

Научная статья

УДК 597.552.511–152.6(265.53)

DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-448-471

EDN: JNZEJD



НЕКОТОРЫЕ ВОПРОСЫ ДИНАМИКИ СТАДА  
ГОРБУШИ *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*  
ЗАЛИВА АНИВА (ОСТРОВ САХАЛИН)

А.М. Каев<sup>1</sup>, С.С. Макеев<sup>2</sup>, П.С. Сухонос<sup>2\*</sup><sup>1</sup> Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),  
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196;<sup>2</sup> Сахалинский филиал Главрыбвода (Сахрыбвод),  
693006, г. Южно-Сахалинск, ул. Емельянова, 43а

**Аннотация.** Представлены результаты мониторинга в 1975–2024 гг. горбуши, нерестящейся в реках побережья зал. Анива (южная часть о. Сахалин). Комплекс проводимых исследований включал изучение динамики подхода рыб к побережью и их биологических показателей, определение численности производителей на нерестилищах и количественный учет покатной молоди в контрольных реках. По этим данным проведены оценки численности рыб-родителей, покатной молоди и возврата взрослых рыб соответствующих поколений, а также эффективности воспроизводства горбуши в пресноводный и морской периоды жизни. В доминировании генеративной линии нечетных лет нереста по численности, как и в целом в формировании численности горбуши зал. Анива, большее значение принадлежит факторам, действующим в течение морского периода жизни. Таким образом, численность взрослых рыб в большей мере зависела от численности покатной молоди, чем от численности производителей на нерестилищах.

**Ключевые слова:** горбуша, залив Анива, вылов, численность взрослых рыб и покатной молоди, индексы воспроизводства

**Для цитирования:** Каев А.М., Макеев С.С., Сухонос П.С. Некоторые вопросы динамики стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* залива Анива (остров Сахалин) // Изв. ТИНРО. — 2025. — Т. 205, вып. 3. — С. 448–471. DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-448-471. EDN: JNZEJD.

\* Каев Александр Михайлович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, [kaev@outlook.com](mailto:kaev@outlook.com), ORCID 0000-0002-5989-3988; Макеев Сергей Степанович, начальник Анивской КНС, [smak02@mail.ru](mailto:smak02@mail.ru), ORCID 0009-0002-1677-4062; Сухонос Павел Сергеевич, заместитель начальника, [ichtiologia@mail.ru](mailto:ichtiologia@mail.ru), ORCID 0009-0007-9870-9454.

Original article

## Some issues of dynamics for the herd of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in the Aniva Bay (Sakhalin Island)

Alexander M. Kaev\*, Sergey S. Makeev\*\*, Pavel S. Sukhonos\*\*\*

\* Sakhalin branch of VNIRO (SakhNIRO),

196, Komsomolskaya Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

\*\*, \*\*\* Sakhalin branch of Glavrybvod (Sakhrybvod),

43a, Emelyanov Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 693006, Russia

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

\*\* head of department, smak02@mail.ru, ORCID 0009-0002-1677-4062

\*\*\* deputy head, ichtiologia@mail.ru, ORCID 0009-0007-9870-9454

**Abstract.** Results of monitoring on the pink salmon spawning in the rivers of Aniva Bay (southern Sakhalin Island) in 1975–2004 are presented, including dynamics of the fish run to the coast and the number of spawners on the spawning grounds, biological parameters of the spawners, and quantitative accounts of the juveniles migrated downstream the monitored rivers. Based on these data, the total number of parent fish, juveniles, and returning adults are estimated for each year-class and the reproduction efficiency of pink salmon in the freshwater and marine periods of their life are calculated. Dynamics of pink salmon abundance in the Aniva Bay and dominance of the generative line of odd years were mostly determined by factors acting during the marine period of life, that's why the number of returned adults depended more on the number of juveniles than on the number of producers on the spawning grounds.

**Keywords:** pink salmon, Aniva Bay, annual catch, number of spawners, number of juveniles, reproduction index

**For citation:** Kaev A.M., Makeev S.S., Sukhonos P.S. Some issues of dynamics for the herd of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in the Aniva Bay (Sakhalin Island), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2025, vol. 205, no. 3, pp. 448–471. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2025-205-448-471. EDN: JNZEJD.

### Введение

Горбуша является самым массовым видом среди тихоокеанских лососей, во многом определяя ход лососевого промысла в Сахалино-Курильском регионе. По результатам экологических и морфологических исследований установлено наличие в Сахалино-Курильском регионе нескольких локальных стад этого вида [Воловик, 1967а; Иванков, 1967, 1993, 2011; Гриценко, 1990], одним из которых является группировка рыб в зал. Анива. На фоне общего роста или падения уровня запасов горбуши в регионе каждому из стад присущи свои особенности в воспроизводстве ресурсов, что находит отражение в асинхронности межгодовых изменений их численности, особенностях сезонной динамики нерестовой и покатной миграций [Каев и др., 2025]. Следовательно, для обеспечения рационального использования запасов горбуши необходимо учитывать своеобразие в динамике каждого из ее стад в регионе. Последние обобщения по вопросам динамики стада горбуши зал. Анива были выполнены по материалам, собранным в основном в последней четверти XX в. [Каев и др., 2004; Каев, Антонов, 2005; Каев et al., 2007]. В связи с этим назрела необходимость восполнить данный пробел в отношении текущего века. Такое обобщение полезно также с точки зрения меняющегося климата, повлекшего существенные изменения численности тихоокеанских лососей в разных районах побережья Северной Пацифики и прилегающих морей [Kaeriyama, 2021; Krovnin et al., 2021].

Цель настоящей работы — оценить численность и выживаемость на разных этапах онтогенеза, а также биологические показатели рыб как отдельных поколений, так и разных генеративных линий горбуши зал. Анива.

### Материалы и методы

Ежегодное изучение состояния стада горбуши зал. Анива осуществляли с 1975 г. Комплекс проводимых исследований включал изучение динамики подхода рыб к по-

бережью и их биологических показателей, определение численности производителей на нерестилищах и количественный учет в реках покатной молоди.

Численность возвратов рыб соответствующих поколений установлена при обобщении данных промысловой статистики и результатов обследования рек. В XX в. данные по вылову основывались на отчетных документах рыбодобывающих организаций (в основном рыболовецкий колхоз им. Кирова) и сведениях ныне Сахалинского филиала Главрыбвода (СРВ) по вылову производителей в процессе деятельности лососевых рыбозаводных заводов (ЛРЗ), в XXI в. — по официальной статистике компетентных государственных учреждений, ныне Сахалино-Курильского территориального управления Росрыболовства (СКТУ). Количество выловленных рыб рассчитано путем деления биомассы вылова на осредненные по соответствующим пятидневкам значения массы особей, установленные по биологическим анализам.

Численность рыб в обследуемых реках определена по данным подсчета сотрудниками СРВ числа производителей на отдельных площадках нерестилищ в период массового нереста [Глубоковский и др., 2017; Шевляков и др., 2019]. При оценке суммарного захода рыб в реки использован метод расчета с ранжированием водоемов по рангу изученности, позволяющий снизить фактор субъективности при визуальной оценке плотности скоплений рыб на нерестилищах. Реки, которые обследовали почти во все годы, приняты в качестве реперных, данные обследования по которым принимаются за истинные (рис. 1). На западном побережье залива к ним относятся Найча, Кура, Ульяновка, Тамбовка, Урюм и Таранай, в которых сосредоточено 88 % нерестового фонда в реках этой части побережья (790 тыс. м<sup>2</sup>). По северной части побережья — р. Лютога, в которой ежегодно обследуют р. Быструю (правый приток, 15 % нерестилищ от 767 тыс. м<sup>2</sup> нерестового фонда) и эпизодически отдельные участки русла или другие притоки. На восточном побережье — реки Островка и Игривая (34 % нерестилищ от 114 тыс. м<sup>2</sup> нерестового фонда). Плотность заполнения нерестилищ в реках, обследование которых проводится эпизодически, принимается равной среднему значению между наблюдаемой в данном водоеме и в реперных реках. В остальных

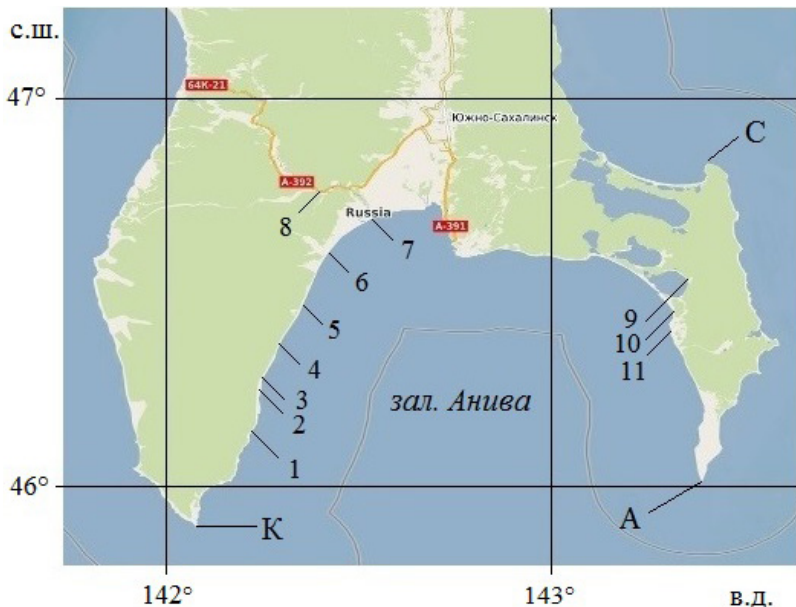


Рис. 1. Зал. Анива: контрольные реки Найча (1), Кура (2), Ульяновка (3), Тамбовка (4), Урюм (5), Таранай (6), Лютога (7), Быстрая (8, правый приток Лютоги), Шешкевича (9), Игривая (10) и Островка (11); К — мыс Крильон, А — мыс Анива, С — мыс Свободный

Fig. 1. The monitoring rivers of Aniva Bay: Naicha (1), Kura (2), Ulyanovka (3), Tambovka (4), Uryum (5), Taranay (6), Lyutoga (7), Bystraya (8, right tributary of Lyutoga River), Sheshkevicha (9), Igrivaya (10), and Ostrovka (11). K — Cape Crillon, A — Cape Aniva, C — Cape Svobodny

численность производителей определена на основании их средней расчетной плотности на нерестилищах всех обследованных рек [Каев и др., 2004; Каев, Klovach, 2014]. Количество нерестилищ в реках время от времени переоценивается разными специалистами при очередных обследованиях (паспортизация) в ту или иную сторону. Однако следует, видимо, исходить из того, что площадь нерестилищ горбуши в значительной мере связана с геоморфологическими характеристиками реки [Montgomery et al., 1999], вследствие чего она относительно постоянна. Поэтому в многолетних рядах данных величина заходов горбуши в реки рассчитана с использованием единого для всех лет значения площади нерестилищ в реках.

Численность покатной молоди определена на основе статистики ее выпусков с ЛРЗ и количества покатников, мигрирующих с нерестилищ. Учет вели на разных участках основного русла р. Лютога (по 1989 г.), затем в ее правом притоке — р. Быстрой (1990–2018 гг.), — а также в реках Шешкевича (1981–1993 гг.), Найча (2008 г.), Таранай (2008, 2013–2024 гг.) и Кура (1985–2024 гг.). Учет осуществляли методом выборочных обловов [Воловик, 1967б; Каев, 2011] с небольшими модификациями методик, используемых в СахНИРО (р. Кура) и СРВ (другие реки) [Каев и др., 2024]. Экстраполяция данных учета покатников в контрольных реках на другие водоемы осуществлена посредством так называемого индекса ската (ИС), рассчитываемого как отношение числа скатившейся молоди в контрольной реке к числу производителей, зашедших в нее для нереста [Каев, Irvine, 2016].

