

Научная статья

УДК 639.21:597.552.511

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-105-122

EDN: FBSYCD

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

А.М. Каев, В.Г. Самарский*

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

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

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

Для цитирования: Каев А.М., Самарский В.Г. Итоги промысла горбуши на островах Сахалин (восточное побережье) и Итуруп в 2018–2023 гг. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 105–122. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-105-122. EDN: FBSYCD.

Original article

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

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

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

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

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

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

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

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

Введение

Горбуша является важнейшим объектом промысла в Сахалино-Курильском регионе, составляя на пике своей численности в 2001–2014 гг. 83 % уловов тихоокеанских лососей. В этот период на восточном побережье Сахалина биомасса ее вылова в нечетные годы (от 86,2 до 224,3, в среднем 135,0 тыс. т) всегда была больше, чем в четные (от 6,1 до 85,8, в среднем 51,4 тыс. т). Напротив, на о. Итуруп вылов в нечетные годы (от 5,4 до 37,6, в среднем 21,6 тыс. т) был меньше, чем в четные (от 4,5 до 43,5, в среднем 28,4 тыс. т), но на этом острове, судя по среднему и экстремальным годовым

* Каев Александр Михайлович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, kaev@outlook.com, ORCID 0000-0002-5989-3988; Самарский Владимир Григорьевич, кандидат биологических наук, заместитель руководителя, samarskiy71@inbox.ru, ORCID 0009-0002-9546-3106.

значениям вылова, разница между этими линиями была не столь велика. На восточном побережье Сахалина сначала в его южных районах в 2015 г., а затем в северных районах в 2017 г. произошло резкое снижение уровня запаса горбуши, которое сохранилось и в последующие годы. На о. Итуруп значительное падение запаса горбуши произошло в смежных 2014 и 2015 гг., после чего уловы возросли, особенно в четные годы. В обоих районах по каждой из линий нечетных и четных лет в среднем за последние три года увеличилась кратность между выловом в данный и предыдущий циклический годы в сравнении с периодом до указанного резкого снижения запасов. Так, для восточного побережья Сахалина она составила соответственно в нечетные годы 2,04 и 1,30 раза, в четные — 2,43 и 2,06 раза, для о. Итуруп в нечетные годы 2,83 и 2,28 раза, в четные — 2,00 и 1,18 раза.

Полезно рассмотреть особенности промысла (соотношение прогноза и вылова и его динамику) в 2018–2023 гг. при сравнительно низком уровне запаса горбуши и в то же время при относительно большой амплитуде его межгодовых изменений, что и является целью данного исследования.

Анализ реализации прогнозов в определенной мере носит критический характер, связанный с качеством первичных данных и их интерпретацией в процессе прогнозирования.

Материалы и методы

Данные по биомассе вылова соответствуют официальной статистике, представляемой Сахалино-Курильским территориальным управлением Росрыболовства. Оценки численности заходов производителей в реки и покатной молоди проведены по первичным материалам учетов, осуществленных сотрудниками сахалинских филиалов ВНИРО и Главрыбвода. Итоговые данные по этим показателям, а также по общей величине возвратов горбуши разных поколений отдельных стад основаны на результатах их ежегодных оценок стандартными методами [Каев, Irvine, 2016]. В качестве прогнозной величины вылова использованы его значения в изначально разработанном прогнозе, а не скорректированном позже, исходя появившихся других данных. К примеру, многократно прогноз на 2009 г. предусматривал возврат к южной части восточного побережья Сахалина 62,2 млн особей горбуши, однако на Лососевом совете (16–17 декабря 2008 г.) он был уменьшен до 38,6 млн рыб, исходя из малой численности сеголеток, учтенных в Охотском море. Фактический возврат составил 108,2 млн рыб [Каев, 2011]. Напротив, корректировка прогнозируемого вылова горбуши на Восточном Сахалине в 2022 г. на основе тралового учета сеголеток в Охотском море и последующей генетической дифференциации по районам их происхождения с 28,4 до 52,0 тыс. т совпала с ростом запаса рыб этой группировки [Каев и др., 2023]. Динамика вероятных уловов рассчитана на основе процентного соотношения вылова по пентадам в среднем за три предыдущих циклических года. При анализе материалов использованы суточные данные по осадкам гидрометеорологических станций, расположенных в населенных пунктах Ноглики (ГМС 32053, 51°49' с.ш. 143°09' в.д.), Пограничное (ГМС 32076, 50°24' с.ш. 143°16' в.д.), Первомайск (ГМС 32092, 49°58' с.ш. 143°16' в.д.), а также по максимальной скорости ветра (средние значения по нескольким измерениям в сутки) в селах Стародубское (ГМС 32136, 47°25' с.ш. 142°48' в.д.) и Китовое (ГМС 32174, 45°15' с.ш. 147°53' в.д.), представленные на сайте «Расписание погоды» (<http://rp5.ru>).

Результаты и их обсуждение

Горбуша в Сахалино-Курильском регионе неоднородна. По результатам экологических и морфологических исследований установлено наличие отдельных ее локальностей [Воловик, 1967; Иванков, 1967]. Результаты последующих исследований позволили сформулировать положение о локальном стаде для лососей с коротким пресноводным периодом жизни, в соответствии с которым горбуша, размножающаяся в реках того или иного района, образует самостоятельную популяционную систему (локальное стадо), состоящую из группировок (популяций) рыб отдельных рек. Эти группировки сходны между собой по основным биологическим характеристикам и типу динамики

стада и отличаются от таких группировок из других районов [Иванков, 1993, 2011]. Применительно к восточному побережью Сахалина выделены 4 такие группировки горбуши, нерестящиеся в реках, впадающих в заливы Анива и Терпения и в Охотское море с юго-восточного и северо-восточного побережья острова (рис. 1), которые приняты за единицы запаса [Каев, 2007]. Однако северный участок юго-восточного Сахалина (выше 48° с.ш.), вследствие отсутствия регулярно собираемых данных, в предыдущие годы был условно принят за «западное побережье» зал. Терпения, т.е. отнесен к району со слабой обеспеченностью данными, характеризующими воспроизводство этого вида. По типу основных рек нереста горбуши, протекающих в горной местности, он сходен с южными участками этого побережья, в то время как реки на побережье зал. Терпения протекают в основном по обширной низменности, являющейся долиной Пороная — крупнейшей реки на о. Сахалин [Атлас..., 1967; Каев, 2007]. В этом исследовании данные по северному и южному участкам объединены в общий массив по юго-восточному Сахалину. Представляемые данные по о. Итуруп относятся к его охотоморскому побережью, так как промысел горбуши и основные реки ее воспроизводства сосредоточены в центральной и северной части данного побережья [Каев, 2022].

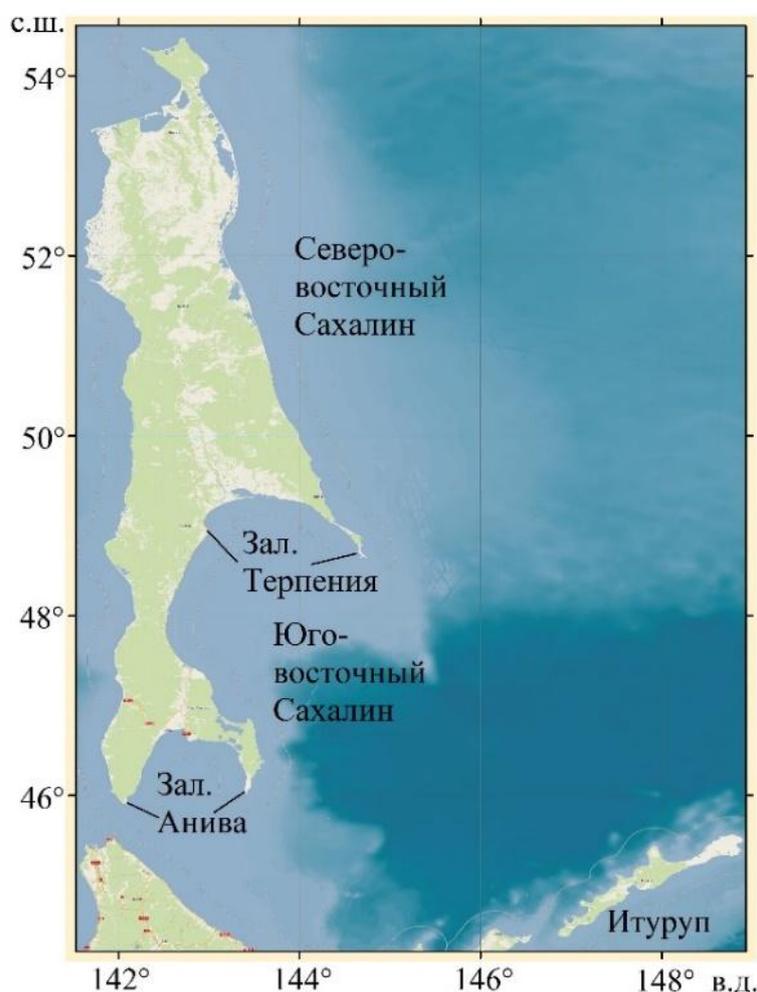


Рис. 1. Районы изучения промысла горбуши: северо-восточное и юго-восточное побережье о. Сахалин и о. Итуруп

Fig. 1. Scheme of the studied area: northeastern and southeastern coasts of Sakhalin Island and Iturup Island

Характеристика промысла горбуши в 2018 г. Рекомендованный вылов в 2018 г. по прогнозу СахНИРО первоначально был определен в объеме 83800 т. Однако в свете произошедших в последние годы изменений в уровне запаса этого вида и на основании результатов генетической идентификации сеголеток в Охотском море при представлении данного прогноза во ВНИРО был рекомендован

еще более осторожный подход. Прогноз был установлен в объеме 65540 т за счет его снижения по подзоне 61.05.3 «Восточно-Сахалинская» с 47120 до 38000 т и в зоне 61.04 «Южно-Курильская» с 33700 до 24560 т. На первый взгляд, первоначальный прогноз СахНИРО по этим промысловым районам оправдался, однако это верно лишь для южных Курильских островов, в то время как на восточном побережье Сахалина отмечены значительные отклонения по отдельным единицам запаса.

