

Научная статья

УДК 597.552.51–15(265.546)

DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-309-324

EDN: WDDR XO



**ЧИСЛЕННОСТЬ И НЕКОТОРЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ  
ВОСПРОИЗВОДСТВА ГОРБУШИ *ONCORHYNCHUS GORBUSCHA*  
САХАЛИНСКОГО ПОБЕРЕЖЬЯ ТАТАРСКОГО ПРОЛИВА**

А.М. Каев, Л.В. Ромасенко\*

Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),

693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196

**Аннотация.** Для 2003–2022 гг. представлены ежегодные данные по биомассе и численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha*, выловленной преимущественно ставными неводами из нагульных скоплений этого вида у сахалинского побережья Татарского пролива, количеству производителей в реках этого побережья, а также оценки численности молоди, скатывавшейся с нерестилищ, для некоторых лет. Отсутствие связи между динамикой годовых уловов горбуши в прибрежных водах и ее заходами в реки побережья подтверждает сделанные ранее заключения, что ее нагульные скопления вдоль побережья состоят из рыб разных районов происхождения. Предполагается, что основу уловов горбуши в последние годы составляли рыбы, происходящие из рек сопредельного материкового побережья. Депрессивное состояние запасов нативных популяций горбуши сахалинского побережья Татарского пролива обусловлено, скорее всего, воздействием экстремальных факторов среды в периоды ее нереста и эмбрионального развития (размыв грунта нерестилищ при мощных паводках) и последующего нагула молоди в морском прибрежье (штормы после ее массовой миграции из рек).

**Ключевые слова:** Татарский пролив, остров Сахалин, горбуша, численность (вылов, заход в реки, скат молоди), экстремальные факторы

**Для цитирования:** Каев А.М., Ромасенко Л.В. Численность и некоторые показатели воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* сахалинского побережья Татарского пролива // Изв. ТИНРО. — 2023. — Т. 203, вып. 2. — С. 309–324. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-309-324. EDN: WDDR XO.

Original article

**Abundance and some parameters of reproduction for pink salmon  
*Oncorhynchus gorbuscha* on Sakhalin coast of the Tatar Strait**

Alexander M. Kaev\*, Larisa V. Romasenko\*\*

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

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

\*\* Ph.D., leading researcher, lar.romas@mail.ru, ORCID 0000-0002-6019-1318

---

\* Каев Александр Михайлович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, kaev@outlook.com, ORCID 0000-0002-5989-3988; Ромасенко Лариса Валериевна, кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник, lar.romas@mail.ru, ORCID 0000-0002-6019-1318.

© Каев А.М., Ромасенко Л.В., 2023

**Abstract.** Annual data on biomass and number of pink salmon in catches, mainly landed from their feeding aggregations by trap nets, are presented for the Sakhalin coast of the Tatar Strait in 2003–2022. Number of the spawners entered to the rivers of this coast and number of the juveniles migrated downstream are assessed for some years. Dynamics of the pink salmon run to the rivers does not correlate with the dynamics of this species catch in the coastal waters that confirms the earlier conclusion about mixed origin of pink salmon in the feeding aggregations at the coast. The basis of pink salmon catches in recent years is the fish originated from the rivers of the adjacent mainland coast, whereas the stocks of pink salmon on the Sakhalin coast of the Tatar Strait are in depression caused by unfavorable environmental conditions of their spawning and embryonic development (as the spawning grounds erosion by extreme floods) and subsequent feeding of juveniles in the coastal waters (as heavy storms in the time of their migration from rivers).

**Keywords:** Tatar Strait, Sakhalin Island, pink salmon, fish abundance, annual catch, upstream migration of salmon, downstream migration of salmon, extreme environments

**For citation:** Kaev A.M., Romasenko L.V. Abundance and some parameters of reproduction for pink salmon *Oncorhynchus gorbusha* on Sakhalin coast of the Tatar Strait, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2023, vol. 203, no. 2, pp. 309–324. (In Russ.). DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-309-324. EDN: WDDR XO.

## Введение

Среди тихоокеанских лососей горбуша *Oncorhynchus gorbusha* является основным объектом лососевого промысла на Сахалине. Большая меридиональная протяженность острова, сложный рельеф и разный термический режим омывающих его морей создают существенные климатические различия не только между северными и южными районами, но и между восточным и западным побережьями [Атлас..., 1967]. Вследствие этого сильно разнятся условия воспроизводства горбуши. По результатам экологических и морфологических исследований были выделены локальные стада этого вида, нерестовая часть ареала которых приурочена к рекам, впадающим соответственно в заливы Анива и Терпения, в Охотское море с юго-восточного и северо-восточного побережий, в Сахалинский залив и Амурский лиман с северо-западного побережья, а также в Татарский пролив с западного побережья острова. Причем в последнем районе, судя по результатам изучения морфометрических показателей рыб и мечения, в процессе промысла на морских рыболовных участках массово облавливаются рыбы, происходящие из других районов воспроизводства и принадлежащие к группе япономорских стад, в то время как в других районах Сахалина — в основном охотоморских стад [Двинин, 1950; Воловик, 1967а; Гриценко, 1990, 2002]. Так, в 1960-е гг. была установлена миграция рыб из юго-восточной акватории Татарского пролива не только в разные районы Сахалина, но и в Приморье, Амурский лиман и далее по охотоморскому побережью вплоть до Магадана [Ландышевская, 1962]. В 1995–1998 гг. вторичная помка меченых рыб, кроме прибрежных вод и рек сахалинского побережья Татарского пролива, зафиксирована также на сопредельном материковом побережье пролива, в заливах Анива и Терпения, у мыса Соя (о. Хоккайдо) и на юго-западном побережье Хоккайдо [Ivanova, 2000]. Эта особенность определяет наиболее ранние сроки промысла горбуши у юго-западного побережья Сахалина, где первые подходы фиксировались в конце мая с формированием наибольшей плотности скоплений рыб в июне и первой половине июля [Двинин, 1950; Ландышевская, Воловик, 1967; Иванова, 2003], в то время как на восточном побережье острова разгар промысла этого вида приходится на вторую половину июля и август [Каев, 2011].