Индекс ската (ИС) фактически показывает эффективность воспроизводства в пресных водах, отражая величину донерестовой гибели производителей, потерь икры при нересте и смертности в процессе эмбрионального и личиночного развития. Для оценки последующей выживаемости потомства в течение морского периода жизни используется коэффициент возврата поколения (КВ), рассчитываемый как отношение числа вернувшихся взрослых рыб к численности скатившейся из рек молоди.

Для изучения биологических показателей горбуши осуществляли сборы рыб из промышленных уловов ставными неводами и исследовательских уловов в реках. В 1976–2012 гг. большинство материалов собрано из уловов ставных неводов — 286 проб (26930 рыб), в реках — 133 пробы (11496 рыб). В последующие годы сборы из уловов ставных неводов почти прекратились (2 пробы, 151 рыба) с одновременным снижением также объема сборов в реках (80 проб, 5765 рыб), что отчасти связано со слабыми заходами горбуши в реки. Расчет биологических показателей горбуши для каждого из 44 поколений (по 22 поколения разных генеративных линий) выполнен по принципу средневзвешенного значения относительно динамики промысловых уловов ставными неводами, фактически отражающей динамику подхода горбуши к побережью. Полученная при построении данного алгоритма скользящая средняя значений массы тела горбуши использована для расчета числа выловленных рыб по пентадам. В 1975, 1982, 2015–2017 гг. пробы не собирали, поэтому расчет числа выловленных рыб в эти годы был осуществлен по результатам биологических анализов горбуши на юго-восточном побережье о. Сахалин.

Статистическая обработка проведена в среде Windows в программах Microsoft Office Excel и Statistica, при этом использованы следующие символы:  $M$  — среднее значение,  $SD$  — стандартное отклонение,  $CV$  — коэффициент вариации,  $r$  — коэффициент корреляции Пирсона,  $p$  — уровень доверительной вероятности,  $n$  — объем выборки. Разность между средними значениями выборок оценена по критерию Фишера ( $F$ ), проверка данных на соответствие нормальному распределению — по критерию  $\chi^2$ .

## Результаты и их обсуждение

### *Промысел*

Горбуша подходит в зал. Анива с разных направлений: с запада — со стороны Японского и с востока — со стороны Охотского морей. При миграции из Японского

моря она входит в залив, видимо, через его центральную часть, так как подходу к мысу Крильон препятствует область холодных вод, отмечаемая ежегодно восточнее этого мыса в результате адвекции глубинных вод [Пищальник, Бобков, 2000]. Вследствие этого рыбы этой группировки сначала подходят к северному побережью залива, а затем распространяются уже в южном направлении вдоль побережья п-ова Крильонского. Горбуша, мигрирующая из Охотского моря, обогнув мыс Анива, распространяется затем по заливу сравнительно широким фронтом, вследствие чего ее уловы ставными неводами фиксируются почти одновременно на разных участках побережья [Антонов, 2006]. Поэтому характеристику промысла представим в целом для залива, так как выделение отдельных группировок горбуши, мигрирующих к рекам своего нереста, является весьма проблематичным.

В послевоенные годы в течение продолжительного периода уловы были невелики с небольшими подъемами во второй половине 1950-х и в середине 1970-х гг. (рис. 2). Очередной подъем пришелся на первую половину 1990-х гг. с достижением на то время рекордного вылова в 1991 г. За этой «волной» после кратковременного снижения в конце века последовала наиболее мощная по величине уловов «волна», в ходе которой были достигнуты исторические максимумы вылова по линии четных и нечетных лет (в 2006 и 2009 гг.) — соответственно 54,9 и 56,9 тыс. т. После достижения этих максимальных значений по обеим линиям произошел резкий спад уловов, причем в последнее 10-летие запас горбуши снизился до критически малого уровня, вследствие чего вводились запреты на ведение промышленного лова.

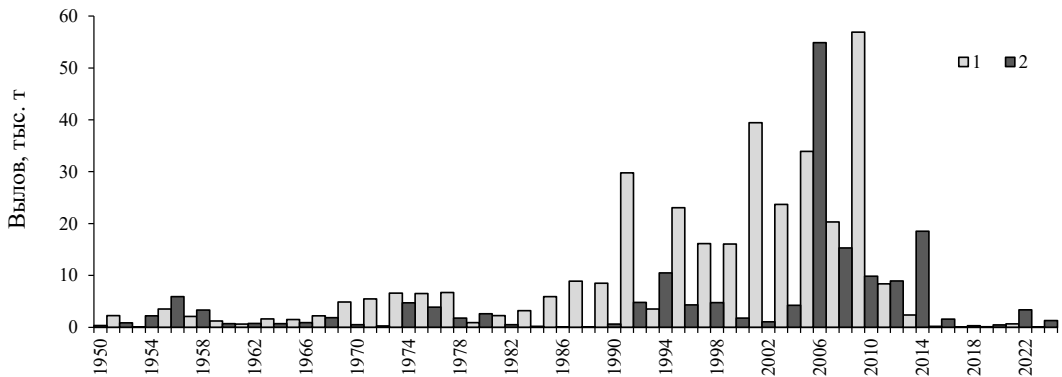


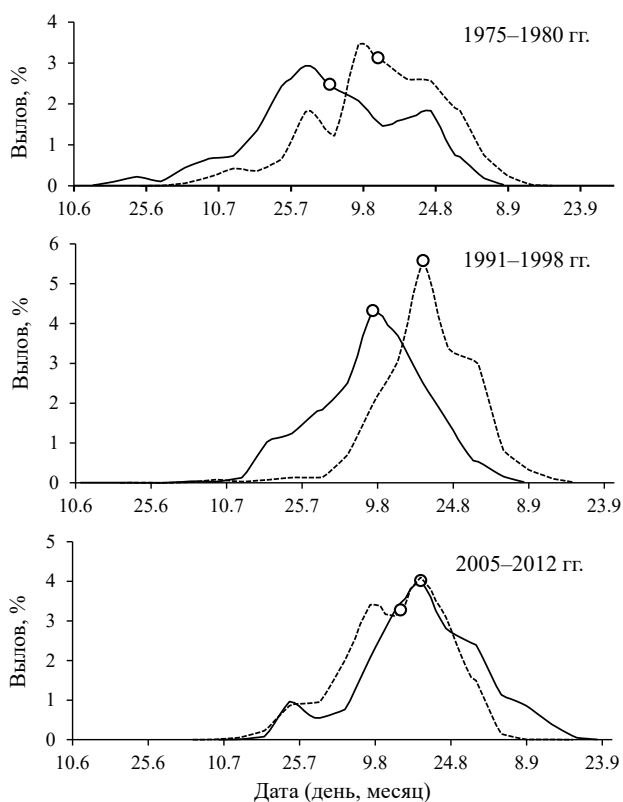
Рис. 2. Динамика вылова горбуши в зал. Анива в нечетные (1) и четные (2) 1950–2024 гг.

Fig. 2. Dynamics of the pink salmon catch in the Aniva Bay in odd (1) and even (2) years of 1950–2024

Сезонная динамика уловов определяется подходом горбуши разных группировок, в связи с этим сроки нерестового хода довольно растянуты. Появление гонцов в реках Лютога и Таранай отмечалось в первых числах июня, однако массовый заход производителей в реки начинается в третьей декаде июля и продолжается по конец августа. Промысел ставными неводами завершается обычно в первой половине сентября с прекращением массового подхода рыб к побережью. Однако ход горбуши в реки продолжается по конец сентября, а отдельных производителей и позже [Антонов, 2006]. При изучении ранней и поздней темпоральных форм горбуши, мигрирующей из Охотского моря и составляющей основу уловов этого вида в заливе, было показано, что смена их доминирования в подходах происходила между 25 июля и 6 августа (в среднем 2 августа). По наблюдениям в 1975–2009 гг. численность рыб поздней формы была обычно выше, составив в среднем 75,8 %, хотя в некоторые годы доли рыб ранней формы несколько превышали доли рыб поздней формы [Каев, 2012]. С этих позиций рассмотрим сезонную динамику уловов горбуши в 1975–1980, 1991–1998 и 2005–2012 гг. (рис. 3). В остальные годы возможны искажения в тенденциях вследствие малых уловов, по крайней мере по одной из генеративных линий.

Рис. 3. Сезонная динамика вылова горбуши в нечетные (сплошная линия) и четные (штриховая линия) годы в зал. Анива в разные периоды лет. Кругами на графиках обозначены даты достижения 50 % нарастающих уловов

Fig. 3. Seasonal dynamics of the pink salmon catch in the Aniva Bay in odd (solid line) and even (dashed line) years, by periods. Circles on the graphs indicate the dates of 50 % cumulative catch



Судя по динамике уловов, в 1975–1980 гг. в них была массово представлена не только ранняя темпоральная форма «охотоморской» горбуши, но и япономорская горбуша, так как суточные уловы зачастую фиксировались в июне. В 1991–1998 гг. количество япономорской горбуши в уловах снизилось до мизерных количеств, а среди «охотоморской» горбуши возросла доля поздней темпоральной формы. В 2005–2012 гг. промысел начинали уже в июле, однако 90 % рыб вылавливали в августе–сентябре, т.е. основу уловов составляла поздняя темпоральная форма «охотоморской» горбуши. В течение двух первых из рассмотренных периодов в нечетные годы в уловах шире, в сравнении с четными годами, были представлены япономорская горбуша и ранняя темпоральная форма из «охотоморской» группировки этого вида. Вследствие этого достижение 50 % нарастающих уловов приходилось в нечетные годы на более ранние даты. В течение последнего периода, когда промысел базировался в основном на подходах рыб поздней темпоральной формы, его сроки уже не столь разительно различались в нечетные и четные годы. Более того, сроки лова в нечетные годы несколько сместились даже на более поздние даты, что отразилось на дате достижения 50 % нарастающих уловов. Из представленных данных по сезонной динамике уловов следует, что сроки промысла в большей мере определяются соотношением в подходах рыб разных темпоральных форм, нежели смещением сроков хода рыб разных поколений в соответствии с условиями их нагула.

#### Биологические показатели рыб

Прежде всего отметим, что биологические показатели рыб существенно изменяются в процессе нерестового хода горбуши, о чем можно судить, например, по длине тела (рис. 4). Япономорская горбуша, подходящая в залив в июне и в начале июля, в среднем крупнее, чем подходящая после нее ранняя форма «охотоморской» горбуши. Во время этих двух подходов самки обычно крупнее самцов. А с массовым появлением среди мигрантов представителей поздней формы рыбы в уловах становятся в среднем

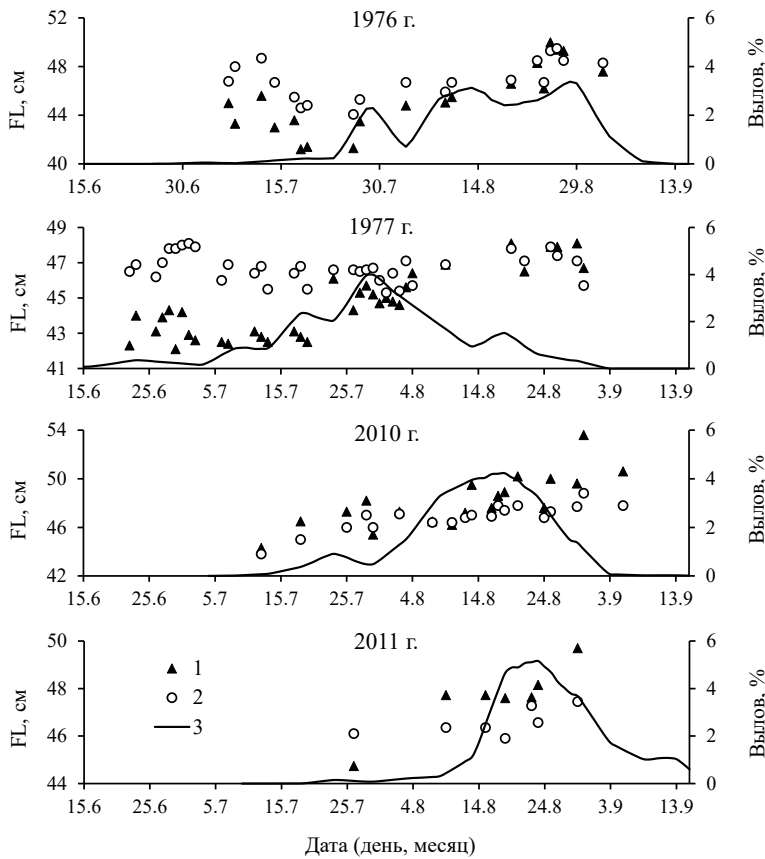


Рис. 4. Изменения длины тела горбуши во время ее подходов в зал. Анива в разные годы: 1 — длина (FL) самцов, 2 — самок, 3 — динамика уловов ставными неводами