На северо-восточном Сахалине на фоне резкого снижения уловов горбуши в нечетные годы появилась тенденция их существенного увеличения по четным годам, в результате чего в 2018 г. они достигли своего исторического максимума по ряду поколений этой генеративной линии, существенно превысив прогноз СахНИРО. В преддверии путины СахНИРО проинформировал рыбаков о возможности более обильных подходов горбуши в сравнении с прогнозом, что позволило в целом провести ее без авралов. В июле промысел развивался в соответствии с прогнозом. Как и предполагалось, слабые уловы были связаны с низкой численностью рыб ранней темпоральной формы. В третьей декаде июля доминирование по численности в подходах стало переходить к поздней форме, что обусловило прирост уловов. В то же время период интенсивных подходов рыб этой темпоральной формы был более продолжительным и несколько смещенным на более поздние даты в сравнении с предыдущими годами (рис. 2, А). Вылов (39040 тыс. рыб, 39468 т) более чем вдвое превысил прогноз (13504 тыс. рыб, 18230 т). Заход производителей в реки (4037 тыс. рыб) стал наибольшей величиной в ряду предыдущих 10 четных лет (от 582 до 3133, в среднем 1500 тыс. рыб). В результате возврат горбуши данного поколения к северо-восточному побережью Сахалина (43077 тыс. рыб) вдвое превысил прогнозные ожидания (20304 тыс. рыб).

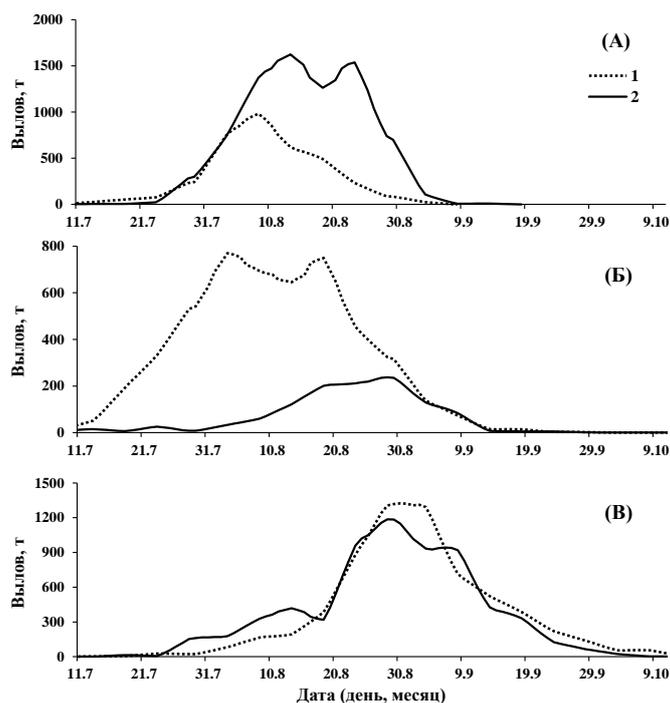


Рис. 2. Динамика ожидаемых (1) и фактических (2) уловов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в 2018 г.

Fig. 2. Dynamics of expected (1) and actual (2) catches of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (B) coasts of Sakhalin Island and on Iturup Island (B) in 2018

Осуществленная еще до начала промысла коррекция прогноза для юго-восточного Сахалина с 25880 до 20913 т не позволила в должной мере оценить предстоящее снижение запаса. Вылов горбуши составил 6068 т (5601 тыс. рыб). Появление крупных самцов, превышающих самок по длине тела, и увеличение их доли в уловах указывало [Каев, 2012], что в подходах горбуши, начиная со второй пентады августа, стали доминировать рыбы поздней темпоральной формы. Однако появление этих

рыб в зоне промысла не привело к резкому увеличению уловов горбуши, как это наблюдалось на северо-восточном побережье острова. Наибольшие уловы зафиксированы в последней декаде августа (рис. 2, Б). В связи с низкой численностью рыб в подходах сравнительно слабым было и заполнение нерестилищ (2806 тыс. против 2657 и 3385 тыс. производителей соответственно в 2016 и 2014 гг.), несмотря на введение пропускных дней. Возврат горбуши к юго-восточному побережью о. Сахалин составил 8407 тыс. против ожидаемых 28760 тыс. рыб.

На о. Итуруп в последние годы массовые выпуски заводской молоди горбуши (до 130 млн экз.) и особенно кеты (до 255 млн экз.) привели, видимо, к ухудшению условий нагула мальков в прибрежных морских водах (замедление роста) и, как следствие, к снижению выживаемости рыб в течение морского периода жизни [Каев и др., 2021]. В связи с этим был осуществлен осторожный подход к оценке вероятной выживаемости в морских водах горбуши данного поколения, в расчеты был заложен коэффициент возврата 3,0 % (средний для 7 предыдущих поколений — 5,7 %), в соответствии с которым прогнозируемый возврат рыб обеспечивал вылов в объеме 33600 т. Вылов по биомассе (33250 т) практически соответствовал предварительному прогнозу, в том числе и по динамике уловов (рис. 2, В), в то время как число выловленных рыб вследствие их малых размеров превысило ожидаемое (24004 и 28299 тыс. рыб). Как следствие, общий возврат горбуши оказался несколько выше прогноза (29992 против 26004 тыс. рыб). В реки зашло 1693 тыс. производителей (в 2016 и 2014 гг. соответственно по 1921 и 1229 тыс. экз.).

Характеристика промысла горбуши в 2019 г. После катастрофического снижения численности горбуши в 2015 и 2017 гг. и, соответственно, резкого падения уровня воспроизводства в связи с острым дефицитом производителей на нерестилищах в подзоне 61.05.3 «Восточно-Сахалинская» к вылову было рекомендовано 6720 т горбуши, из которых 6432 т — на северо-восточном и юго-восточном (в его северо-центральной части) побережьях с ведением всех видов рыболовства. В остальных районах восточного Сахалина предполагался лов (288 т) только для рыболовства в целях аквакультуры и обеспечения научно-исследовательских работ. Суммарный вылов по побережью составил 5997 т, или 89,2 % от прогноза, однако по отдельным районам отклонения были больше.

На северо-восточном побережье Сахалина вылов (2130 тыс. рыб, 3040 т) в 1,5 раза превысил прогноз (2002 т — лов транзитных рыб на северной оконечности побережья). В отличие от предыдущих лет основная часть уловов (74 %) получена в северной части побережья (в том числе представителями коренных малочисленных народностей Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации) что в определенной мере (легализация части уловов в реках) сказалось на смещении сезонной динамики уловов на более поздние даты в сравнении с предыдущими циклическими годами (рис. 3, А). В реки зашло 818 тыс. производителей (в 2,5 раза больше, чем у родительского поколения), из которых 64 % учтены в горных реках южной части побережья. Возврат поколения был вдвое меньше ожидаемого (2948 против 5936 тыс. рыб).

На юго-восточном побережье Сахалина при прогнозе 4430 т (2974 тыс. рыб) выловлено 2734 т (1742 тыс. рыб) горбуши. Ведение промышленного лова предполагалось преимущественно в районах расположения ЛРЗ, так как промысловый запас был рассчитан на основе возврата рыб заводского происхождения. Динамика уловов в целом соответствовала ожидаемой, лишь с меньшей их величиной (рис. 3, Б). Дополнительный пик в середине сентября стал следствием массового использования в это время производителей на ЛРЗ в целях искусственного воспроизводства. В целом при ожидавшейся численности данного поколения в количестве 11551 тыс. рыб реальный возврат горбуши составил 3711 тыс. рыб. Несмотря на слабые подходы, в результате регулирования промысла в реки зашло 1969 тыс. производителей, что в 1,22 раз больше, чем при возврате родительского поколения (1616 тыс. производителей).

