

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Введение

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

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

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

Материалы и методы

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

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

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

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

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

Результаты и их обсуждение

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

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

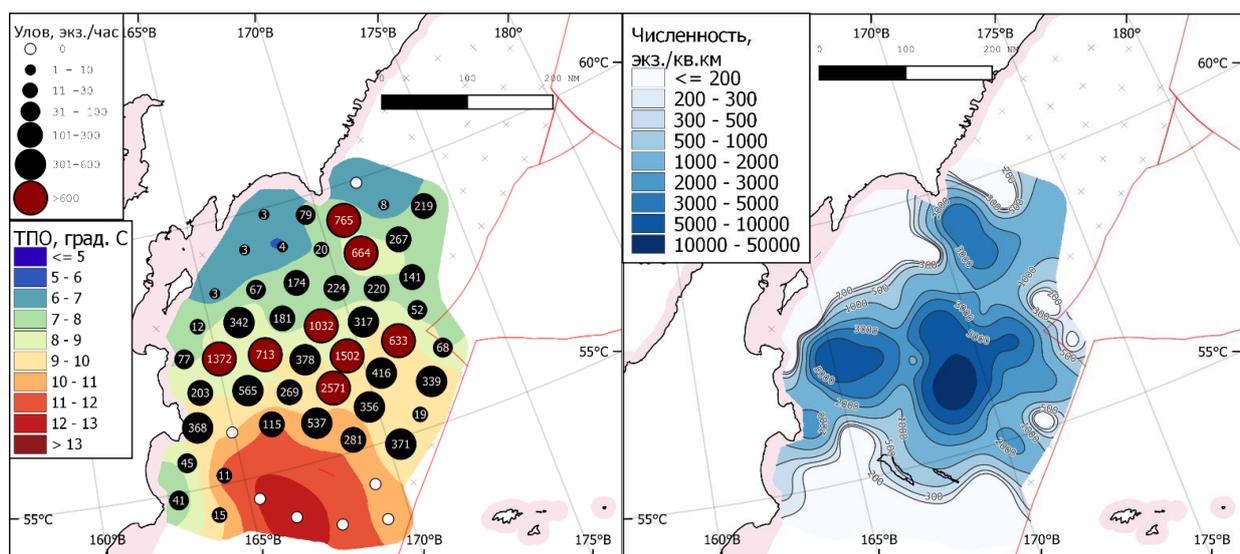


Рис. 1. Распределение уловов сеголеток горбуши на фоне температуры поверхности по рейсовым данным (слева), пространственное распределение относительной численности сеголеток горбуши (справа) в западной части Берингова моря в период 25.09–09.10.2022 г.

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

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

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

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

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

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

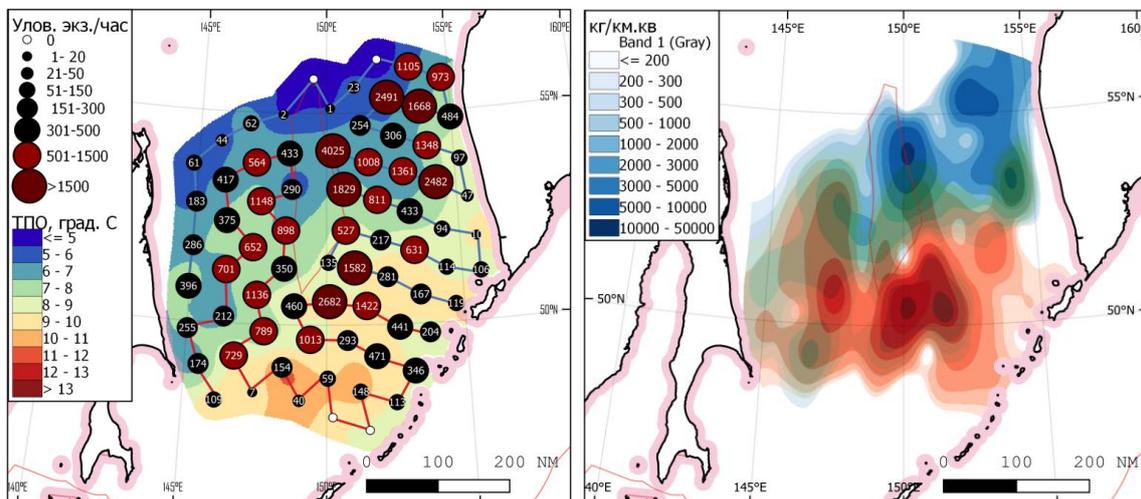


Рис. 2. Пространственное распределение уловов сеголеток горбуши на фоне температуры поверхности по рейсовым данным (слева), относительной численности сеголеток горбуши северного (синий цвет) и южного (красный цвет) происхождения (справа) в Охотском море в период 11–25.10.2022 г.