Fig. 4. Dynamics of the pink salmon body length (FL) during its migration to the Aniva Bay in certain years: 1 — males, 2 — females, 3 — dynamics of catch by trap-nets

крупнее, особенно самцы, которые, как правило, уже крупнее самок. Существуют также различия по относительной плодовитости самок ( $ОП = АП/FL$ ), при одинаковой длине тела (FL) абсолютная плодовитость (АП) самок ранней формы выше, чем у самок поздней темпоральной формы [Каев, 2012]. Добавим к этому известный эффект протандрии, в соответствии с которым в начале нерестового хода у лососей по численности доминируют самцы, а при завершении — самки [Morbey, 2000]. Причем такой эффект проявляется в течение хода каждой из группировок горбуши. В частности, наблюдаемый «сбой» в тенденции постепенного снижения доли самцов (кратковременное увеличение их доли) был использован наряду с изменением размерного состава рыб (появление в уловах крупных рыб, особенно самцов) для тестирования ориентировочной даты начала доминирования в подходах горбуши в залив рыб поздней темпоральной формы [Каев, 2012]. Вследствие таких изменений расчет биологических показателей горбуши, характеризующих то или иное поколение, осуществлен с учетом динамики уловов ставными неводами, отражающих динамику подходов рыб к побережью.

В среднем за годы наблюдений длина горбуши составила 47,54 см ( $SD = 1,501$ ;  $n = 44$ ), самцы ( $M = 47,70$ ;  $SD = 1,847$ ) и самки ( $M = 47,49$ ;  $SD = 1,333$ ) несущественно различались между собой по этому показателю ( $F = 0,38$ ;  $p > 0,05$ ). Не обнаружено существенных расхождений ( $F = 1,48$ ;  $p > 0,05$ ) по длине тела (см) также между рыбами поколений нечетных ( $M = 47,83$ ;  $SD = 1,493$ ;  $n = 21$ ) и четных ( $M = 47,28$ ;  $SD = 1,492$ ;  $n = 23$ ) лет нереста, хотя вторые чаще были мельче, за исключением последних лет (рис. 5, а).

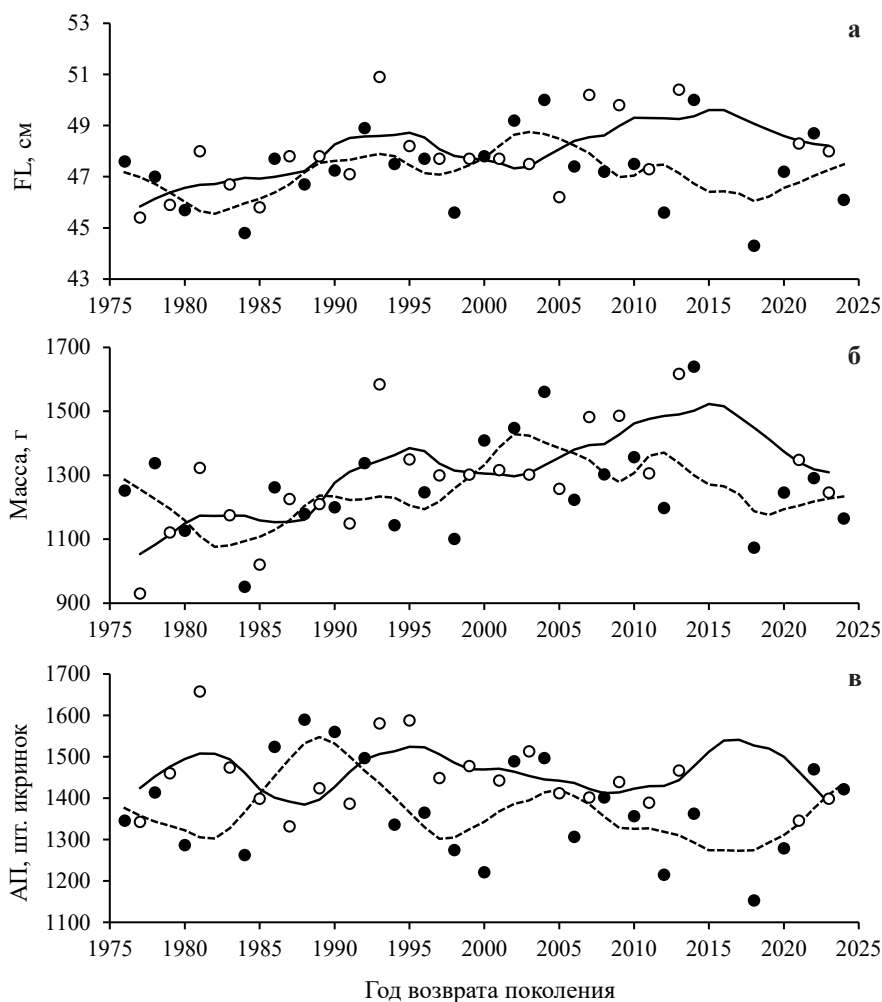


Рис. 5. Изменения длины (а) и массы (б) тела рыб и абсолютной плодовитости самок (в) у горбуши в бассейне зал. Анива в нечетные (светлые кружки, сплошная линия) и четные (темные кружки, пунктирная линия) в 1976–2024 гг. При отсутствии соответствующих данных в 2014, 2017, 2019 гг. скользящая средняя по 7 смежным значениям построена по значениям этих показателей в эти годы у горбуши юго-восточного побережья о. Сахалин

Fig. 5. Interannual dynamics of the pink salmon body length (а), weight (б), and absolute fecundity of females (в) in the Aniva Bay basin in odd (light symbols, solid line) and even (dark symbols, dotted line) years from 1976 to 2024. The absent data in 2014, 2017, and 2019 are restored as moving average of 7 adjacent values for pink salmon on the southeastern coast of Sakhalin Island

В среднем за годы наблюдений масса тела самцов составила 1295 г ( $SD = 189$ ), самок — 1260 ( $SD = 138$ ), всех рыб — 1275 г ( $SD = 159$ ), рыб поколений нечетных и четных лет нереста — соответственно 1288 г ( $SD = 167$ ) и 1263 г ( $SD = 155$ ). При сопоставлении рыб разного пола и разных генеративных линий также не выявлено статистически значимых расхождений по массе тела (рис. 5, б), что вполне объяснимо плотной связью между изменениями длины и массы тела рыб ( $r = 0,92$ ;  $p = 0,0000$ ).

Абсолютная плодовитость самок за годы наблюдений составила в среднем 1409 икр. ( $SD = 108$ ). Ее значения у самок разных поколений в большей мере были связаны с их длиной ( $r = 0,53$ ;  $p = 0,0001$ ), нежели с массой тела ( $r = 0,44$ ;  $p = 0,0017$ ). В отличие от размеров тела рыб, в многолетних трендах изменений абсолютной плодовитости самок наблюдались более заметные расхождения вплоть до противоположной их направленности по отдельным группам лет (рис. 5, в). Вследствие этого отмечены статистически



достоверные различия ( $F = 5,32; p < 0,05$ ) по числу икринок между самками горбуши поколений нечетных ( $M = 1447; SD = 83$ ) и четных ( $M = 1375; SD = 118$ ) лет нереста.

*Численность производителей на нерестилищах*

Побережье зал. Анива было условно разделено на 3 участка — западный, северный и восточный. Большинство нерестовых рек впадает в залив с его западного побережья. Эти реки имеют горный характер, стекая с Южно-Камышового хребта, протяженность основного русла реперных рек составляет от 29,0 до 57,0 км, в среднем 38,3 км. Реки на восточном побережье залива также имеют горный характер, стекая с Тонино-Анивского хребта, однако они вдвое короче, протяженность основного русла реперных рек — 16 и 20 км. С северного побережья в залив стекает наиболее крупная река — Лютога, протяженность основного русла которой 130 км, а его правого притока (реперная река Быстрая) — 41 км. Верхнее и среднее течение Лютоги и большинство ее притоков (в том числе и р. Быстрая) имеют горный характер. С этой части побережья в залив стекают еще несколько рек, протекающих в основном по местами заболоченной Сусунайской низменности. В среднем за годы наблюдений плотность заполнения нерестилищ производителями горбуши была выше в реках восточного побережья залива при наименьшей вариабельности их значений ( $M = 2,06 \text{ рыб/м}^2, CV = 62,4 \%$ ) в сравнении с реками западного побережья залива ( $M = 1,34 \text{ рыб/м}^2, CV = 78,6 \%$ ) и бассейном р. Лютога ( $M = 1,25 \text{ рыб/м}^2, CV = 107,1 \%$ ). Особенно разительными были расхождения в тенденциях изменений величины заходов горбуши в эти группы рек в 1970-х и в первой половине 1980-х гг. (рис. 6).

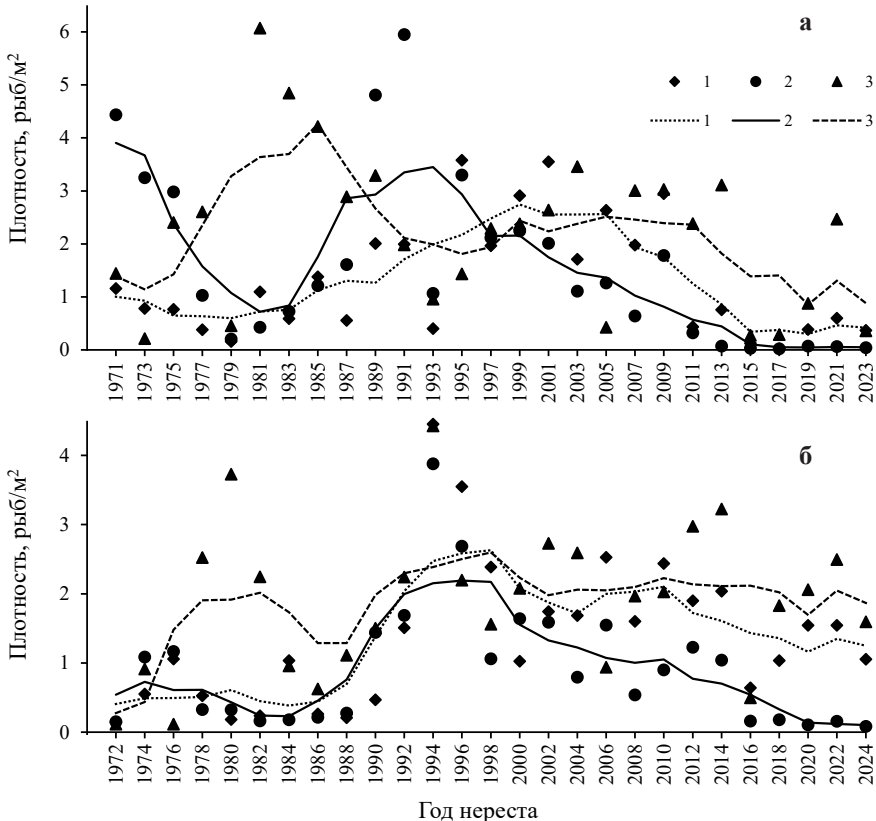


Рис. 6. Изменения плотности скоплений производителей горбуши на нерестилищах в реках западного (1), северного (2) и восточного (3) побережий зал. Анива в нечетные (а) и четные (б) годы; символы — годовые значения, линии — скользящая средняя по 5 смежным значениям

Fig. 6. Interannual dynamics of the pink salmon spawners density on spawning grounds in the rivers of western (1), northern (2) and eastern (3) coasts of Aniva Bay in odd (a) and even (b) years: symbols — annual values, lines — moving averages of 5 adjacent values

Весьма специфичным выглядит профиль изменений заходов горбуши в р. Лютога, что отразилось в наибольшем значении их варибельности. В среднем наименьшая плотность заполнения нерестилищ производителями в этой реке во многом связана с сокращением по обеим генеративным линиям заходов горбуши, начавшимся с конца XX в. Развитие этой тенденции не удалось предотвратить вводимыми ограничениями на промысел (увеличение расстояния от устья реки до места постановки ближайших ставных неводов, введение сроков запрета промысла и пр.).