На о. Итуруп ожидался возврат горбуши в количестве 23160 тыс. рыб, в соответствии с чем при пропуске в реки до 2 млн производителей к вылову было рекомендовано 30680 т (21160 тыс.

рыб), фактически выловлено 19398 т (13231 тыс. рыб). Динамика уловов до середины августа соответствовала ожидаемой, затем началось прогрессирующее отставание. Небольшое увеличение вылова горбуши в четвертой пентаде сентября связано с появлением в статистике отчетности о рыбах, использованных в целях заводского разведения (рис. 3, В). Судя по появлению в уловах более крупных рыб, особенно самцов, в третьей пентаде августа началась смена в подходах горбуши ее разных темпоральных форм, т.е. отставание уловов от прогнозных ожиданий было связано со снижением численности рыб поздней формы. Слабое освоение прогноза в текущем году явилось следствием возврата поколения горбуши, численность которого (14489 тыс. рыб) была существенно меньше ожидаемой. В результате в реки зашло 1258 тыс. производителей, или в 1,3 раза меньше, чем при возврате родительского поколения.

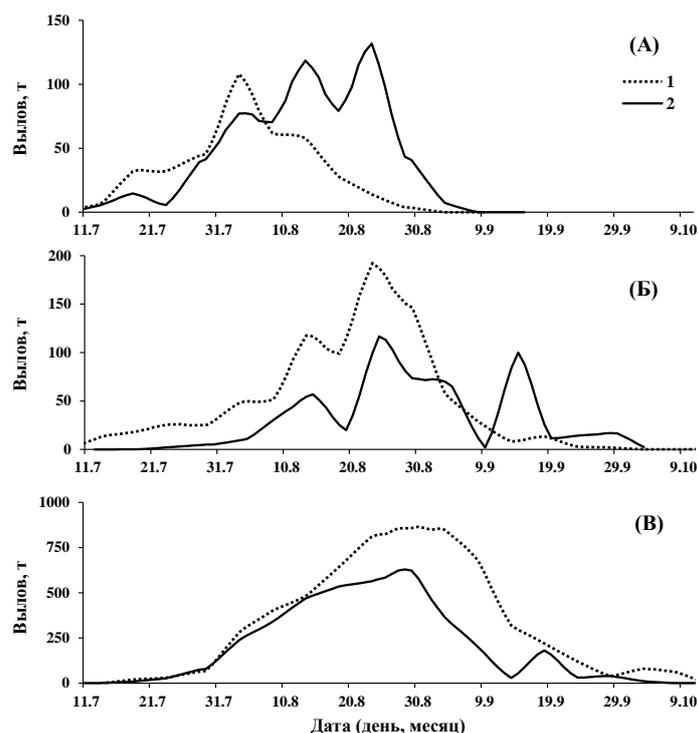


Рис. 3. Динамика ожидаемых (1) и фактических (2) уловов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в 2019 г.

Fig. 3. Dynamics of expected (1) and actual (2) catches of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (Б) coasts of Sakhalin Island and on Iturup Island (В) in 2019

Характеристика промысла горбуши в 2020 г. В связи с огромной протяженностью северо-восточного побережья о. Сахалин и различным типом рек состояние горбуши оценивается по двум частям побережья — северной и южной [Каев, 2019]. Однако расчет вероятного возврата горбуши в 2020 г. с использованием данных по воспроизводству был выполнен только по северной части побережья. При этом предполагалось неблагоприятное воздействие глобального потепления на воспроизводство горбуши, в связи с чем для прогноза принято минимальное значение возврата из диапазона его значений при анализе модели «родители–потомки», а при расчетах с использованием численности покотников исключено поколение 2018 года рождения с высоким уровнем выживаемости в морских водах. Но даже при таком подходе реальный возврат к северной части побережья составил лишь 63 % от ожидаемого. По южной части оценка вероятной численности горбуши осуществлена на основании корреляции между ее уловами на обеих частях побережья. В соответствии с прогнозом, к северо-восточному побережью острова ожидался подход 16390 тыс. рыб. Учитывая более слабые уловы по отношению к прогнозу начиная со второй декады августа (рис. 4, А), сроки промысла не были продлены, несмотря на многочисленные обращения рыбопромышленников. При прогнозе

14710 т (11960 тыс. рыб) вылов горбуши составил 11358 т (9760 тыс. рыб). В реки зашло 2383 тыс. производителей (в 1,7 раза меньше, чем при возврате родительского поколения) при общей численности подхода к побережью 12143 тыс. рыб.

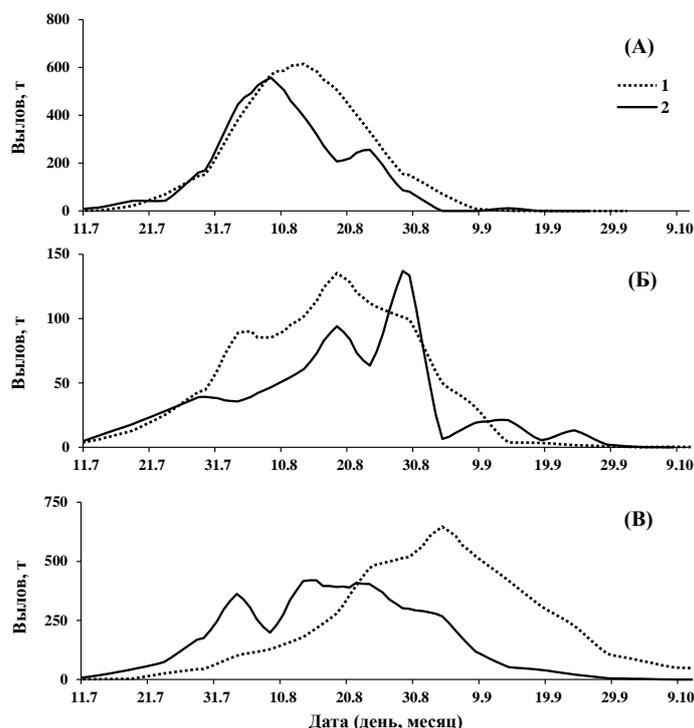


Рис. 4. Динамика ожидаемых (1) и фактических (2) уловов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в 2020 г.

Fig. 4. Dynamics of expected (1) and actual (2) catches of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (Б) coasts of Sakhalin Island and on Iturup Island (В) in 2020

На юго-восточном побережье о. Сахалин промысел горбуши развивался сначала в соответствии с прогнозными ожиданиями. Однако уже в первой декаде августа произошел спад уловов (рис. 4, Б), связанный скорее всего с погодными условиями (шторм), препятствующими ведению промысла. В это время (с 3 по 7 августа) в южной части Сахалина отмечалось усиление ветра с порывами от 7,1 до 11,6 м/с. Наибольшие уловы в конце августа обусловлены кратковременным и сравнительно мощным подходом горбуши к высокопродуктивным рекам на южных участках этого побережья, что в определенной степени повторило ситуацию при возврате рыб родительского поколения. Итоговый вылов составил 3145 т (2581 тыс. рыб) при прогнозе 4170 т (3430 т или 2700 тыс. рыб плюс ориентировочно вылов на ЛРЗ 740 т рыб из общего захода), а в реки зашло 2852 тыс. производителей при численности возврата поколения 5433 тыс. рыб. Возврат оказался вдвое ниже ожидаемого (11170 тыс. рыб), несмотря на использование при расчетах заниженных значений коэффициента возврата. Основной причиной такого расхождения, на наш взгляд, является наличие ошибок в оригинальных расчетах, завывисивших численность молодежи, скатившейся с нерестилищ, до 331,9 млн экз., в то время как ее численность при расчетах по ранее применяемой методике [Каев, 2010а] составила 185,2 млн экз. [Каев и др., 2020а].

На о. Итуруп после рекордно высокого за последние годы возврата горбуши в 2018 г. (29992 тыс. рыб) оценка ее предстоящей численности в 2020 г. выглядела довольно пессимистичной (19900 тыс. рыб). В расчетах использовано среднее для последних 5 поколений значение коэффициента возврата, т.е. ухудшения условий формирования численности этого поколения в морских водах не ожидалось. Начало промысла, казалось, свидетельствовало о подходе весьма урожайного поколения, однако уже с третьей декады августа наметилось прогрессирующее отставание уловов от ожидаемых

(рис. 4, В). Снижение уловов во второй пентаде августа было связано с ухудшением погодных условий (7 и 8 августа средняя скорость ветра увеличилась до 7,5–8,5 м/с при порывах до 14,9–16,5 м/с), препятствующих ведению промысла. Рыбы поздней темпоральной формы, составляющие основу подходов горбуши к о. Итуруп, в 2020 г. предположительно стали доминировать уже в конце июля, что и обусловило резкий прирост уловов. В то же время их преждевременный спад, начиная с конца августа, свидетельствует о смещении сроков хода поздней темпоральной формы на более ранние даты. При прогнозе 21400 т (18100 тыс. рыб) выловлено 14913 т (12778 тыс. рыб) горбуши. В реки зашло 1271 тыс. производителей. Возврат поколения составил 14049 тыс. рыб.

