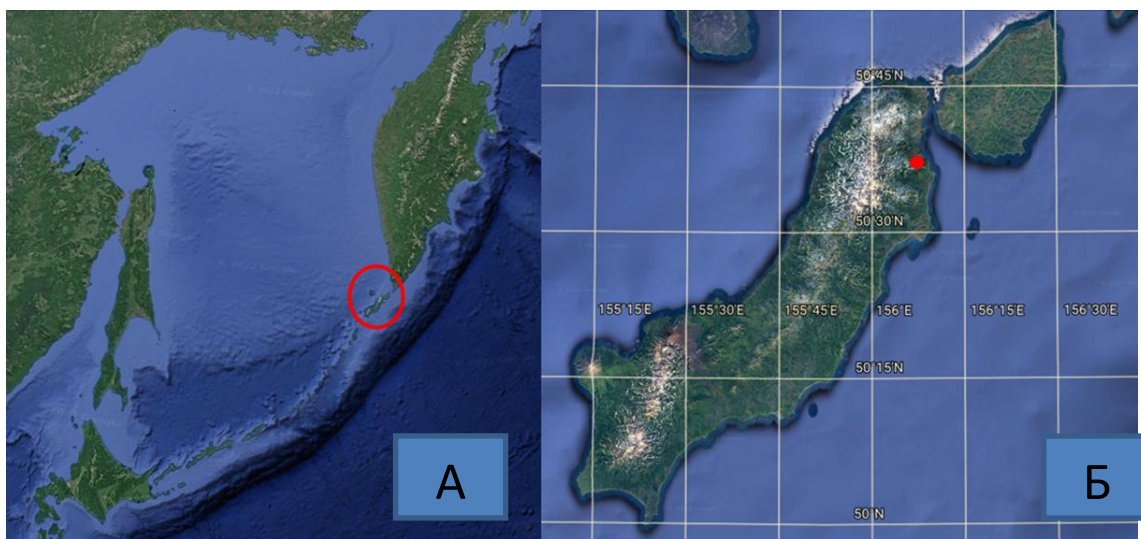


Рис. 1. Расположение района исследований: **А** — в красном кружке район расположения о. Парамушир (у южной оконечности п-ова Камчатка); **Б** — красной точкой обозначено расположение ручья Утёсного на о. Парамушир

Fig. 1. Scheme of the study area: **A** — Paramushir Island location at the southern tip of Kamchatka Peninsula (in red circle); **B** — the Utesny creek location on Paramushir Island (red dot)



Рис. 2. Трек маршрута по руслу ручья Утёсного
Fig. 2. Track of the route along the Utesny creek

Биологический анализ улова включал измерение длины тела (по Смитту), определение массы тела рыб и их гонад, пола, стадии зрелости и плодовитости (абсолютной и относительной) половозрелых рыб [Правдин, 1966].

Результаты и их обсуждение

Ручей Утесный — типичный нерестовый водоем «горбушового» типа, длина его основного русла составляет 7,35 км, площадь водосбора — 12,88 км², общее падение около 540 м, средний уклон — 0,079.

По гидрологическому типу этот ручей относится к малым горным водотокам. Грунт русла в нижнем и среднем течении состоит из крупной и средней гальки с примесью песка, а также отдельных валунов. Скорость течения составляет в среднем от 0,5 до 0,8 м/с, среднемноголетний расход воды — 1,87 м³/с. Согласно литературным данным [Лепская и др., 2011] площадь лососевых нерестилищ данного водотока составляет не менее 3500 м².

Наши исследования показали, что нерестилища горбуши в обследованном водотоке сложены преимущественно из мелкой (более 94 % размером 10–30 мм) и средней (около 5 % размером 40–60 мм) гальки с примесью песка.

В небольшом количестве в составе донных отложений присутствует ил, о чем свидетельствует повышенная мутность воды в местах активного нереста горбуши. В целом качество нерестилищ можно считать удовлетворительным.

На исследованном участке ритрали ручья повсеместно встречались живые особи производителей горбуши, а также нерестовые бугры. В день проведения обследования в приустьевой зоне моря наблюдали скопление производителей горбуши, также был отмечен заход из моря производителей горбуши в само русло ручья; интенсивность анадромного хода производителей была невелика, около 3 экз./ч. Температура воды при этом составляла 10,7 °С.

На протяжении всего обследованного участка русла ручья наблюдался активный нерест горбуши. Практически все участки дна, пригодные для нереста, были заняты нерестящимися производителями (рис. 3).