Представляя особенности по динамике численности заходов горбуши в реки на локальных участках одного района, мы невольно затрагиваем тему популяционной структуры этого вида. В процессе обсуждения гипотезы «флюктуирующего стада горбуши» [Глубоковский, Животовский, 1986] сторонниками концепции локального стада введена версия, что хоминг горбуши связан с возвратом не в родную реку, а в систему рек в районе воспроизводства того или иного стада [Гриценко, 1990; Иванков, 1993]. В соответствии с этим в пределах таких районов увеличение плотности заполнения нерестилищ в малых реках происходит по причине большого количества мигрантов из крупных рек. Именно этой версией объяснялся высокий уровень заполнения нерестилищ в небольших реках юго-восточного побережья Сахалина вследствие притока мигрантов из крупной р. Найба [Гриценко, 1990]. Причем такое влияние крупных рек на уровень заполнения нерестилищ в соседних малых реках выше в годы многочисленных возвратов и может сказываться на протяжении нескольких сотен километров побережья [Гриценко, 2002]. Однако сохранившийся высокий уровень заполнения нерестилищ в малых реках при почти пустых нерестилищах в р. Найба на фоне большой численности горбуши в 2005–2014 гг. [Каев и др., 2025] опроверг данную версию. Не соответствует ей и сопоставление заходов горбуши в р. Лютога с заходами в другие сравнительно малые реки побережья зал. Анива. Так, рекордно высокие заходы производителей в реки восточного побережья залива происходили на фоне слабых заходов в р. Лютога, а в годы наибольших заходов в р. Лютога заходы в реки западного и восточного побережий залива были на уровне низких или средних (рис. 6). Таким образом, изменения численности горбуши в ее подходах в зал. Анива и в распределении производителей по рекам показывают сравнительно высокий уровень хоминга. Тем не менее это не противоречит гипотезе «флюктуирующего стада горбуши», так как между локальными стадами изредка возможны перераспределения миграционных потоков рыб этого вида [Каев, Животовский, 2017].

#### *Покатная миграция молоди*

Скат молоди горбуши из небольших рек бореальной зоны приурочен к темному времени суток [Воловик, 1967б; Гриценко и др., 1987; Гриценко, 2002; Павлов и др., 2010; Кириллов и др., 2018]. Как показали многократные обловы молоди по поперечному створу реки, в светлые ночи она в большей степени, чем в темные безлунные ночи, концентрировалась в стрежневом потоке [Каев, Игнатъев, 2015].

Высокая численность молоди, выходящей из грунта, в сочетании с ограниченной кормовой базой сравнительно небольших рек, в которых преимущественно нерестится горбуша, а также ранняя смолтификация ее молоди до перехода в мальковый период развития свидетельствуют о том, что эволюционная стратегия этого вида в целом направлена на сокращение пресноводной фазы жизненного цикла и минимизацию питания в пресных водах вплоть до начала активного питания в эстуарии и морском прибрежье [Смирнов, 1975; Гриценко и др., 1987]. Тем не менее в небольших реках в желудках молоди горбуши отмечается наличие пищи, например в реках Иска на материковом побережье Сахалинского залива и Малая Хузи на северо-восточном побережье Сахалина [Канзепарова и др., 2015; Кириллова, 2019]. Наличие пищи (преимущественно личинки и куколки хириноид) в желудках молоди горбуши отмечали и в р. Кура, особенно при низком уровне режиме [Антонов, Ким Хе Юн, 2011]. В то же время нет сведения об укрупнении размеров такой молоди, в отличие от мальков кеты, часть из которых начинает нагул в пресных водах [Каев, 2003].

Скат молоди горбуши в р. Кура начинался в третьей декаде апреля и заканчивался обычно до середины июня (рис. 7). Причем основная часть покатников (в среднем 88,5 %) мигрировала в течение мая. Подобные сроки и динамика покатной миграции наблюдались также в р. Таранай. Это раньше, чем в реках на восточном побережье о. Сахалин [Каев и др., 2024]. Ранний скат молоди в этом районе отражает общую тенденцию такого смещения сроков покатной миграции в южном направлении, в то же время его сроки корректируются также условиями разных климатических районов. Климат Южно-Камышового хребта находится под влиянием ветви теплого Цусимского течения, в результате в этом районе самая мягкая в пределах Сахалина многоснежная зима и сравнительно теплое лето, в то время как юго-восточный Сахалин в большей мере находится под влиянием холодных вод Охотского моря [Атлас..., 1967]. Поэтому скат молоди в реках Вознесенка и Очепуха, впадающих в Охотское море в южной части юго-восточного побережья острова, наблюдается в среднем почти на декаду позже [Каев и др., 2024].

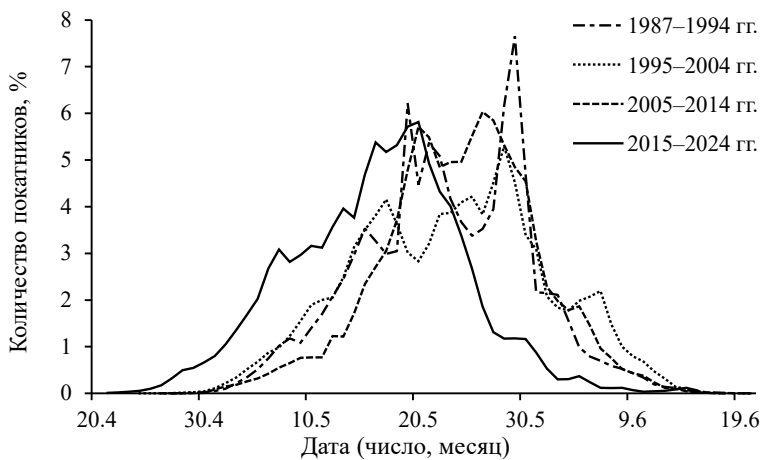


Рис. 7. Динамика покатной миграции молоди горбуши в р. Кура в разные периоды лет

Fig. 7. Dynamics of downstream migration of juvenile pink salmon in the Kura River, by groups of years

В многолетней динамике покатной миграции молоди в р. Кура наблюдается смещение ее сроков на более ранние даты в последнее 10-летие. Массивы каждой из четырех представленных на рис. 7 групп данных подчиняются закону нормального распределения ( $\chi^2$  в пределах от 7,41 до 0,99,  $p$  — от 0,061 до 0,608), что позволяет оценить величину рассматриваемого смещения сопоставлением средних значений условных дат (порядковый номер суток, начиная с 21 апреля), на которые приходилась середина ската. Средняя дата ската молоди в последнее 10-летие статистически значимо отличалась от соответствующих значений для каждой из предыдущих групп лет (значения  $F$  от 31,8 до 49,7, во всех случаях  $p < 0,001$ ), в то время как перекрестное сопоставление средних дат ската между предыдущими группами лет не выявило между ними существенных расхождений (значения  $F$  от 0,17 до 1,46, во всех случаях  $p > 0,05$ ). Установлено, что сроки ската молоди связаны преимущественно с уровнем прогрева воды не в год ската, а за весь период эмбрионального и личиночного развития [Каев и др., 2024]. В качестве критерия ее прогрева можно использовать температуру воздуха, так как она в решающей степени определяет температуру подруслового потока в реках [Крючков, 2007]. Сумма среднемесячных температур воздуха, судя по данным сайта [rogodaklimat.ru](http://rogodaklimat.ru), в месяцы с его положительными значениями (сентябрь–октябрь, апрель–май) не сильно различалась в 1986–1994, 1994–2004 и 2004–2014 гг. — соответственно 26,4, 28,2 и 28,6 °С, в то время как в 2014–2024 гг. она составила 31,4 °С. Еще более разительны расхождения в ряду этих данных при использовании средних

значений температуры воздуха в среднем с сентября по май — соответственно  $-8,9$ ,  $-10,4$ ,  $-7,8$  и  $-2,0$  °С, т.е. ранние сроки ската молоди в последнее 10-летие полностью соответствовали состоянию климата.

За годы наблюдений из р. Кура скатывалось от 0,1 до 47,0 млн мальков горбуши, или от 6 до 296 мальков от нереста одного условного производителя. Связь между изменениями числа производителей в реке и последующей численностью покатников (рис. 8) характеризуется довольно низким коэффициентом корреляции в поколениях нечетных ( $r = 0,44$ ;  $p = 0,0616$ ) и четных ( $r = 0,28$ ;  $p = 0,2404$ ) лет нереста. Слабая корреляция связана с действием множества факторов, определяющих уровень элиминации от нереста до ската. Так, изначальное уменьшение числа откладываемых икринок в нерестовые гнезда связано с повышенным уровнем воды (снос течением) или с высокой численностью производителей (перекапывание ранее устроенных гнезд). Дальнейшая выживаемость зависит от степени подвижности грунта, его проницаемости для воды, содержания органического ила, на окисление которого расходуется большое количество растворенного в воде кислорода, уровня расхода воды, что обеспечивает как доставку эмбрионам кислорода, так и удаление продуктов их выделения, а также от многих других параметров как внешней среды, так и состояния самих организмов [Леванидов, 1969; Воловик и др., 1972; Смирнов, 1975; Голованов, 2001; Гриценко, 2002; и др.].

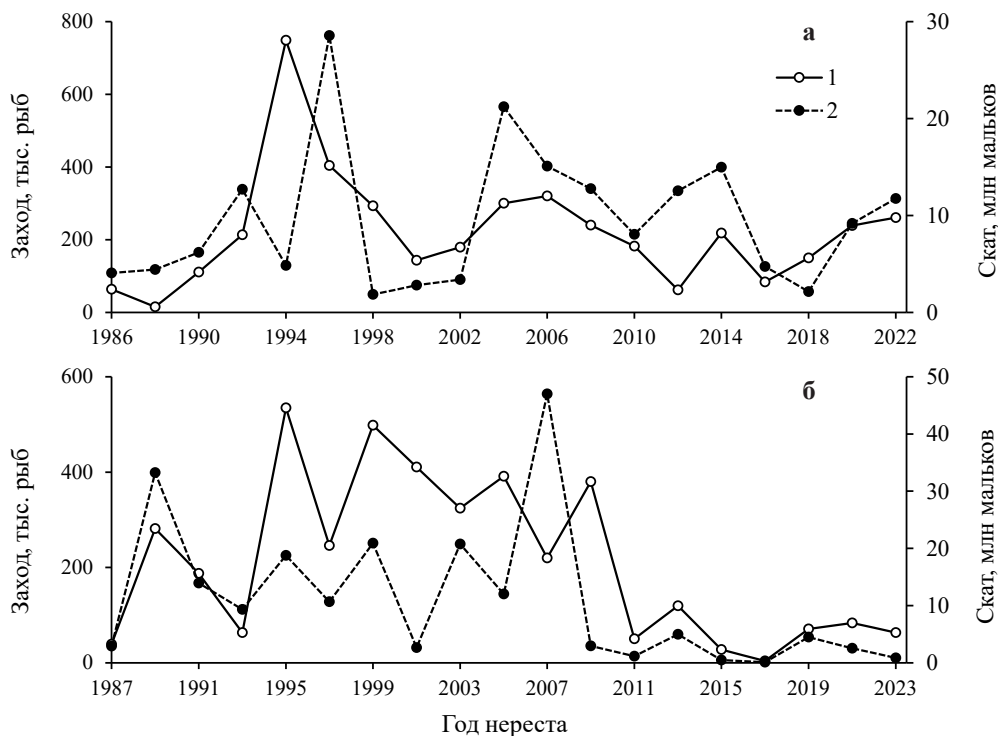


Рис. 8. Изменения численности производителей горбуши (1) и молоди, скатывавшейся с нерестилиц (2), в р. Кура в поколениях нечетных (а) и четных (б) лет нереста