Характеристика промысла горбуши в 2021 г. На северо-восточном побережье Сахалина фактически был введен запрет на промышленный лов горбуши, так как рассчитанный ее возврат (3918 тыс. рыб) не позволял в полной мере обеспечить даже заполнение нерестилищ. Однако уже первые подходы рыб к устьям рек показали несостоятельность прогноза, что потребовало корректировок по его увеличению. Первые две корректировки носили предосторожный характер, не обеспечивая соответствие режима промысла темпам нарастания подходов рыб, вследствие чего уловы были ниже возможных из-за продолжающихся ограничений на лов (рис. 5, А). Всего выловлено 7554 т (5412 тыс. рыб) горбуши, при этом в реки зашло 3109 тыс. производителей, что на порядок превысило их крайне слабый заход в 2017 г. и почти в 4 раза заход при возврате родительского поколения. Возврат составил 8521 тыс. рыб. Основной причиной более чем двукратной ошибки прогноза возврата явилось использование в расчётах, как будет показано ниже, многократно заниженных данных по скату молоди в р. Малая Хузи, протекающей в южной части побережья, воспроизводство в реках которого формирует более 70 % промыслового запаса горбуши на всем северо-восточном побережье острова [Каев, 2019].

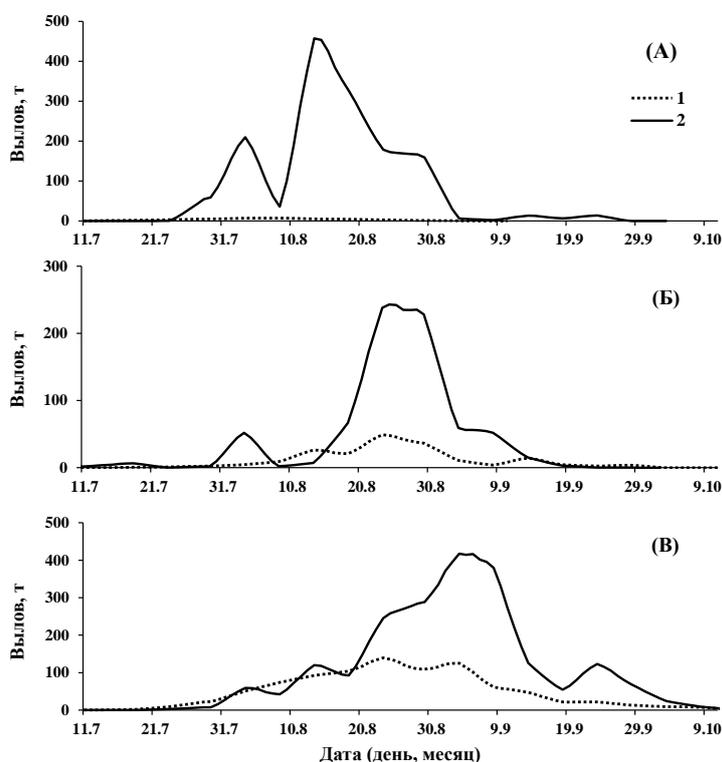


Рис. 5. Динамика ожидаемых (1) и фактических (2) уловов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в 2021 г.

Fig. 5. Dynamics of expected (1) and actual (2) catches of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (B) coast of Sakhalin Island and on Iturup Island (B) in 2021

Вследствие ожидавшихся на юго-восточном побережье Сахалина слабых подходов горбуши (6843 тыс. рыб) ее промышленный лов был рекомендован только на участках, прилегающих к устьям

базовых рек ЛРЗ, с одновременным введением пропускных дней. В феврале 2021 г. в ходе Научно-консультативного совета при ВНИРО (далее НКС) авторами статьи была высказана точка зрения о существенной недооценке в прогнозе численности горбуши в этом году, связанной как с ошибками в расчетах численности поколений на разных этапах онтогенеза, так и с неверным толкованием развития процессов в динамике стада. Эта точка зрения совпала с результатами генетической идентификации происхождения сеголеток в центральной части Охотского моря, указывающими на более крупную долю в сообществе рыб сахалинского происхождения в сравнении с прогнозируемой долей (устное сообщение на НКС руководителя Камчатского филиала ВНИРО Н.Ю. Шпигальской). Развитие промысла полностью подтвердило данные оценки. Однако резкое увеличение уловов в начале августа (рис. 5, Б) не было воспринято как предвестие подходов, превышающих прогнозные ожидания. Вследствие недооценки возможной численности горбуши были допущены заходы производителей в реки, превышающие оптимумы [Каев и др., 2023]. Итоговый вылов (3912 т, 3151 тыс. рыб) многократно превысил прогноз (581 т или 380 тыс. рыб), при этом заход производителей в реки (4504 тыс. рыб) был вдвое выше такового при возврате родительского поколения. На нерестилищах некоторых рек плотность скоплений производителей достигала 4,8–5,0 экз./м². Численность рыб в возврате поколения составила 7655 тыс. особей.

На о. Итуруп, судя по динамике вылова, подходы несколько запаздывали в сравнении с ожидаемыми, наибольшие уловы пришлось на последнюю декаду августа и первую декаду сентября (рис. 5, В). Вылов горбуши в 2021 г. (10607 т, 8878 тыс. рыб) более чем вдвое превысил прогноз (4700 т, 3100 тыс. рыб), при заходе в реки 1537 тыс. производителей расхождение по величине возврата сохранилось примерно таким же (10415 и 4900 тыс. рыб). Вероятны две основные причины недооценки запасов. Первая из них связана с неверным расчетом численности молоди, скатившейся с нерестилищ р. Рыбацкой, по которой были использованы данные учета только по 19 мая, в то время как молодь скатывалась до конца июня. Как следствие, рассчитанная численность молоди дикого происхождения была более чем вдвое ниже реальной [Каев и др., 2023]. Вторая причина связана с занижением значения коэффициента возврата прогнозируемого поколения, осуществленного на основании данных по температуре воды и биомассам зоопланктона в прибрежных водах о. Итуруп [Каев, 2003], якобы указывающих на отрицательную связь между этими показателями. Однако эти опубликованные данные ни в коей мере не показывают связь между годовыми изменениями температуры воды в прибрежье и биомассы зоопланктона, они лишь свидетельствуют о среднемноголетней ситуации по термическому режиму и составу зоопланктона в разных заливах охотоморского побережья острова. Так, у южной части охотоморского побережья наблюдаются самые низкие значения температуры воды в сочетании с наиболее высокими биомассами зоопланктона как следствие выноса сюда водных масс из Тихого океана. Напротив, в сравнительно изолированной от приноса извне водных масс юго-западной части зал. Простор отмечается наибольший прогрев воды и сравнительно небольшие биомассы зоопланктона, представленного в основном мелкими неритическими формами.

Характеристика промысла горбуши в 2022 г. В этом году с проведением промысла горбуши вновь сложилась весьма сложная ситуация, так как при рекомендуемом вылове 28,35 тыс. т на восточном Сахалине основная часть уловов (22,2 тыс. т) предполагалась в северной части побережья, в то время как по южной части предусматривались серьезные ограничения на режим промысла. По нашему мнению, высказанному в январе в ходе проведения НКС, в северной части восточного Сахалина уловы горбуши должны быть невелики, а основные ее подходы, существенно превышающие прогнозные ожидания, — прийти на южную часть его побережья. На вероятное увеличение численности горбуши на Сахалине и южных Курильских островах по сравнению с прогнозом позднее указали также генетические данные по идентификации сеголеток при их нагуле в Охотском море, представленные сотрудниками КамчатНИРО. На этом основании решением заседания Бюро Отраслевого совета по промысловому прогнозированию при ФАР была проведена корректировка вылова на

восточном Сахалине до 52,0 тыс. т, а на южных Курильских островах — с 13,7 до 24,2 тыс. т. Применительно к восточному Сахалину авторы прогноза, оставаясь на прежних позициях (основные уловы на северо-восточном побережье), не распределили эту добавку (23630 т) по единицам запаса, рассматривая ее в качестве оперативного резерва при организации промысла в подзоне в случае более обильного подхода горбуши*.