Рис. 3. Скопления производителей горбуши в устьевом участке ручья Утёсного (фотография авторов)
Fig. 3. Aggregations of pink salmon spawners in the estuary of the Utesny creek (authors' photo)

Всего в ручье в ходе обследования было учтено 1402 экз. производителей горбуши, донерестовой гибели рыбы в ручье в день обследования не наблюдалось, единичные обнаруженные мертвые особи (сненка) были уже отнерестившимися. На исследованном фрагменте ритрали ручья площадь участков дна, пригодных для нереста горбуши, была оценена в 1958 м².

Зафиксированный в ходе обследования уровень заполнения нерестилищ ручья Утёсного производителями горбуши был невысоким — 26,5 %. Так, на 100 м² нерестовой площади приходилось в среднем 58,3 экз., в то время как нормальным уровнем заполнения считается величина в 220 экз. на 100 м² [Рухлов, 1968]. В результате экстраполяции полученных учётных данных считаем, что в 2022 г. на нерестилища обследованного водотока пришло около 2000 экз. производителей горбуши.

При проведении контрольного облова ему подверглась площадь около 240 м^2 , при этом средний улов составил $0,49 \text{ экз./м}^2$, а коэффициент уловистости орудия лова — $1,6 \text{ экз./м}^2$ (рис. 4).



Рис. 4. Пойманные в результате проведения контрольного лова производители горбуши (фотография авторов)

Fig. 4. Pink salmon spawners caught in the control fishing (authors' photo)

Всего в ходе контрольного облова было поймано 118 экз. особей горбуши обоих полов; соотношение самок и самцов составило 58 : 42. В ходе проведения биологического анализа улова было установлено, что линейные размеры рыб достигали в среднем 46,3 см (lim 39,5–55,0 см), масса — 1139,4 г (lim 685–1968 г). Абсолютная индивидуальная плодовитость самок составила в среднем 1242 икринок при относительной индивидуальной плодовитости, равной 1095 икринок.

Следует отметить, что, несмотря на относительную труднодоступность данного водотока, в ходе обследования были отмечены явные признаки негативного антропогенного воздействия, а именно — брошенные на берегу браконьерские сети и поротая рыба (рис. 5).



Рис. 5. Признаки осуществления незаконной (браконьерской) добычи производителей горбуши в ручье Утёсном неустановленными лицами (фотография авторов)

Fig. 5. Signs of illegal (poaching) landing of pink salmon spawners in the Utesny creek by unidentified persons (authors' photo)

Заключение

В результате проведённого исследования была проведена оценка состояния нерестилищ нижней ритрали ручья Утёсного (о. Парамушир) и определён уровень их заполнения производителями

горбуши, а также уточнены характеристики грунтов нерестилищ. В ходе стандартного ихтиологического исследования пойманных зрелых производителей горбуши определены их биологические характеристики (линейные размеры, масса, абсолютная и относительная плодовитость). В процессе маршрутного обследования фрагмента ритрали водотока были обнаружены признаки браконьерского лова.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность местному жителю о. Парамушир С.И. Щелчкову за логистическую помощь при осуществлении данного исследования.

The authors are grateful to S.I. Shchelchikov, local resident of Paramushir Island, for his logistical assistance to the field works.

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 ручья Утёсного (о. Парамушир); все авторы обсуждали полученные результаты. А.И. Никифоров и Т.Ю. Углова оформили результаты обсуждения в печать.

The route survey on Paramushir Island was conducted by T.Yu. Uglova and G.N. Dzen. The collected materials were processed and analyzed by all authors jointly. The manuscript was written, illustrated and prepared for publication by A.I. Nikiforov and T.Yu. Uglova.

Список литературы

Водные биологические ресурсы северных Курильских островов : моногр. / под ред. О.Ф. Гриценко. — М. : ВНИРО, 2000. — 163 с.

Леванидов В.Я. Экосистемы лососевых рек Дальнего Востока // Беспозвоночные животные в экосистемах лососевых рек Дальнего Востока. — Владивосток : ДВНИЦ АН СССР, 1981. — С. 3–21.

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

Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.

Рухлов Ф.Н. Речной период жизни сахалинской горбуши // Рыб. хоз-во. — 1968. — № 12. — С. 15–17.

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.

Поступила в редакцию 28.12.2022 г.

После доработки 1.02.2023 г.

Принята к публикации 3.04.2023 г.

*The article was submitted 28.12.2022; approved after reviewing 1.02.2023;
accepted for publication 3.04.2023*

Научное издание

БЮЛЛЕТЕНЬ № 17
ИЗУЧЕНИЯ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ
НА ДАЛЬНЕМ ВОСТОКЕ

Электронное приложение к научному журналу «Известия ТИНРО»

Редакторы А.А. Ваккер, С.О. Шумкова
Компьютерная верстка О.В. Степановой

Подписано в печать 3.04.2023 г.
Размер файла – 22,0 МВ