Fig. 8. Interannual dynamics of abundance for the pink salmon spawners (1) and juveniles migrated from the spawning grounds (2) in Kura River in odd (a) and even (b) years of spawning

#### Динамика численности

Сопоставление полученных данных, отражающих историю конкретных поколений, по численности производителей на нерестилищах, покатной молоди и возвращающихся на нерест взрослых рыб дает представление о выживаемости потомков в течение пресноводного и морского периодов жизни. В то же время возникает вопрос о корректности использования таких данных вследствие предполагаемого высокого уровня стрейнга у горбуши. К примеру, на основании проведенного мечения заводской

молоди горбуши методом ампутации некоторых плавников в возвратах горбуши в район р. Очепуха (базовая река ЛРЗ «Лесной») на юго-восточном побережье Сахалина в 1973 г. 11,2 % среди меченных рыб были тестированы как происходящие с ЛРЗ «Курильский» (о. Итуруп, р. Курилка), напротив, в 1977 г. уже в районе впадения р. Курилка 48,2 % меченых рыб — как происходящие с ЛРЗ «Лесной» [Рухлов, Любаева, 1980]. Однако детальное изучение методических аспектов проведения мечения показало, что данные результаты получены вследствие ошибочного тестирования рыб с разной комбинацией ампутированных плавников [Каев, Чупахин, 2003]. Как подтверждение этому, массовые поимки «чужих» рыб в водах о. Итуруп прекратились с завершением программы мечения на ЛРЗ «Курильский», в то время как такие программы продолжали осуществлять на ряде ЛРЗ о. Сахалин. На основании поимок рыб с маркированными отолитами также сделано заключение, что количество заводских рыб, выловленных на том или ином участке побережья, не связано напрямую с объемом выпуска молоди с местных ЛРЗ и во многом определяется величиной прилова мигрантов. Так, в 2011–2014, 2016 гг. на юго-восточном Сахалине вылавливали в среднем 48,7 % рыб от их общего количества с обнаруженными метками анивских ЛРЗ. Такой прилов был следствием, как сделано заключение, миграции горбуши в направлении зал. Анива вдоль юго-восточного побережья острова с севера на юг [Стекольников, 2021].

Этим заключениям не соответствуют данные по соотношению уловов горбуши в 1994–2006 гг. в зал. Анива и в зал. Мордвинова (от мыса Свободного до 46°55' с.ш.). Лишь только в 2006 г. (экстремально высокий вылов в зал. Анива) прилов «анивских» рыб в зал. Мордвинова составил 4,47 % по отношению к вылову в зал. Анива, а в предыдущие годы такой прилов был существенно ниже [Руднев, 2007]. В 2005–2014 гг. промысел горбуши ставными неводами между мысами Свободный и Анива вели в таком же режиме, как в сопредельных районах острова. Если версия о миграции горбуши вдоль юго-восточного побережья Сахалина в южном направлении справедлива, тогда ее уловы на указанном участке должны были напрямую зависеть от численности подходов горбуши в зал. Анива. Однако такая связь не обнаружена ( $r = -0,18$ ;  $p = 0,6102$ ), напротив, уловы на этом участке достоверно коррелировали с общей численностью подходов горбуши к юго-восточному побережью Сахалина ( $r = 0,74$ ;  $p = 0,0139$ ). Не подтвердили миграцию горбуши в южном направлении и результаты ее мечения на ставных неводах между мысами Свободный и Анива в 2014 г. Так, 6–8 августа вторичная поимка меченых рыб зафиксирована почти исключительно в северном направлении от позиции мечения. Заключение о смене во второй половине августа направления миграции уже в сторону зал. Анива [Антонов и др., 2014] стало следствием переноса пункта мечения в район мыса Анива [Каев, 2017]. Таким образом, вопрос остается дискуссионным, что дает нам право использовать данные по численности подходов горбуши в зал. Анива как отражающие изменения численности рыб разных поколений.

В соответствии с результатами обследования реперных водотоков, во все реки в нечетные годы заходило от 63 до 6333 тыс. производителей ( $M = 2441$ ;  $SD = 1839$ ). От их нереста мигрировало в море от 4 до 466 млн покатников ( $M = 172$ ;  $SD = 136$ ) при ИС от 23 до 218 мальков ( $M = 81$ ;  $SD = 56$ ). В дополнение к ним с ЛРЗ выпускали от 18 до 101 млн мальков ( $M = 64$ ;  $SD = 25$ ). После нагула в морских водах возвращалось от 77 до 42098 тыс. взрослых рыб ( $M = 12035$ ;  $SD = 12259$ ), в соответствии с чем КВ варьировал в пределах от 0,15 до 10,81 % ( $M = 4,16$ ;  $SD = 3,04$ ). В процессе возврата вылавливали от 14 до 38107 тыс. рыб ( $M = 9709$ ;  $SD = 10842$ ), т.е. коэффициент промыслового изъятия находился в пределах от 10,6 до 90,5 % ( $M = 64,6$ ;  $SD = 24,5$ ). В четные годы в реки заходило от 433 до 6926 тыс. производителей ( $M = 2115$ ;  $SD = 1511$ ). От их нереста мигрировало в море от 26 до 486 млн покатников ( $M = 127$ ;  $SD = 109$ ) при ИС от 11 до 137 мальков ( $M = 66$ ;  $SD = 32$ ). В дополнение к ним с ЛРЗ выпускали от 21 до 102 млн мальков ( $M = 64$ ;  $SD = 22$ ). После нагула в морских водах возвращалось от 448 до 47425 тыс. взрослых рыб ( $M = 6979$ ;  $SD = 9755$ ), в соответствии с чем КВ варьировал в пределах от 0,59 до 21,63 % ( $M = 3,39$ ;  $SD = 4,18$ ). В процессе возврата

вылавливали от 15 до 44150 тыс. рыб ( $M = 4893$ ;  $SD = 9087$ ), т.е. коэффициент промыслового изъятия находился в пределах от 3,4 до 93,1 % ( $M = 49,3$ ;  $SD = 25,6$ ) (табл. 1).

Таблица 1

Численность поколений горбуши зал. Анива на разных этапах онтогенеза  
(заход производителей в реки — скат молоди — возврат взрослых рыб)

Table 1

Abundance of pink salmon at different stages of their life cycle in the Aniva Bay  
(entry of spawners into rivers — downstream migration of juveniles — return of adults)

Заход в реки		Покатники, млн экз.		ИС, шт.	Возврат, тыс. экз.			КВ, %
Год	Тыс. экз.	Скат	ЛРЗ		Вылов	Заход	Всего	
1975	3126	71,7	53,8	23	5713	1346	7059	5,63
1976	1741	99,3	51,5	57	1326	915	2241	1,49
1977	1346	47,8	35,7	36	780	330	1110	1,33
1978	915	111,6	63,6	122	2276	758	3033	1,73
1979	330	67,9	42,7	206	1735	1787	3522	3,18
1980	758	67,8	50,0	89	492	533	1025	0,87
1981	1787	223,3	17,7	125	2721	1499	4220	1,75
1982	533	44,2	21,3	83	176	1051	1227	1,87
1983	1499	157,1	52,8	105	5608	2434	8042	3,83
1984	1051	25,7	30,2	24	15	433	448	0,80
1985	2434	239,0	53,4	98	7393	1958	9351	3,20
1986	433	32,4	37,4	75	65	485	550	0,79
1987	1958	170,0	40,6	87	7141	5595	12737	6,05
1988	485	66,4	33,9	137	513	1624	2136	2,13
1989	5595	369,1	50,1	66	25395	6333	31729	7,57
1990	1624	93,6	60,5	58	3440	2708	6148	3,99
1991	6333	242,0	80,7	38	2244	1230	3474	1,08
1992	2708	209,1	59,4	77	9169	6926	16095	5,99
1993	1230	268,0	51,4	218	13909	5500	19408	6,08
1994	6926	93,5	56,3	14	3444	5078	8522	5,69
1995	5500	465,7	101,0	85	12434	3398	15832	2,79
1996	5078	486,2	99,4	96	4460	2851	7311	1,25
1997	3398	152,6	96,2	45	12703	4254	16956	6,81
1998	2851	30,5	72,4	11	1238	2272	3510	3,41
1999	4254	364,0	86,6	86	29841	4606	34447	7,64
2000	2272	74,1	80,4	33	726	2864	3590	2,32
2001	4606	153,8	95,3	33	18019	2538	20557	8,25
2002	2864	135,5	71,3	47	2682	2196	4878	2,36
2003	2538	206,6	71,4	81	26961	3092	30054	10,81
2004	2196	136,1	83,2	62	44150	3276	47425	21,63
2005	3092	139,3	88,5	45	13707	2349	16056	7,05
2006	3276	286,2	96,6	87	11684	1872	13556	3,54
2007	2349	458,0	100,1	195	38107	3991	42098	7,54
2008	1872	132,2	101,7	71	7206	2815	10021	4,28
2009	3991	151,0	95,8	38	6429	824	7253	2,94
2010	2815	135,6	82,1	48	7475	2732	10206	4,69
2011	824	27,4	55,9	33	1478	957	2434	2,92
2012	2732	302,3	80,9	111	11222	2725	13947	3,64
2013	957	85,3	89,4	89	114	154	267	0,15
2014	2725	246,7	89,9	91	1294	678	1971	0,59
2015	154	4,4	31,5	29	14	63	77	0,22
2016	678	38,4	56,3	57	291	1134	1425	1,50
2017	63	4,3	34,8	68	58	447	504	1,29

Заход в реки		Покатники, млн экз.		ИС, шт.	Возврат, тыс. экз.			КВ, %
Год	Тыс. экз.	Скат	ЛРЗ		Вывод	Заход	Всего	
2018	1134	45,1	65,1	40	363	1502	1865	1,69
2019	447	40,4	60,4	90	481	763	1243	1,23
2020	1502	71,5	51,8	48	2616	1586	4203	3,41
2021	763	25,5	49,8	33	43	359	402	0,53
2022	1586	80,7	46,1	51	1103	1055	2158	1,70

*Примечание.* История каждого поколения представлена строкой, к примеру, 1975 — год нереста родительского поколения, соответственно скат молоди в 1976 г. и возврат взрослых рыб в 1977 г.; под термином «Скат» понимается численность дикой молоди, под термином «ЛРЗ» — численность заводской молоди.

Связь между числом выловленных рыб и заходом производителей в реки в нечетные годы ( $r = 0,72$ ;  $p = 0,0001$ ) была существенно сильнее, чем в четные ( $r = 0,37$ ;  $p = 0,0751$ ). Такая ситуация вполне объяснима регулированием интенсивности промысла. Численность подходов горбуши в четные годы в среднем была ниже, т.е. в эти годы чаще возникали ситуации, когда требовалось вводить ограничения на режим промысла для увеличения пропуска производителей в реки.