На северо-восточном побережье Сахалина ожидался возврат поколения численностью 24000 тыс. рыб, что позволило рекомендовать к вылову 19800 тыс. рыб, или 22170 т. После первых уловов при открытии промысла их дальнейшего увеличения не последовало, более того, они даже пошли на спад в первой декаде августа. При этом вплоть до середины августа доля самцов в пробах практически не изменялась, находясь в пределах от 62 до 64 %. Не исключено, что такая ситуация была связана с задержкой подходов основной массы горбуши из-за холодной воды. По оперативной информации ВНИРО, представляемой в ходе промысла, по состоянию на 9 августа вдоль всего северо-восточного побережья Сахалина сложилась аномалия ТПО от -2 до -3° . Увеличение уловов произошло в середине августа с достижением их пика в четвертой пентаде этого месяца, что привело к интенсивному заходу производителей в реки в третьей декаде августа. В то же время во второй половине августа началось резкое снижение в уловах доли самцов, поэтому неудивительно, что в последней декаде августа последовало и существенное снижение уловов (рис. 6, А). Промысел был прекращен в конце августа при уже фактически заканчивавшихся подходах: 30 и 31 августа суточные уловы горбуши упали соответственно до 165 и 70 т. Итоговый вылов составил 12776 т (9844 тыс. рыб). В реки зашло 1748 тыс. производителей при возврате данного поколения 11592 тыс. рыб.

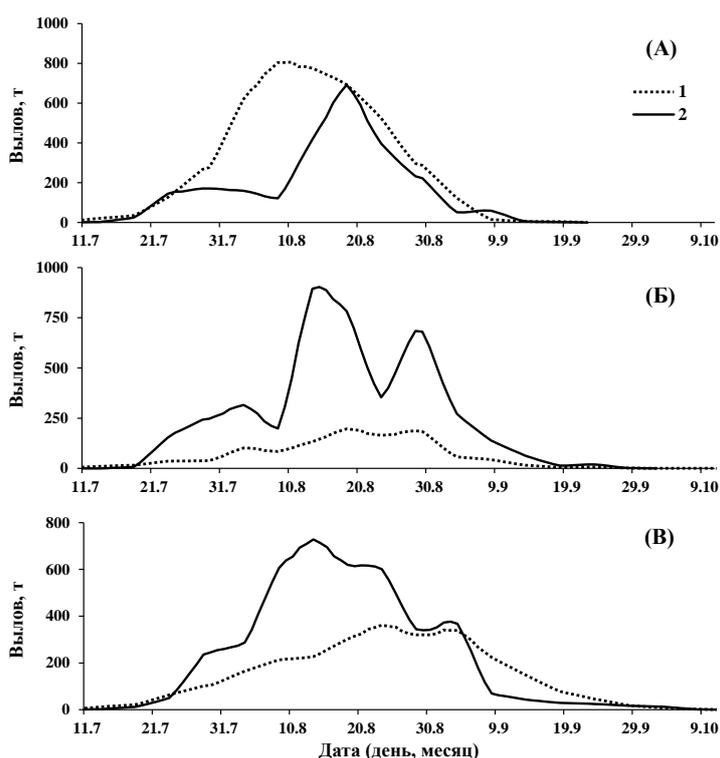


Рис. 6. Динамика ожидаемых (1) и фактических (2) уловов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в 2022 г.

Fig. 6. Dynamics of expected (1) and actual (2) catches of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (B) coasts of Sakhalin Island and on Iturup Island (B) in 2022

В прогнозах численности горбуши на юго-восточном побережье Сахалина в 2018 и 2020 гг. рекомендованный пропуск в реки производителей составлял 8577 и 9290 тыс. экз., что явно завыше-

* Лососи—2022 (путинный прогноз). Владивосток: ТИПРО, 2022. 107 с.

но, так как в расчеты закладывали заход производителей в р. Найбу, в которой сосредоточено около половины нерестового фонда горбуши в реках этого побережья. В то же время в последние годы присутствие горбуши на нерестилищах этой реки оценивается на уровне «единично». В 2022 г. при ожидании сравнительно слабого возврата горбуши (9285 тыс. рыб) пропуск в реки предусматривался в количестве 4540 тыс. производителей, что позволило рекомендовать к вылову 4745 тыс. рыб с биомассой 5740 т. При этом промышленный лов на том или ином участке побережья должен был начинаться только после достижения 50 %-ного заполнения нерестилищ в местных реках. Кроме того, изначально вводился режим проходных дней. Уже первые промышленные уловы показывали уровень подходов горбуши, значительно превышавший прогнозные ожидания (рис. 6, Б), в итоге выловлено 17200 тыс. рыб, или 21572 т. При этом динамика уловов не отражала реальную динамику подходов вследствие вводимых периодически запретов на промысел, что, в свою очередь, способствовало чрезмерно большому заходу производителей в некоторые реки (от 4 до 7 экз./м² нерестилищ). Всего в реки зашло 5162 тыс. производителей при численности возврата данного поколения, равной 22362 тыс. рыб.

Вылов горбуши на о. Итуруп в 2022 г. (20867 т, 17256 тыс. рыб) существенно превысил прогноз (13700 т, 10500 тыс. рыб), приблизившись к величине, установленной Отраслевым советом (24200 т). В то же время высокая величина уловов в середине августа спровоцировала корректировку прогноза в сторону еще одного увеличения, до 28000 т, представленную 7 сентября, хотя к этому времени уже наметилось заметное снижение, судя по уловам и уменьшению в них доли самцов до 35–38 %, подходов рыб к побережью. Эти данные указывали на вероятность преждевременного завершения подходов в сравнении с ожидаемыми, что и произошло (рис. 6, В). Возврат поколения (18836 тыс. рыб) в 1,5 раза превысил прогноз (12300 тыс. рыб), в реки зашло 1580 тыс. производителей, что близко к среднему значению для 5 предыдущих поколений четных лет (1487 тыс. рыб).

Характеристика промысла горбуши в 2023 г. Предполагаемая численность горбуши на северо-восточном побережье Сахалина, рассчитанная по соотношению «скат–возврат» (16458 тыс. рыб) и с использованием модели «родители–потомки» Рикера с модификацией, учитывающей влияние факторов среды от нереста до обитания молоди в морском прибрежье (16591 тыс. рыб), была примерно одинаковой, в качестве официальной версии принято последнее значение. К вылову рекомендовано 12391 тыс. рыб с ожидаемой биомассой 16728 т. Динамика уловов, исключая отдельные пики, в целом соответствовала ожидаемой (рис. 7, А). Всего выловлено 19114 т, или 16740 тыс. рыб. Численность вернувшихся рыб данного поколения составила более 21271 тыс. рыб, в реки зашло 4531 тыс. производителей.

На юго-восточном побережье Сахалина прогнозируемый возврат горбуши (4265 тыс. рыб) не обеспечивал даже потребности для оптимального заполнения нерестилищ (включая бассейн крупнейшей в районе р. Найба). Видимо, для ведения хотя бы ограниченного промысла в районах впадения базовых рек ЛРЗ в прогнозе занижена рекомендуемая величина пропуска производителей в реки до 3816 тыс. рыб (1,35 экз./м² против принятого минимума 2,00 экз./м², исходя из площади нерестовых бугров [Рухлов, 1970, 1971]). В итоге она оказалась еще меньше, так как представленный прогноз биомассы вылова горбуши (962 т, или 659 тыс. рыб при ожидаемой массе одной особи 1,46 кг) явно не соответствовал рассчитанному числу рекомендованных к вылову рыб (4265 – 3816 = 449 тыс. экз.). В принципе произведенное увеличение рекомендуемого вылова даже за счет уменьшения величины пропуска на нерестилища вполне соответствовало нашей позиции (усиление промысловой нагрузки). С одной стороны, величина прогнозируемого возврата горбуши к побережью была существенно заниженной [Каев и др., 2023]. С другой стороны, снижение расчетного количества рекомендуемого пропуска производителей в реки также вполне оправданно, учитывая отсутствие уже в течение целого ряда лет их заходов в р. Найба. Развитие промысла полностью подтвердило правомочность такой позиции, так как подходы горбуши обеспечивали уловы, многократно превосходящие прогнозные

ожидания (рис. 7, Б). Фактически выловлено 7088 т горбуши (5692 тыс. рыб). Численность вернувшихся рыб данного поколения составила 9544 тыс. рыб, в реки зашло 3852 тыс. производителей, но эта величина, видимо, занижена, так как в некоторых весьма значимых для воспроизводства реках учет горбуши производился в начале наиболее массовых ее заходов.