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

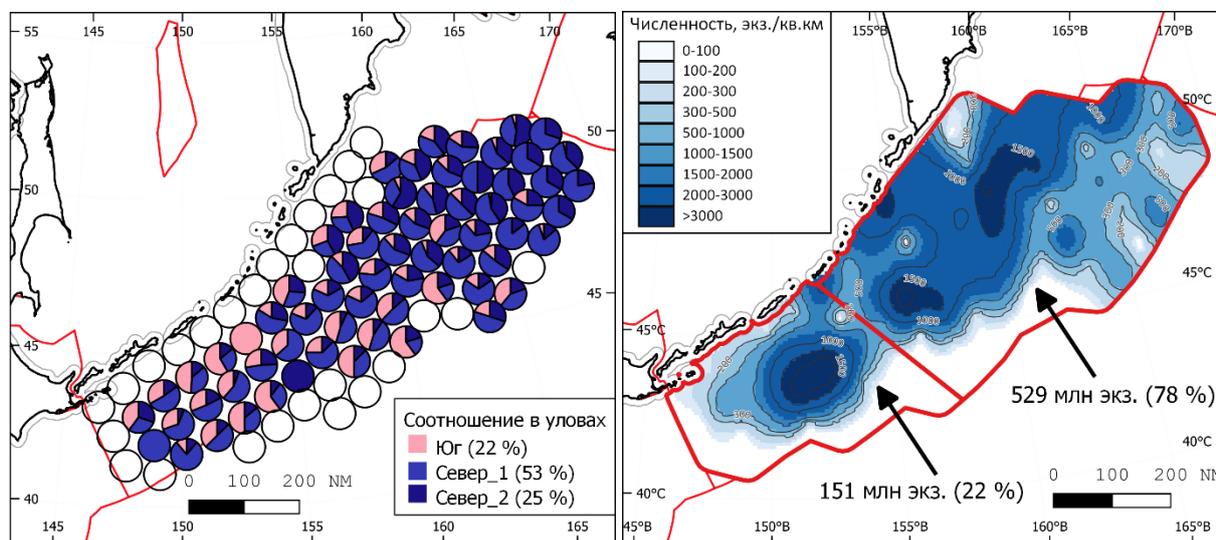


Рис. 3. Доля региональных группировок в уловах преднерестовой охотоморской горбуши по методу EM-кластеризации ГСИ самок (слева) и пространственное распределение относительной численности горбуши с разделением скоплений на две изолированные области (справа); траловая съемка в прикурильских водах северо-западной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

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

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

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

Таблица 1

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

Table 1

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

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

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

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

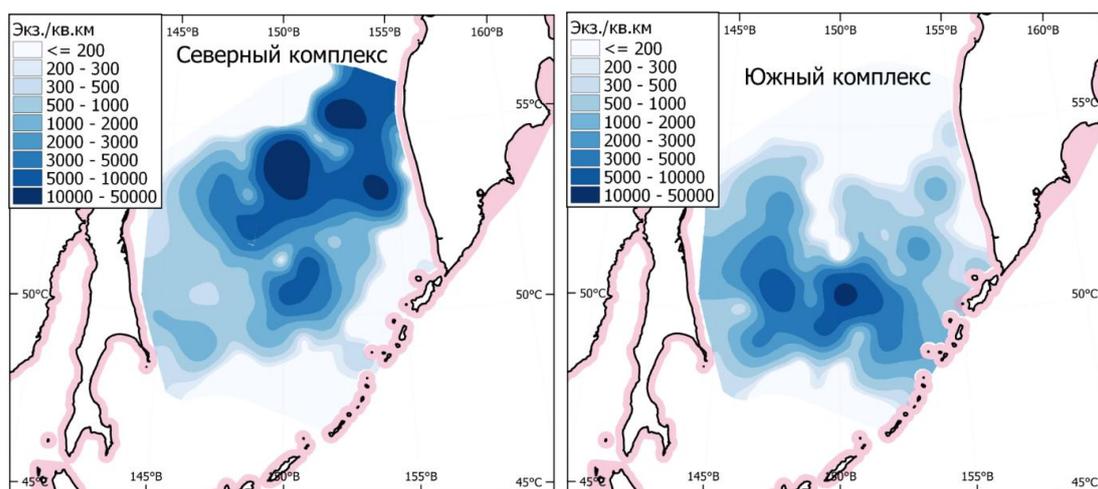


Рис. 4. Уточненное по результатам ретроспективного анализа пространственное распределение молоди горбуши северного и южного комплексов в Охотском море осенью 2022 г.

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

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

Таблица 2

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

Table 2

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

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

Примечание. МПОМ — материковое побережье Охотского моря.

* Без корректировки на смещение соотношения полов в сторону самок.

Заключение

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

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

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

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

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

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

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

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

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

Финансирование работы (FUNDING)

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

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

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

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

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

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

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

Список литературы

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

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

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

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

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

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

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

Поступила в редакцию 9.01.2024 г.

После доработки 8.02.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

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