Доминирование генеративной линии нечетных лет нереста по численности обеспечивалось, как показано выше, в среднем более высокой выживаемостью потомства в пресноводный и в морской периоды жизни. Формально разница между средними значениями этих показателей разных генеративных линий была статистически незначимой ( $F = 1,33$  для ИС и  $F = 0,52$  для КВ) вследствие высокой вариабельности совокупностей данных. Хотя при сопоставлении ранжированных по увеличению значений рядов ИС в 18 из 24 случаев его значения у поколений нечетных лет нереста были выше. А в отношении КВ отмечается его аномально высокое значение у поколения 2006 г. возврата, которое находится за пределами нормального распределения (удалено от  $M$  остальных значений на  $12,1 SD$ ). Такому увеличению численности горбуши нет приемлемых объяснений. Исходя из количества скатившейся с нерестилищ молоди (расчет по данным учета в трех реках) и очень высокой численности молоди, учтенной при траловой съемке в заливе, возможно, что эта невероятно высокая выживаемость могла быть следствием сбоя в синхронизации сроков миграции молоди из рек и подходов хищных рыб [Каев, 2007]. При исключении из анализа данного значения средняя величина КВ у поколений четных лет нереста становится существенно меньшей ( $M = 2,60$  %;  $SD = 1,57$  %), а разница между средними значениями КВ разных генеративных линий — статистически значимой ( $F = 4,84$ ;  $p < 0,05$ ). Из этого можно сделать вывод, что в формировании численности горбуши зал. Анива большее значение принадлежит факторам, действующим в течение морского периода жизни. Это заключение подтверждается непосредственным сопоставлением рядов соответствующих данных (табл. 2), при этом поколение 2006 года возврата также исключено из анализа по обозначенной выше причине. По обеим генеративным линиям горбуши численность взрослых рыб в большей мере зависела от численности молоди, скатывающейся с нерестилищ, чем от численности производителей на нерестилищах. Связь численности горбуши с объемами выпусков молоди с ЛРЗ слабее, что определяется не только меньшей численностью молоди заводского происхождения, но и значительно меньшей изменчивостью ее численности в сравнении с молодью естественного происхождения (значения  $CV$  39,4 против 79,2 % для поколений нечетных и 34,6 против 86,2 % для поколений четных лет нереста). Выпуски молоди с ЛРЗ лишь несколько увеличивают силу связи численности горбуши с численностью молоди, скатывающейся из рек, в сравнении с численностью молоди, скатывающейся с нерестилищ.

Таблица 2

Связь численности горбуши в возвратах с численностью производителей на нерестилищах и скатывающейся из рек молоди для поколений нечетных и четных лет нереста

Table 2

Dependence of the pink salmon returns on the number of producers on spawning grounds and the abundance of juveniles migrated downstream for generations of odd and even years of spawning

Предиктор	Нечетные поколения		Четные поколения	
	$r$	$p$	$r$	$p$
Производители на нерестилищах	0,49	0,0154	0,54	0,0074
Молодь естественного происхождения	0,78	0,0000	0,60	0,0024
Молодь заводского происхождения	0,48	0,0182	0,56	0,0050
Совокупность всей молоди	0,79	0,0000	0,62	0,0015

Наибольшие в среднем уловы горбуши в заливе по линии нечетных лет пришлись на 1991–2009 гг., по линии четных лет — на 1994–2014 гг. (см. рис. 2). Значения коэффициента возврата этих поколений по линии нечетных лет были в среднем 6,56 %, а предыдущих и последующих поколений с меньшим уровнем численности — 3,57 и 1,33 %. По линии четных лет значения этого показателя для аналогичных групп поколений — 5,35, 1,71 и 1,78 %. Значения ИС по линии нечетных лет для группы поколений с высокой численностью составили 89 мальков и для двух групп с низкой численностью — 97 и 54 малька, а по линии четных лет — соответственно 60, 81 и 57 мальков (табл. 1), т.е. возврат высокочисленных поколений по обоим генеративным линиям обеспечивался высокой выживаемостью горбуши в течение морского периода жизни, в то время как эффективность воспроизводства в течение пресноводного периода жизни этих поколений была на уровне поколений с малой численностью и порой даже ниже. Таким образом, результаты сопоставления поколений по каждой из генеративных линий совпали с таковыми при сопоставлении между собой поколений разных генеративных линий, свидетельствующих о большем вкладе в формирование численности горбуши зал. Анива факторов, действующих в морской период жизни. Этим горбуша зал. Анива существенно отличается от ряда популяций данного вида, воспроизводящихся в реках материкового побережья, у которых главная роль в формировании их численности принадлежит факторам, действующим в пресноводный период жизни [Островский, 2023; Островский, Козлова, 2023; Островский, Лысенко, 2024]. Эта разница объяснима особенностями климата. В отличие от суровых зим на материковом побережье, мягкие и многоснежные зимы в южной части Сахалина [Атлас..., 1967] создают благоприятные и сравнительно стабильные условия для выживаемости икры и личинок в нерестовых гнездах.

Рассмотренное увеличение уловов горбуши подтвердило точку зрения В.П. Шунтова [2000], что в 1990-е гг. динамические процессы в северной части Тихого океана начали менять знак своей направленности. Наблюдавшийся рост вылова горбуши в текущем веке в дальневосточном рыбохозяйственном бассейне России многие исследователи связывают с изменениями климата, в частности с потеплением [Бугаев и др., 2018; Хен и др., 2021; Krovnin et al., 2021; и др.]. О поверхностной температуре воды (SST) на акватории зал. Анива между 46°30' и 47° с.ш. и 142°30' и 143° в.д. судили по данным сайта, созданного NOAA Earth System Research Laboratory [Kalnay et al., 1996]. Период наблюдений — июнь и июль, так как к середине июня уже вся молодь горбуши скатывается из рек (см. рис. 7), а к концу июля уже покидает залив [Shubin et al., 2009]. Выживаемость горбуши в течение морского периода жизни действительно связана со средней температурой воды в июне-июле (рис. 9), однако сила ее невысока для поколений нечетных ( $r = 0,33$ ;  $p = 0,1166$ ) и четных ( $r = 0,45$ ;  $p = 0,0330$ ) лет нереста. Проблема, видимо, в том, что в ранний морской период жизни смертность молоди не только высокая, но и сильно разнится у разных поколений. Ее уровень во многом определяется воздействием хищных рыб, поэтому наиболее критичным в этот период является скорость роста молоди [Каев и др., 2021, 2023].



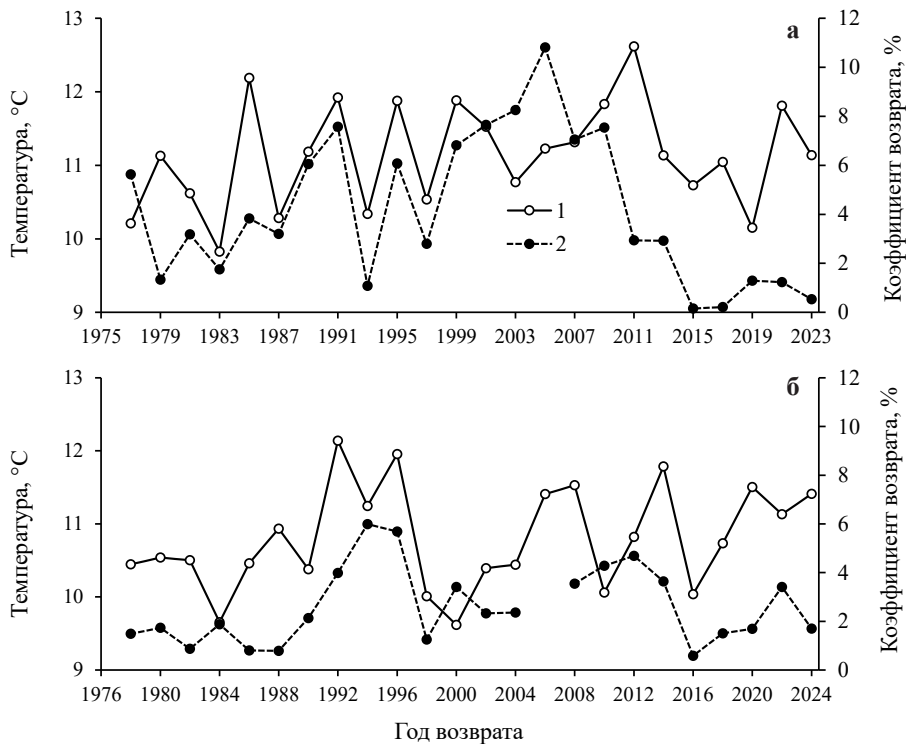


Рис. 9. Изменения поверхностной температуры воды в зал. Анива в период нагула молоди горбуши (1) и выживаемость соответствующих поколений горбуши (2) в возвратах в нечетные (а) и четные (б) годы

Fig. 9. Interannual changes of sea surface temperature in the Aniva Bay during feeding of pink salmon juveniles (1) and survival rate of corresponding year-classes of returned pink salmon (2) for odd (a) and even (б) years

Последующее резкое снижение численности горбуши было вызвано воздействием экстремальных факторов среды — обильными осенними осадками при массовом нересте или после его завершения, в результате которых мощные паводки размывали грунт нерестилищ, разрушая нерестовые гнезда, а также штормами в прибрежных морских водах, создававшими условия для повышенной элиминации недавно скатившейся из рек молоди. Такому воздействию паводков подверглись поколения горбуши возврата в 2011 и 2013 гг., а воздействию штормовых ветров — поколения 2015 и 2016 гг. [Каев, 2018].

### Заключение

Вылов горбуши за период наблюдений в зал. Анива в нечетные годы в среднем был вдвое выше, чем в четные. В череде происходящих подъемов и спадов последнее увеличение уловов, совпавшее с их общим ростом в Дальневосточном регионе, привело в первом 10-летии XXI в. к достижению рекордных выловов в каждой из линий нечетных и четных лет. Межгодовые изменения в сезонной динамике уловов в большей мере определялись соотношением в подходах рыб разных темпоральных форм, нежели смещением сроков хода рыб разных поколений в соответствии с условиями их нагула. Несмотря на в среднем 1,7-кратную разницу в возвратах горбуши разных генеративных линий, не обнаружено статистических достоверных различий между рыбами из уловов в нечетные и четные годы по длине и массе тела, такие различия выявлены лишь по абсолютной плодовитости самок. В формировании численности горбуши зал. Анива доминирующее значение принадлежит факторам, действующим в течение морского периода жизни. Действием этих факторов объяснима также в

среднем более высокая численность возвратов горбуши в нечетные годы, т.е. численность взрослых рыб в большей мере зависела от численности покатной молоди, чем от численности производителей на нерестилищах. Такая ситуация вполне объяснима мягкими и многоснежными зимами в данном районе, способствующими сравнительно стабильным условиям развития потомства в пресноводный период жизни.

### **Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)**

Авторы выражают благодарность всем сотрудникам Сахрыбвода и СахНИРО, принимавшим участие в сборе проб горбуши и проведении ее биологических анализов, а также в количественном учете производителей и покатной молоди этого вида в контрольных реках.

The authors are thankful to all colleagues in Sakhrybvod and SakhNIRO who took part in collecting the pink salmon samples and conducting biological analyses, as well as in the quantitative accounting of the spawners and juveniles migrating downstream in the monitoring rivers.

### **Финансирование работы (FUNDING)**

Исследование не имело спонсорской поддержки.

This study has no sponsor funding.

### **Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)**

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

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

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

The authors declare that they have no conflict of interest.

### **Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)**

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

A.M. Kaev conducted the study; all authors jointly analyzed the data and wrote and illustrated the text of article.

### **Список литературы**

**Антонов А.А.** Особенности миграции горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в зал. Анива (остров Сахалин) // Тр. СахНИРО. — 2006. — Т. 8. — С. 3–11.

**Антонов А.А., Буслов А.В., Брагина И.Ю. и др.** Результаты мечения горбуши у юго-восточного побережья острова Сахалин в 2014 г. // Бюл. № 9 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИПРО-центр, 2014. — С. 154–157.

**Антонов А.А., Ким Хе Юн.** Питание и пищевые взаимоотношения молоди лососей рода *Oncorhynchus* в реке Кура залива Анива (о. Сахалин) // Тр. СахНИРО. — 2011. — Т. 12. — С. 3–15.