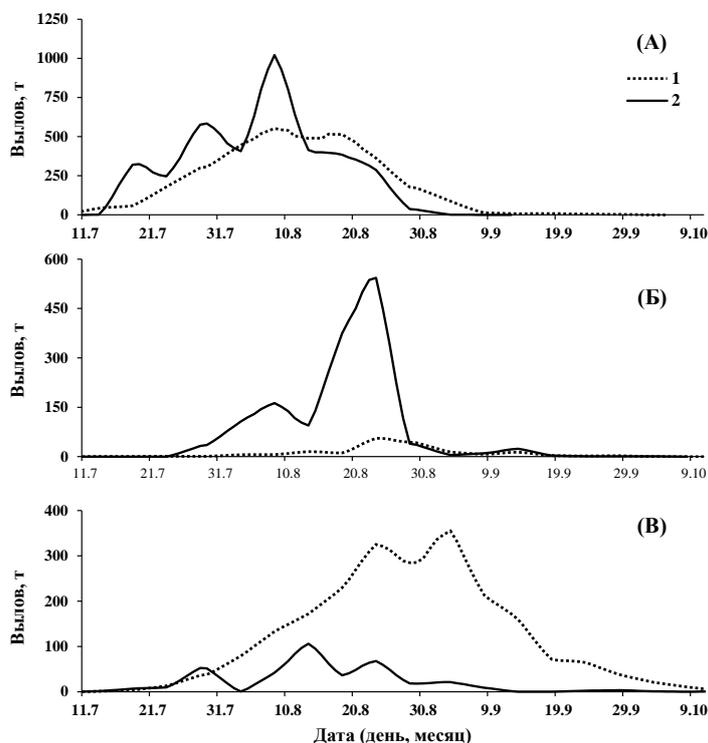


Рис. 7. Динамика ожидаемых (1) и фактических (2) уловов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в 2023 г.

Fig. 7. Dynamics of expected (1) and actual (2) catches of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (Б) coasts of Sakhalin Island and on Iturup Island (В) in 2023

Показатели воспроизводства горбуши на о. Итуруп (численность производителей на нерестилищах и последующего ската молоди) позволили разработать сравнительно благоприятный для рыбной отрасли прогноз возврата, рассчитанный, по аналогии с северо-восточным Сахалином, двумя методами — по соотношению «скат–возврат» (6401 тыс. рыб) и моделирования (9448 тыс. рыб). В качестве итоговой величины возврата принято значение, полученное при моделировании, в соответствии с которым к вылову рекомендовано 7748 тыс. рыб с биомассой 11400 т. По нашей оценке, выбор большего значения был приемлем, так как численность покатной молоди в прогнозных материалах вновь была существенно занижена [Каев и др., 2023] вследствие использования в расчётах неполных данных её учета (по 24 мая, в то время как скат протекал до конца июня). В ходе промысла величина уловов соответствовала прогнозу только в июле, а в августе происходило нарастающее их отставание от прогнозных оценок (рис. 7, В). Итоговая биомасса вылова достигла лишь 1948 т (1729 тыс. рыб), а в реки для нереста зашло 362 тыс. производителей. Численность возврата данного поколения составила 2091 тыс. рыб.

Обсуждая вышеприведенные данные, прежде всего следует исходить из того, что изредка наблюдаемое полное соответствие численности подходов горбуши в тот или иной район с прогнозной оценкой по своей сути является случайным совпадением, так как в прогнозе невозможно учесть все многообразие причинно-следственных связей в процессе становления численности рыбы [Коновалов, 1985]. К тому же вариабельность самих этих связей обуславливает неодинаковую цикличность в динамике численности разных популяций и видов, живущих в одних и тех же экосистемах [Шунтов, 2000; Шунтов, Темных, 2011]. Значимую роль могут иметь масштабные перераспределения нересто-

вых потоков рыб между районами воспроизводства разных стад, происходящие в соответствии с гипотезой «флуктуирующего стада горбуши» [Глубоковский, Животовский, 1986; Каев, Животовский, 2017; Зеленина и др., 2022]. Известны факты рассеивания горбуши заводского происхождения по разным промысловым районам, устанавливаемые на основе маркирования отолитов [Мякишев и др., 2019; Стекольников, 2021]. Кроме того, существуют и субъективные ошибки, связанные с точностью используемых данных. Какими бы ни были методы расчета численности будущего возврата горбуши, в основу их должны закладываться значения показателей, полученные на основе использования стандартных методов, т.е. ежегодного применения принятых методик по сбору и последующей интерпретации первичных данных. Ведь хорошо известно, что ключевой проблемой любого прогноза является точность первичных данных. Понятно, что это не является панацеей от ошибок, для их появления достаточно много разных причин. Однако точных прогнозов, основанных на приблизительных измерениях, не бывает [Островский, 2007]. Кроме того, такие измерения вводят в заблуждение при анализе отклонений реализации прогноза и исключают возможность понимания путей их устранения в будущих расчетах. Ниже приведем наиболее яркие примеры расхождений величин подходов горбуши в сравнении с прогнозируемыми, связанных с субъективными (корректность данных) и объективными (действие природных факторов) причинами.

Чрезмерно большая ошибка в 2021 г. при реализации прогноза по вылову горбуши на северо-восточном побережье Сахалина связана в основном с использованием в расчетах некорректных данных по скату молоди. В 2020 г. в р. Малая Хузи (южная часть побережья) было учтено 376 тыс. покотников горбуши, в то время как в р. Даги (северная часть побережья) — 4485 тыс. покотников. Впервые за все годы наблюдений индекс ската (отношение количества скатившейся из реки молоди к числу ранее учтенных производителей) в реке из южной части побережья оказался в 5 раз ниже, чем в северной. При этом осенью при нересте горбуши и после него в южной части побережья не было зафиксировано обильных дождей, которые могли вызвать паводки с разрушением грунта нерестилищ [Каев, Колпаков, 2022]. Поэтому данный результат оказался феноменальным, учитывая, что в реках горбушевого типа в южной части побережья эффективность нереста в сравнении с его северной частью существенно выше, в среднем в 1,33 раза по наблюдениям в одни и те же годы [Каев, 2019]. Полученные данные по скату были опубликованы [Каев и др., 2020б], так как появление такой диспропорции не могло быть основанием для их опровержения, ибо в природе случаются порой необычные явления. Ведение промысла на следующий год предоставило возможность проверки этих результатов на практике. Как показано выше, подходы горбуши значительно превзошли ожидания. Теоретически это могло быть следствием фантастически высокой выживаемости рыб данного поколения в течение морского периода жизни. Однако 78,5 % из возврата рыб подошло к южной части побережья, из рек которой, судя по данным учета, скатилось всего 21,5 % молоди. Если исходить из такой оценки ската, то выживаемость в течение морского периода жизни горбуши, вернувшейся к этой части побережья, составила нереальные 37,8 %, в то время как для северной части побережья этот показатель составил 3,5 %. Из предыдущих наблюдений известно, что выживаемость одних и тех же поколений в южной и северной части побережья была примерно на одном уровне, в среднем соответственно 3,39 и 2,31 % [Каев, 2019]. Летом 2023 г. при изучении многолетних данных по величине суточных осадков в период ската молоди из рек восточного побережья Сахалина выяснилась любопытная особенность. На северо-восточном побережье Сахалина 12–13 июня 2020 г. проходил довольно обширный дождевой фронт. За эти сутки были зафиксированы осадки на ГМС в населенных пунктах в направлении с севера на юг Ноглики (28 мм, рядом с р. Даги), Пограничное (55 мм, рядом с р. Малая Хузи) и Первомайск (35 мм). Прохождение этого фронта привело к паводку в р. Даги, но, судя по приведенным данным наблюдений в р. Малая Хузи (рис. 8), дождя как бы и не было, хотя осадки в районе протекания последней были наибольшими. Такое несоответствие послужило для нас дополнительным аргументом, что данные по скату молоди горбуши в р. Малая Хузи в 2020 г. недостоверны.

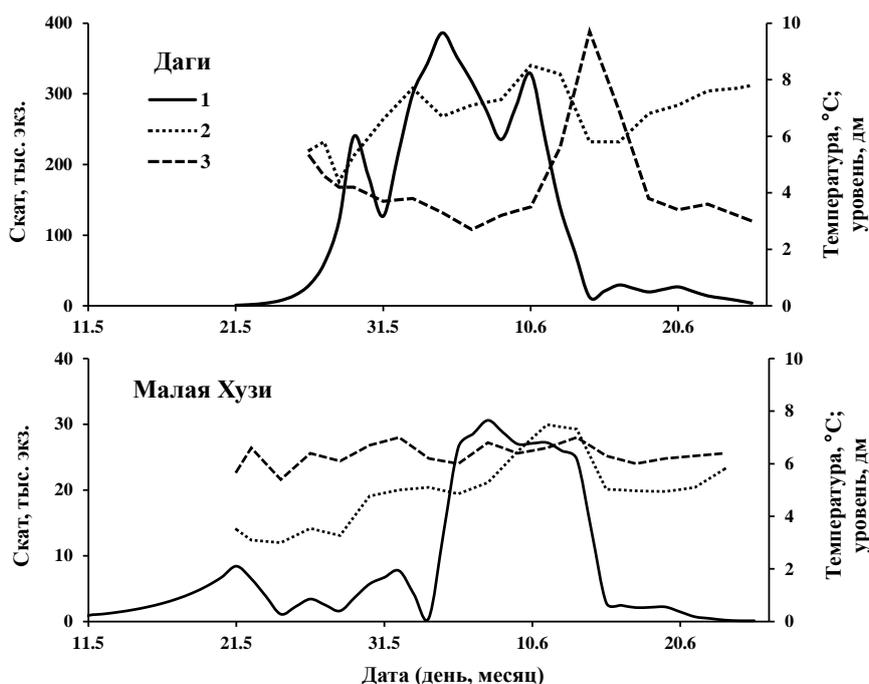


Рис. 8. Динамика покатной миграции молоди горбуши (1), температуры (2) и уровня воды (3) в реках Даги и Малая Хузи в 2020 г.

Fig. 8. Seasonal dynamics for downstream migration of juvenile pink salmon (1), water temperature (2) and water level (3) in the Dagi and Malaya Khuzi Rivers in 2020

Примером значительной ошибки прогноза, связанной с объективными причинами, может быть ситуация, сложившаяся на северо-восточном побережье Сахалина в 2018 г. Численность горбуши резко увеличилась в этом районе по линии четных лет начиная с 2016 г., что заметно отразилось на ходе промысла. Так, в 1996–2014 гг. ее вылов изменялся в пределах от 56 до 9348 т, составив в среднем 2227 т. В 2016 г. он увеличился до 26841 т, а в 2018 г. достиг 39468 т. Появление экстремумов само по себе трудно предсказуемо по причине отсутствия аналогов. Ситуация усугублялась еще и тем, что неизвестным было реальное выживание в течение морского периода жизни последних поколений ввиду отсутствия фактических данных по численности покатыков. Тем не менее в прогнозе предполагался оптимистичный сценарий, в соответствии с которым, например, для южной части побережья, где формируется основной запас горбуши, в расчеты было заложено значение коэффициента возврата (2,36 %), превышающее таковое для 5 поколений четных лет нереста в 2002–2010 гг. (1,80 %). Однако реальная выживаемость оказалась вдвое выше (4,34 %). Противоположным по знаку примером является прогноз численности горбуши в 2023 г. на о. Итуруп. Все данные, характеризующие воспроизводство вида в реках, свидетельствовали о потенциально высокой численности данного поколения. Вопреки этим данным прогноз был занижен вследствие использования в расчетах неполных данных по численности покатной молоди, скатившейся с нерестилищ. Количество диких покатыков в прогнозных материалах было в 5 раз меньше в сравнении с таковым, определенным по принятой ранее методике [Каев, 2010а; Каев и др., 2023]. Однако реальный возврат оказался существенно ниже даже заниженного прогноза. Основной причиной столь низкой численности горбуши данного поколения стали, видимо, штормовые условия в период ската молоди из рек, во время которых недавно скатившаяся из рек молодь слабо реагирует на внешние угрозы, становясь тем самым легкой добычей хищных рыб [Каев, 2018]. В первой половине мая, судя по данным ГМС в пос. Китовый, было 3 штормовых дня, а через неделю после начала массового ската молоди горбуши в прибрежье моря последовала ежесуточная серия сильных ветров. Поэтому не удивительно, что вторая половина хода горбуши практически не состоялась (рис. 9).

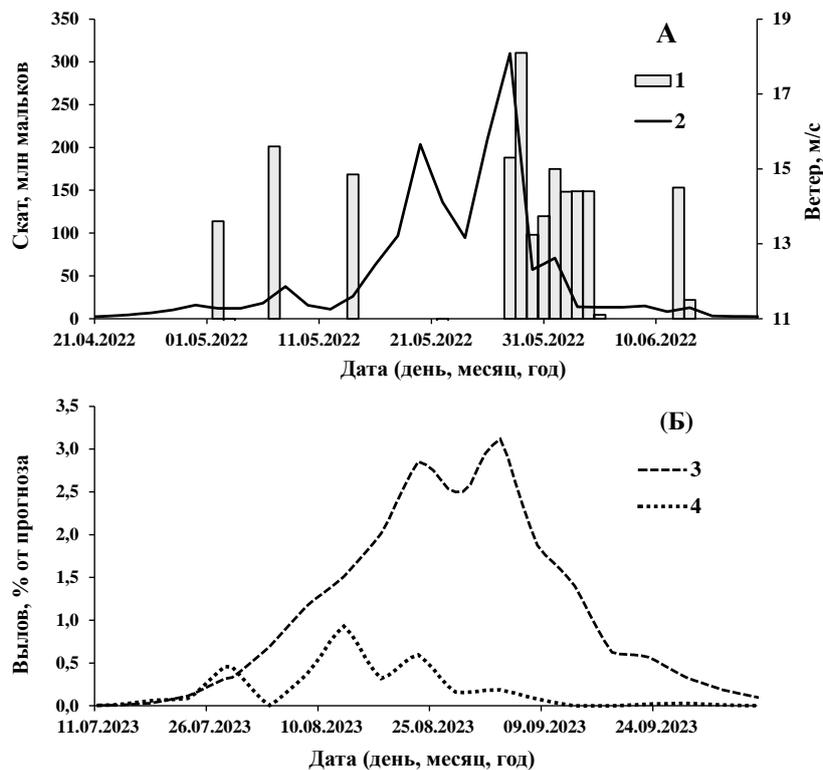


Рис. 9. Динамика покатной миграции молоди горбуши в р. Рыбацкой (2) и среднесуточная скорость максимальных порывов ветра (1) в 2022 г. (А); ожидаемая (3) и фактическая (4) динамика уловов горбуши при возврате этого поколения в 2023 г. (Б)

Fig. 9. Seasonal dynamics for mean daily rate of wind gusts (1) and downstream migration of juvenile pink salmon in the Rybatskaya River (2) in 2022 (А); seasonal dynamics of expected (3) and actual (2) catches of the returned pink salmon in 2023 (Б)

В 2018–2023 гг. в каждом из рассмотренных районов (северо-восточное и юго-восточное побережья о. Сахалин, о. Итуруп) отмечено по три разнонаправленных отклонений фактического возврата горбуши от ожидаемого. В целом для этих районов при снижении численности рыб в возвратах в сравнении с ожидаемой отклонение от прогноза составило 2,3 (от 1,4 до 4,5) раза, при обратной ситуации — 1,8 (от 1,2 до 2,6) раза, т.е. в среднем за эти годы отклонение фактического возврата численности рыб от ожидаемого было примерно двукратным. Изменения численности горбуши привели в последние годы к необычно затянувшемуся доминированию по уловам на восточном побережье о. Сахалин традиционно рецессивной линии поколений четных лет нереста (рис. 10). За период наблюдений с 1950 г. все такие «сбои» в динамике уловов были кратковременными, когда в результате падения вылова в нечетные годы происходило его резкое увеличение в четный год с таким же быстрым падением в последующий циклический год [Каев, 2010б]. В последние годы такое доминирование обычно рецессивной линии сохраняется уже на протяжении нескольких поколений. Тем не менее на северо-восточном побережье острова в результате наметившейся тенденции увеличения уловов по нечетным годам эта линия в 2023 г. восстановила свой доминантный уровень. На юго-восточном побережье о. Сахалин с 2021 г. тоже проявилась тенденция увеличения запаса горбуши. Несмотря на меньшую, в сравнении с северо-восточным побережьем, интенсивность прироста уловов, так же сохраняется вероятность выхода уловов по нечетной линии на доминантный уровень. Тем более что этот процесс, возможно, искусственно ускорен вследствие слабого ската молоди с нерестилищ из-за чрезмерно высокой плотности скоплений производителей горбуши на них в 2022 г. На о. Итуруп наблюдалось быстрое восстановление запасов горбуши после резкого их падения, как это и произошло в 2013, 2016 и 2017 гг. Вследствие этого в последние годы сохранилась типичная для Итурупа ситуация по соотношению уловов горбуши в смежные годы, а именно доминирование по запасам, хотя и не очень заметно выраженное, генеративной линии четных лет.