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

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

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

- Воловик С.П.** Методы учета и некоторые особенности поведения покатной молоди горбуши в реках Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1967. — Т. 61. — С. 104–117.
- Воловик С.П., Ландышевская А.Е., Смирнов А.И.** Материалы по эффективности размножения горбуши на южном Сахалине // Изв. ТИНРО. — 1972. — Т. 81. — С. 69–90.
- Глубоковский М.К., Животовский Л.А.** Популяционная структура горбуши: система флуктуирующих стад // Биол. моря. — 1986. — Т. 12, № 2. — С. 39–43.
- Глубоковский М.К., Марченко С.Л., Темных О.С., Шевляков Е.А.** Методические рекомендации по исследованиям тихоокеанских лососей. — М.: ВНИРО, 2017. — 79 с.
- Голованов И.С.** Влияние среды на формирование численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) северного побережья Охотского моря в пресноводный период жизни // Вопр. рыб-ва. — 2001. — Т. 2, № 3(7). — С. 465–475.
- Гриценко О.Ф.** Популяционная структура сахалинской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Вопр. ихтиол. — 1990. — Т. 30, № 5. — С. 825–835.
- Гриценко О.Ф.** Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел): моногр. — М.: ВНИРО, 2002. — 248 с.
- Гриценко О.Ф., Ковтун А.А., Косткин В.К.** Экология и воспроизводство кеты и горбуши: моногр. — М.: Агропромиздат, 1987. — 166 с.
- Иванков В.Н.** Внутривидовая дифференциация и популяционная организация горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в различных частях ареала // Изв. ТИНРО. — 2011. — Т. 167. — С. 64–76.
- Иванков В.Н.** 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.** К дискуссии о снижении численности горбуши в заливе Анива (южная часть острова Сахалин) // Бюл. № 12 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток: ТИНРО-центр, 2017. — С. 94–97.
- Каев А.М.** Методическое руководство по количественному учету покатной молоди горбуши и кеты в малых реках методом выборочных обловов. — Южно-Сахалинск: СахНИРО, 2011. — 16 с.
- Каев А.М.** 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.** Темпоральная структура и некоторые вопросы динамики стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) // Вопр. ихтиол. — 2012. — Т. 52, № 1. — С. 62–71.
- Каев А.М.** Чья горбуша на Сахалине? // Рыб. хоз-во. — 2007. — № 2. — С. 52–54.
- Каев А.М., Антонов А.А.** Динамика стада горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) залива Анива, остров Сахалин // Изв. ТИНРО. — 2005. — Т. 140. — С. 45–60.
- Каев А.М., Антонов А.А., Ким Хе Юн, Руднев В.А.** Показатели воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* южной части острова Сахалин // Тр. СахНИРО. — 2004. — Т. 6. — С. 3–38.
- Каев А.М., 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., Игнатъев Ю.И.** О распределении покатной молоди горбуши в потоке небольшой сахалинской реки // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 180. — С. 93–98.
- Каев А.М., Ромасенко Л.В., Каев Д.А.** Изучение темпа линейного роста горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) по чешуе // Вопр. ихтиол. — 2023. — Т. 63, № 1. — С. 50–60. DOI: 10.31857/S004287522301006X.
- 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., Ромасенко Л.В., Макоедов А.А.** Динамика численности и подходов локальных группировок горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) на Восточном Сахалине и о. Итуруп в XXI веке (2001–2024 гг.) // Вопр. рыб-ва. — 2025. — Т. 26, № 2. — С. 113–126. DOI: 10.36038/0234-2774-2025-26-2-113-126.
- Каев А.М., Ромасенко Л.В., Самарский В.Г. и др.** Региональная и межгодовая изменчивость темпоральных характеристик покатной миграции молоди горбуши *Oncorhynchus*

*gorbuscha* (Salmonidae) в реках Сахалино-Курильского региона // Вопр. ихтиол. — 2024. — Т. 64, № 5. — С. 610–625. DOI: 10.31857/S0042875224050066.

**Каев А.М., Чупахин В.М.** Динамика стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* о. Итуруп (Курильские острова) // Вопр. ихтиол. — 2003. — Т. 43, № 6. — С. 801–811.

**Канзепарова А.Н., Золотухин С.Ф., Балускин В.А.** Молодь горбуши и кеты р. Иска (Сахалинский залив, Охотское море) в пресноводный период // Изв. ТИНРО. — 2015. — Т. 182. — С. 55–68. DOI: 10.26428/1606-9919-2015-182-55-68.

**Кириллов П.И., Кириллова Е.А., Павлов Д.С.** Закономерности покатной миграции молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в р. Малая Хузи (Сахалинская область) // Вопр. ихтиол. — 2018. — Т. 58, № 6. — С. 710–723. DOI: 10.1134/S0042875218060139.

**Кириллова Е.А.** Результаты количественного учета покатной молоди тихоокеанских лососей в реке Малая Хузи (северо-восток острова Сахалин) в 2019 г. // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2019. — С. 211–215.

**Крючков Г.П.** Гидрогеотермический режим речных долин для прогнозирования условий инфильтрационного водоснабжения // Проблемы региональной экологии. — 2007. — № 4. — С. 15–18.

**Леванидов В.Я.** Воспроизводство амурских лососей и кормовая база их молоди в притоках Амура : Изв. ТИНРО. — 1969. — Т. 67. — 243 с.

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

**Островский В.И., Козлова Т.В.** Закономерности воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* материкового побережья Татарского пролива // Лососевые рыбы: биология, воспроизводство, промысел : мат-лы всерос. науч.-практ. конф. — Мурманск : ПИНРО, 2023. — С. 307–314.

**Островский В.И., Лысенко А.В.** Закономерности воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* материкового побережья Японского моря // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 202–208. DOI: 10.26428/losos\_bull18-2024-202-208. EDN: GBOYPI.

**Павлов Д.С., Кириллова Е.А., Кириллов П.И.** Покатная миграция молоди лососевых рыб в р. Утхолок и ее притоках (северо-западная Камчатка). Сообщение 1. Покатная миграция молоди первого года жизни // Изв. ТИНРО. — 2010. — Т. 163. — С. 3–44.

**Пищальник В.М., Бобков А.О.** Океанографический атлас шельфовой зоны острова Сахалин. — Южно-Сахалинск : СахГУ, 2000. — Ч. 1. — 173 с.; Ч. 2. — 108 с.

**Руднев В.А.** Некоторые особенности промысла горбуши на различных участках юго-восточного побережья Сахалина // Бюл. № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». — Владивосток : ТИНРО-центр, 2007. — С. 256–259.

**Рухлов Ф.Н., Любаева О.С.** Результаты мечения молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) на рыбоводных заводах Сахалинской области в 1976 году // Вопр. ихтиол. — 1980. — Т. 20, № 1. — С. 134–143.

**Смирнов А.И.** Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей : моногр. — М. : МГУ, 1975. — 335 с.

**Стекольников 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, вып. 2. — С. 484–504. DOI: 10.26428/1606-9919-2021-201-484-504.

**Хен Г.В., Сорокин Ю.Д., Хен Ю.Г.** Изменение температуры воздуха и вылова тихоокеанских лососей в дальневосточном бассейне России в 1948–2020 гг. и их прогноз до 2028 г. // Вопр. рыб-ва. — 2021. — Т. 22, № 2. — С. 5–19. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-2-5-19.

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

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

**Kaeriyama M.** Dynamics on Distribution, Production, and Biological Interactions of Pacific Salmon in the Changing Climate of the North Pacific Ocean // NPAFC Tech. Rep. — 2021. — № 17. — P. 102–106. DOI: 10.23849/npafctr17/102.106.

**Kaev A.V., Antonov A.A., Chupakhin V.M., Rudnev V.A.** Possible causes and effects of shifts in trends of abundance in pink salmon of southern Sakhalin and Iturup Islands // NPAFC Bull. — 2007. — № 4. — P. 23–33.

**Kaev A.M., 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.

**Kaev A.M., Klovach N.V.** Revision of data on pink salmon abundance in East Sakhalin and Kuril Islands : NPAFC Doc. — 2014. — № 1501. — 11 p.

**Kalnay E., Kanamitsu M., Kistler R. et al.** The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis Project // Bull. Amer. Meteor. Soc. — 1996. — Vol. 77, № 3. — P. 437–472. DOI: 10.1175/1520-0477(1996)077<0437:TN YRP>2.0.CO;2.

**Krovnin A.S., Kivva K.K., Moury G.P., Sumkina A.A.** The ups and downs of Far East salmon stocks during recent decades: some considerations and possible causes // NPAFC Tech. Rep. — 2021. — № 17. — P. 83–87. DOI: 10.23849/npafctr17/83.87.

**Montgomery D.R., Beamer E.M., Pess G.R., Quinn T.P.** Channel type and salmonid spawning distribution and abundance // Can. J. Fish. Aquat. Sci. — 1999. — Vol. 56, № 3. — P. 377–387.

**Morbey Y.** Protandry in Pacific salmon // Can. J. Fish. and Aquat. Sci. — 2000. — Vol. 57, № 6. — P. 1252–1257. DOI: 10.1139/f00-064.

**Shubin A.O., Kovtun M.V., Moukhametov I.N. et al.** Results of trawl count surveys on juvenile salmon and attendant fish species along southern Sakhalin Island (southwestern Sea of Okhotsk) performed by RV “Dmitry Peskov” in July 2006–2008 : NPAFC Doc. — 2009. — № 1201. — 43 p.

## References

**Antonov, A.A.**, Peculiarities of the arrival of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in Aniva Bay (Sakhalin Island), *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2006, vol. 8, pp. 3–11.

**Antonov, A.A., Buslov, A.V., Bragina, I.Yu., Zhivoglyadov, A.A., and Sukhonos, P.S.**, Results of tagging pink salmon off the southeastern coast of Sakhalin Island in 2014, in *Byulleten' no. 9 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostokie* (Bulletin No. 9 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2014, pp. 154–157.

**Antonov, A.A. and Kim, Khe Yun**, Nutrition and feeding relationships of juvenile salmon of the genus *Oncorhynchus* in the Kura River of Aniva Bay (Sakhalin Island), *Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2011, vol. 12, pp. 3–15.

*Atlas Sakhalinskoy oblasti* (Atlas of the Sakhalin Region), Komsomolsky, G.V. and Siryk, I.M., eds, Moscow: GUGK, 1967.

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

**Volovik, S.P.**, The structure of spawning stocks and success of natural reproduction of pink salmon in southern Sakhalin, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Kaliningrad: AtlantNIRO, 1967.

**Volovik, S.P.**, Methods of accounting and some features of the behavior of downstream pink salmon juveniles in the Sakhalin rivers, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1967, vol. 61, pp. 104–117.

**Volovik, S.P., Landyshevskaya, A.E., and Smirnov, A.I.**, Materials on the breeding efficiency of pink salmon in southern Sakhalin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1972, vol. 81, pp. 69–90.

**Glubokovskii, M.K. and Zhivotovskii, L.A.**, Population structure of pink salmon: System of fluctuating stocks, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1986, vol. 12, no. 2, pp. 92–97.

**Glubokovsky, M.K., Marchenko, S.L., Temnykh, O.S., and Shevlyakov, E.A.**, *Metodicheskiye rekomendatsii po issledovaniyam tikhookeanskikh lososey* (Guidelines for research on Pacific salmon), Moscow: VNIRO, 2017.

**Golovanov, I.S.**, Influence of the environment on the formation of the abundance of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) of the northern coast of the Sea of Okhotsk in the freshwater period of life, *Vopr. Rybolov.*, 2001, vol. 2, no. 3(7), pp. 465–475.

**Gritsenko, O.F.**, The population structure of the Sakhalin pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, *Vopr. Ikhtiol.*, 1990, vol. 30, no. 5, pp. 825–835.

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

**Gritsenko, O.F., Kovtun, A.A., and Kostkin, V.K.,** *Ekologiya i vosproizvodstvo kety i gorbushi* (Ecology and Reproduction of Chum and Pink Salmon), Moscow: Agropromizdat, 1987.

**Ivankov, V.N.,** Intraspecific differentiation and the population organizing of pink salmon in different parts of its natural habitat, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2011, vol. 167, pp. 64–76.