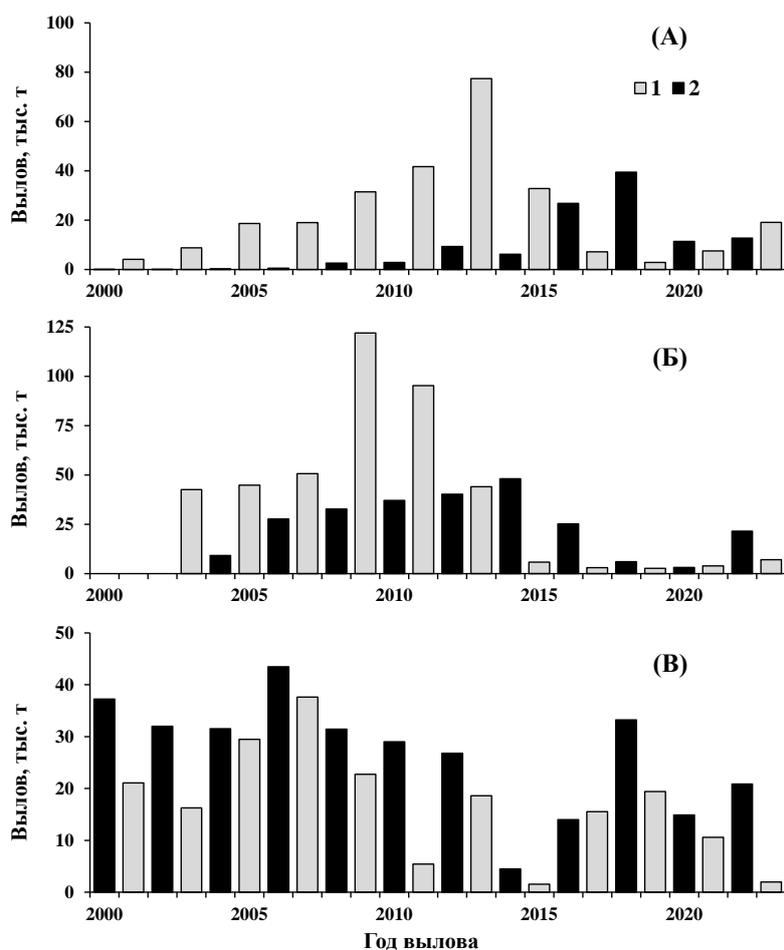


Рис. 10. Вылов горбуши на северо-восточном (А) и юго-восточном (Б) побережье о. Сахалин и на о. Итуруп (В) в нечетные (1) и четные (2) годы
 Fig. 10. Annual catch of pink salmon on the northeastern (A) and southeastern (B) coasts of Sakhalin Island and on Iturup Island (B) in odd (1) and even (2) years

Заключение

На Сахалине (северо-восточное и юго-восточное побережья) и о. Итуруп отклонение фактической численности от ожидаемой в возвратах горбуши в 2018–2023 гг. было в среднем примерно двукратным. Большие ошибки прогноза обусловлены как объективными (природные факторы, носящие случайный характер и своевременно не учитываемые), так и субъективными (некорректность исходных данных) причинами. Если оценка действий природных факторов требует проведения специальных исследований, то повышение достоверности исходных данных (количественные показатели выживаемости на этапах икра–личинки–молодь) должно привести к увеличению точности прогнозов в ближайшей перспективе.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы выражают благодарность сотрудникам лаборатории лососевых рыб СахНИРО за высказанные при обсуждении этой статьи замечания.

The authors are grateful to the colleagues from the Salmon Fishes Laboratory of SakhNIRO for their helpful comments during discussion of the article.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

This study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

Авторы заявляют, что данный обзор не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки на все использованные в обзоре данные других авторов оформлены в соответствии с ГОСТом.

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

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

The authors declare that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

А.М. Каев возглавил проведение данного исследования. Авторы совместно анализировали данные и готовили статью.

Both authors jointly analyzed the data, wrote and illustrated the manuscript; A.M. Kaev managed the study.

Список литературы

Атлас Сахалинской области [Карты] / ред. кол.: гл. ред. Г.В.Комсомольский и И.М. Сирок. — М. : ГУГК, 1967. — 135 с.

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

Глубоковский М.К., Животовский Л.А. Популяционная структура горбуши: система флуктуирующих стад // Биол. моря. — 1986. — Т. 12, № 2. — С. 39–43.

Зеленина Д.А., Животовский Л.А., Сошнина В.А. и др. Внутривидовая дифференциация азиатской горбуши по данным о последовательности митохондриального гена СУТВ // Генетика. — 2022. — Т. 58, № 11. — С. 1280–1291. DOI: 10.31857/S0016675822110145.

Иванков В.Н. Внутривидовая дифференциация и популяционная организация горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в различных частях ареала // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 167. — С. 64–76.

Иванков В.Н. Локальные стада горбуши Курильских островов // Гидробиол. журн. — 1967. — Т. 3, № 1. — С. 62–67.

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

Каев А.М. Биологические основы рационального промысла лососей в сахалино-курильском регионе // Вопр. рыб-ва. — 2007. — Т. 8, № 4(32). — С. 713–733.

Каев А.М. Методические аспекты количественного учета покатной молоди лососей в реках Сахалино-Курильского региона // Изв. ТИНРО. — 2010а. — Т. 162. — С. 194–206.

Каев А.М. Итоги лососевой путины на Сахалине при новой системе регулирования промысла // Рыб. хоз-во. — 2010б. — № 2. — С. 42–46.

Каев А.М. Некоторые результаты изучения динамики численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* на северо-восточном побережье острова Сахалин // Вопр. ихтиол. — 2019. — Т. 59, № 6. — С. 672–680. DOI: 10.1134/S0042875219060043.

Каев А.М. О влиянии экстремальных факторов среды на динамику численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Вопр. ихтиол. — 2018. — Т. 58, № 2. — С. 179–191. DOI: 10.7868/S0042875218020078.

Каев А.М. Особенности воспроизводства кеты в связи с ее размерно-возрастной структурой : моногр. — Южно-Сахалинск : СахНИРО, 2003. — 288 с.

Каев А.М. Особенности промысла и показатели воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* о. Итуруп (Курильские острова) // Изв. ТИНРО. — 2022. — Т. 202, вып. 1. — С. 71–91. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-71-91.

Каев А.М. Оценка эффективности прогнозирования и управления промыслом горбуши в Сахалино-Курильском регионе // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 167. — С. 32–53.

Каев А.М. Темпоральная структура и некоторые вопросы динамики стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) // Вопр. ихтиол. — 2012. — Т. 52, № 1. — С. 62–71.

Каев А.М., Дзен Г.Н., Сухонос П.С., Бобров И.С. Оценка численности покатной молоди горбуши в реках островов Сахалин и Итуруп в 2019 г. // Изв. ТИНРО. — 2020а. — Т. 200, вып. 1. — С. 82–100. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-82-100.

Каев А.М., Сухонос П.С., Бобров И.С. и др. Результаты количественного учета покатной молоди горбуши в реках Сахалино-Курильского региона в 2020 г. // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО-центр, 2020б. — С. 120–131.

Каев А.М., Животовский Л.А. О вероятном перераспределении горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* между районами воспроизводства разных стад в Сахалино-Курильском регионе // Вопр. ихтиол. — 2017. — Т. 57, № 3. — С. 264–274. DOI: 10.7868/S0042875217030080.

Каев А.М., Колпаков В.Н. Состояние запасов горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) Восточного Сахалина // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях : Тр. СахНИРО. — 2022. — Т. 18. — С. 3–20.

Каев А.М., Ромасенко Л.В., Каев Д.А. К вопросу об эффективности крупномасштабного заводского разведения кеты (*Oncorhynchus keta*, Walbaum, 1792) на острове Итуруп (Курильские острова) // Биол. моря. — 2021. — Т. 47, № 6. — С. 411–420. DOI: 10.31857/S0134347521060073.

Каев А.М., Самарский В.Г., Глубоковский М.К. К совершенствованию регулирования промысла горбуши (на примере Сахалино-Курильского региона) // Тр. ВНИРО. — 2023. — Т. 192. — С. 39–54. DOI: 10.36038/2307-3497-2023-192-39-54.

Коновалов С.М. Факторы, лимитирующие численность и биомассу тихоокеанских лососей // Биологические исследования лососевых. — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985. — С. 5–25.

Мякишев М.С., Иванова М.А., Зеленников О.В. К вопросу о мечении молоди тихоокеанских лососей и эффективности работы рыбоводных заводов // Биол. моря. — 2019. — Т. 45, № 5. — С. 342–348. DOI: 10.1134/S0134347519050085.

Островский В.И. О брошюре Б.Н. Котенева, О.Ф. Гриценко, Н.В. Кловач «Об организации промысла тихоокеанских лососей» (М.: ВНИРО, 2006) // Бюл. № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2007. — С. 105–110.

Рухлов Ф.Н. Изменение условий и эффективности естественного воспроизводства горбуши и осенней кеты Сахалина в связи с хозяйственным освоением острова : автореф. дис. ... канд. биол. наук. — Владивосток : ТИНРО, 1971. — 18 с.

Рухлов Ф.Н. Нерестилища лососей рода *Oncorhynchus* на Сахалине // Зоол. журн. — 1970. — Т. 49, вып. 3. — С. 390–398.

Стеколыщикова М.Ю. Пространственное распределение и межгодовая изменчивость уловов горбуши искусственного происхождения в водах восточного побережья о. Сахалин в современный период // Изв. ТИНРО. — 2021. — Т. 201, № 2. — С. 484–504. DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-484-504.

Шунтов В.П. Результаты изучения макроэкосистем дальневосточных морей России: задачи, итоги, сомнения // Вестн. ДВО РАН. — 2000. — № 1. — С. 19–29.

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

Каев А.М., Irvine J.R. Population dynamics of pink salmon in the Sakhalin-Kuril Region, Russia // NPAFC Bull. — 2016. — № 6. — P. 297–305. DOI: 10.23849/npafcb6/297.305.

Поступила в редакцию 11.12.2023 г.

После доработки 7.02.2024 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

*The article was submitted 11.12.2023; approved after reviewing 7.02.2024;
accepted for publication 29.03.2024*