**Ivankov, V.N.,** Local schools of salmon of Kuril Islands, *Gidrobiol. Zh.*, 1967, vol. 3, no. 1, pp. 62–67.

**Ivankov, V.N.,** Populational organization in the pacific salmon with short fresh-water life period, *Vopr. Ikhtiolog.*, 1993, vol. 33, no. 1, pp. 78–83.

**Kaev, A.M.,** On the discussion of the reduction of the pink salmon boundaries in Aniva Bay (southern part of Sakhalin Island), in *Byulleten' no. 12 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bulletin No. 12 for the Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2017, pp. 94–97.

**Kaev, A.M.,** *Metodicheskoye rukovodstvo po kolichestvennomu uchetu pokatnoy molodi gorbushi i kety v malykh rekakh metodom vyborochnykh oblovov* (A methodological guide to the quantitative registration of downstream juvenile pink and chum salmon in small rivers by the method of selective fishing), Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2011.

**Kaev, A.M.,** Influence of extreme environmental factors on the dynamics of abundance of the pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, *J. Ichthyol.*, 2018, vol. 58, no. 2, pp. 204–216. doi 10.1134/S0032945218020066

**Kaev, A.M.,** *Osobennosti vosproizvodstva kety v svyazi s yeyo razmerno-vozrastnoy strukturoi* (Features of Reproduction of Chum Salmon in Relationship with Its Size and Age Structure), Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2003.

**Kaev, A.M.,** Temporal structure and some features of stock dynamics of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae), *J. Ichthyol.*, 2012, vol. 52, no. 1, pp. 57–67.

**Kaev, A.M.,** Whose pink salmon is on Sakhalin?, *Rybn. Khoz.*, 2007, no. 2, pp. 52–54.

**Kaev, A.M. and Antonov, A.A.,** Dynamics of the pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) stocks in Aniva Bay, Sakhalin Island, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2005, vol. 140, pp. 45–60.

**Kaev, A.M., Antonov, A.A., Kim, Khe Yun, and Rudnev, V.A.,** Reproduction indices of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in the southern part of Sakhalin Island, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2004, vol. 6, pp. 3–38.

**Kaev, A.M. and Zhivotovsky, L.A.,** On possible re-distribution of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* between the reproduction areas of different Stocks in the Sakhalin-Kuril region, *J. Ichthyol.*, 2017, vol. 57, no. 3, pp. 354–364. doi 10.1134/S0032945217030079

**Kaev, A.M. and Ignatyev, Yu.I.,** On distribution of migratory fry of pink salmon in the stream of a small Sakhalin river, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 180, pp. 93–98.

**Kaev, A.M., Romasenko, L.V., and Kaev, D.A.,** Study of the linear growth rate of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) by scales, *Vopr. Ikhtiolog.*, 2023, vol. 63, no. 1, pp. 50–60. doi 10.31857/s004287522301006x

**Kaev, A.M., Romasenko, L.V., and Kaev, D.A.,** On the issue of efficiency of large-scale hatchery rearing of chum salmon (*Oncorhynchus keta*, Walbaum, 1792) on Iturup Island, Kuril Islands, *Russ. J. Mar. Biol.*, 2021, vol. 47, no. 6, pp. 470–479. doi 10.1134/S1063074021060079

**Kaev, A.M., Romasenko, L.V., and Makoedov, A.A.,** Dynamics of abundance and approaches of local groups of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) on East Sakhalin and Iturup Island in the XXI century (2001–2024), *Vopr. Rybol.*, 2025, vol. 26, no. 2, pp. 113–126. doi 10.36038/0234-2774-2025-26-2-113-126

**Kaev, A.M., Romasenko, L.V., Samarskii, V.G., Sukhonos, P.S., and Bobrov, I.S.,** Regional and interannual variability of the temporal characteristics of the downstream migration of juvenile pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) in the rivers of the Sakhalin-Kuril Region, *J. Ichthyol.*, 2024, vol. 64, no. 5, pp. 827–841. doi 10.1134/S0032945224700516

**Kaev, A.M. and Chupakhin, V.M.,** Dynamics of the school of the pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* of Iturap Island (the Kuril Islands), *J. Ichthyol.*, 2003, vol. 43, no. 6, pp. 801–811.

**Kanzeparova, A.N., Zolotukhin, S.F., and Balushkin, V.A.,** Juveniles of pink and chum salmon in the Iska River (Sakhalin Bay, Okhotsk Sea) in the fresh-water period, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 182, pp. 55–68. doi 10.26428/1606-9919-2015-182-55-68

**Kirillov, P.I., Kirillova, E.A., and Pavlov, D.S.**, Patterns of downstream migration of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in the Malaya Khuzi River (Sakhalin Oblast), *Vopr. Ikhtiol.*, 2018, vol. 58, no. 6, pp. 710–723. doi 10.1134/S0042875218060139

**Kirillova, E.A.**, Results of quantitative census of downstream juvenile Pacific salmon in the Malaya Khuzi River (northeast of Sakhalin Island) in 2019, in *Byull. N 14 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 14 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2019, pp. 211–215.

**Kryuchkov, G.P.**, The hydrogeothermal rate of river valleys for forecasting of conditions of infiltration water supply, *Problemy regional'noy ekologii*, 2007, no. 4, pp. 15–18.

**Levanidov, V.Ya.**, The reproduction of Amur salmon and the forage supply of their juveniles in the tributaries of the Amur River, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1969, vol. 67.

**Ostrovsky, V.I.**, Reasons for variance of year-class strength for the Amur pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum), *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2023, vol. 203, no. 2, pp. 264–280. doi 10.26428/1606-9919-2023-203-264-280. EDN: XXMBCA.

**Ostrovsky, V.I. and Kozlova, T.V.**, Patterns of reproduction of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* of the mainland coast of the Tatar Strait, in *Mater. vseros. nauch.-prakt. konf. "Lososevyye ryby: biologiya, proizvodstvo, promysel"* (Proc. of the All-Russian scientific-practical conf. "Salmon fish: biology, reproduction, trade"), Murmansk: PINRO, 2023, pp. 307–314.

**Ostrovsky, V.I. and Lysenko, A.V.**, Patterns of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* reproduction on the mainland coast of Japan Sea, in *Byulleten' izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 202–208. doi 10.26428/losos\_bull18-2024-202-208. EDN: GBOYPI.

**Pavlov, D.S., Kirillova, E.A., and Kirillov, P.I.**, Downstream migration in the juveniles of salmonids in the Utkholok River and in its tributaries (north-west Kamchatka). Paper 1. Downstream migration in the yong of the year, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2010, vol. 163, pp. 3–44.

**Pischalnik, V.M. and Bobkov, A.O.**, *Okeanograficheskiy atlas shel'fovoy zony ostrova Sakhalin* (Oceanographic atlas of the offshore zone of Sakhalin Island), Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin. Gos. Univ., 2000, part 1, part 2.

**Rudnev, V.A.**, Some features of the pink salmon fishery in various areas of the southeast coast of Sakhalin, in *Byull. N 2 realizatsii "Kontseptsii dal'nevostochnoi basseinovoi programmy izucheniya tikhookeanskikh lososei"* (Bull. no. 2 Implementation "Concept of the Far Eastern Basin Program for the Study of Pacific Salmon"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2007, pp. 256–259.

**Rukhlov, F.N. and Lyubaeva, O.S.**, Results of tagging juvenile pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb.) at fish hatcheries in the Sakhalin Region in 1976, *Vopr. Ikhtiol.*, 1980, vol. 20, no. 1, pp. 134–143.

**Smirnov, A.I.**, *Biologiya, razmnozheniye i razvitiye tikhookeanskikh lososei* (Biology, Reproduction, and Development of Pacific Salmon), Moscow: Mosk. Gos. Univ., 1975.

**Stekolshchikova, M.Yu.**, Spatial distribution and interannual variability of catches for pink salmon of artificial origin in the waters of eastern coast of Sakhalin Island in modern times, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2021, vol. 201, no. 2, pp. 484–504. doi 10.26428/1606-9919-2021-201-484-504

**Khen, G.V., Sorokin, Ju.D., and Khen, Ju.G.**, Changes in air temperature over the Far Eastern Basin and catching of pacific salmon in Russia in 1948–2020 and their forecast until 2028, *Vopr. Rybolov.*, 2021, vol. 22, no. 2, pp. 5–19. doi 10.36038/0234-2774-2021-22-2-5-19

**Shevlyakov, E.A., Feldman, M.G., Ostrovsky, V.I., Volobuev, V.V., Kaev, A.M., Golub, E.V., Barabanshchikov, E.I., and Golovanov, I.S.**, Limits and operational evaluation of the spawners escapement to the spawning grounds as tools for prospective and short-term management of the pacific salmon stocks in the rivers of the Far-Eastern fisheries Basin, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2019, vol. 196, pp. 23–62. doi 10.26428/1606-9919-2019-196-23-62

**Shuntov, V.P.**, Outcomes of the study of macroecosystems in the Far Eastern seas of Russia: objectives, results, doubts, *Vestn. Dal'nevost. Otd. Ross. Akad. Nauk.*, 2000, no. 1, pp. 19–29.

**Kaeriyama, M.**, Dynamics on Distribution, Production, and Biological Interactions of Pacific Salmon in the Changing Climate of the North Pacific Ocean, *NPAFC Tech. Rep.*, 2021, no. 17, pp. 102–106. doi 10.23849/npafctr17/102.106

**Kaev, A.M., Antonov, A.A., Chupakhin, V.M., and Rudnev, V.A.**, Possible causes and effects of shifts in trends of abundance in pink salmon of Southern Sakhalin and Iturup Islands, *NPAFC Bull.*, 2007, no. 4, pp. 23–33.

**Kaev, A.M. and Irvine, J.R.**, Population dynamics of pink salmon in the Sakhalin-Kuril Region, Russia, *NPAFC Bull.*, 2016, no. 6, pp. 297–305. doi 10.23849/npafcb6/297.305

**Kaev, A.M. and Klovach, N.V.**, Revision of data on pink salmon abundance in East Sakhalin and Kuril Islands, *NPAFC Doc.*, 2014, no. 1501.

**Kalnay, E., Kanamitsu, M., Kistler, R., Collins, W., Deaven, D., Gandin, L., Iredell, M., Saha, S., White, G., Woollen, J., Zhu, Y., Leetmaa, A., Reynolds, B., Chelliah, M., Ebisuzaki, W., Higgins W., Janowiak, J., Mo, K.C., Ropelewski, C., Wang, J., Jenne, R., and Joseph, D.**, The NCEP/NCAR 40-year Reanalysis Project, *Bull. Amer. Meteor. Soc.*, 1996, vol. 77, no. 3, pp. 437–472. doi 10.1175/1520-0477(1996)077<0437:TNYRP>2.0.CO;2

**Krovnin, A.S., Kivva, K.K., Moury, G.P., and Sumkina, A.A.**, The ups and downs of Far East salmon stocks during recent decades: some considerations and possible causes, *NPAFC Tech. Rep.*, 2021, no. 17, pp. 83–87. doi 10.23849/npafctr17/83.87

**Montgomery, D.R., Beamer, E.M., Pess, G.R., and Quinn, T.P.**, Channel type and salmonid spawning distribution and abundance, *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 1999, vol. 56, no. 3, pp. 377–387.

**Morbey, Y.**, Protandry in Pacific salmon, *Can. J. Fish. and Aquat. Sci.*, 2000, vol. 57, no. 6, pp. 1252–1257. doi 10.1139/f00-064

**Shubin, A.O., Kovtun, M.V., Moukhametov, I.N., Faizulin, D.R., and Tsoy, A.T.**, Results of trawl count surveys on juvenile salmon and attendant fish species along southern Sakhalin Island (southwestern Sea of Okhotsk) performed by RV “Dmitry Peskov” in July 2006–2008, *NPAFC Doc.*, 2009, no. 1201.

*Поступила в редакцию 25.07.2025 г.*

*После доработки 25.08.2025 г.*

*Принята к публикации 8.09.2025 г.*

*The article was submitted 25.07.2025; approved after reviewing 25.08.2025;  
accepted for publication 8.09.2025*