Короткоцикловой горбуше свойственны наиболее заметные среди лососей колебания численности, связанные как с природными многолетними циклами и провинциальными особенностями их проявления [Бирман, 1969, 1973; Шунтов, 2000; Klyashtorin, 2001; Шунтов, Темных, 2011а; Котенев и др., 2015], так и по смежным годам вследствие практически репродуктивно изолированных между собой двух генеративных линий четных и нечетных лет [Aspinwall, 1974; Салменкова и др., 1981; Животовский и др.,

1989; Sato, Urawa, 2017], обычно различающихся по уровню запаса. Высокая изменчивость уловов в сочетании с интенсивным промыслом требует проведения мониторинга состояния стада. Большое значение в такого рода деятельности принадлежит созданию многолетних рядов наблюдений с унифицированными для всех лет методиками расчета используемых показателей воспроизводства. Такие ряды сформированы и продолжают поддерживаться для зал. Анива, юго-восточного, северо-восточного и северо-западного побережий Сахалина [Каев и др., 2004; Каев, Klovach, 2014; Каев, Irvine, 2016; Каев, 2019а, б]. Задержка с созданием такого ряда для западного побережья острова во многом связана с неопределенностями в расчетах численности возвратов горбуши местного стада вследствие массового облова при промысле в прибрежных водах рыб, происходящих из разных районов воспроизводства.

Цель настоящей статьи — оценить показатели воспроизводства горбуши местного стада на основе систематизации и анализа имеющихся данных, а также установить некоторые из возможных причин его депрессивного состояния в последние годы.

### **Материалы и методы**

Материалом послужили данные по вылову горбуши, заходу производителей в реки и последующему скату молоди.

Промышленный лов горбуши вели в основном ставными неводами. В разного рода ведомственных документах имеются расхождения по величине годовых уловов. До 1970 г. использованы данные из сводного документа, подготовленного ВНИРО\*; для 1971–1993 гг. — систематизированные в ТИНРО-центре сведения по вылову, подготовленные для Северотихоокеанской комиссии по анадромным рыбам (далее NPAFC). Для последующих лет использованы ежегодные статистические документы NPAFC [[http://www.npafc.org/new/pub\\_documents.html](http://www.npafc.org/new/pub_documents.html)], подготовленные на основе официальной статистики компетентных государственных органов, с 2007 г. — Сахалино-Курильского территориального управления Росрыболовства (СКТУ).

Для расчета числа выловленной горбуши использовали значения средней массы ее тела в соответствии с проведенными по общепринятой методике [Правдин, 1966] биологическими анализами на рыбах из промысловых уловов ставными неводами и из исследовательских уловов в реках (ставные сети). Годовые и помесечные значения количества выловленных рыб представлены в соответствующих ежегодных статистических документах NPAFC.

Оценка численности производителей на нерестилищах осуществлялась по результатам их визуального учета сотрудниками Сахалинского филиала Главрыбвода (далее Сахалинрыбвод) в процессе пешего обхода некоторых рек. По установленной средней плотности скоплений рыб на нерестилищах рассчитывали суммарный заход производителей во все реки побережья, нерестовый фонд в которых составлял 4192 тыс. м<sup>2</sup>. В некоторые из 1970–1980-х гг. осуществляли аэровизуальный учет производителей с последующей корректировкой данных по результатам пешего обхода. С учетом огромной протяженности изучаемого района и разнообразия его геоморфологических характеристик начиная с 2003 г. расчет суммарного захода производителей в реки стали осуществлять отдельно по группам рек северной, центральной и южной частей побережья (рис. 1), в которых к этому времени нерестовый фонд горбуши составлял 4113 тыс. м<sup>2</sup>, оставаясь близким к первоначально озвученной величине 4087 тыс. м<sup>2</sup> [Рухлов, 1970]. В последние годы специалисты управления «Сахалинрыбвод» скорректировали в сторону уменьшения нерестовый фонд горбуши в ряде рек, где он был чрезвычайно завышен, кроме того, появились данные по площади нерестилищ в некоторых небольших реках, которые ранее не обследовались.

\* Уловы тихоокеанских лососей (1900–1986 гг.). М.: ВНИРО, 1989. 213 с.

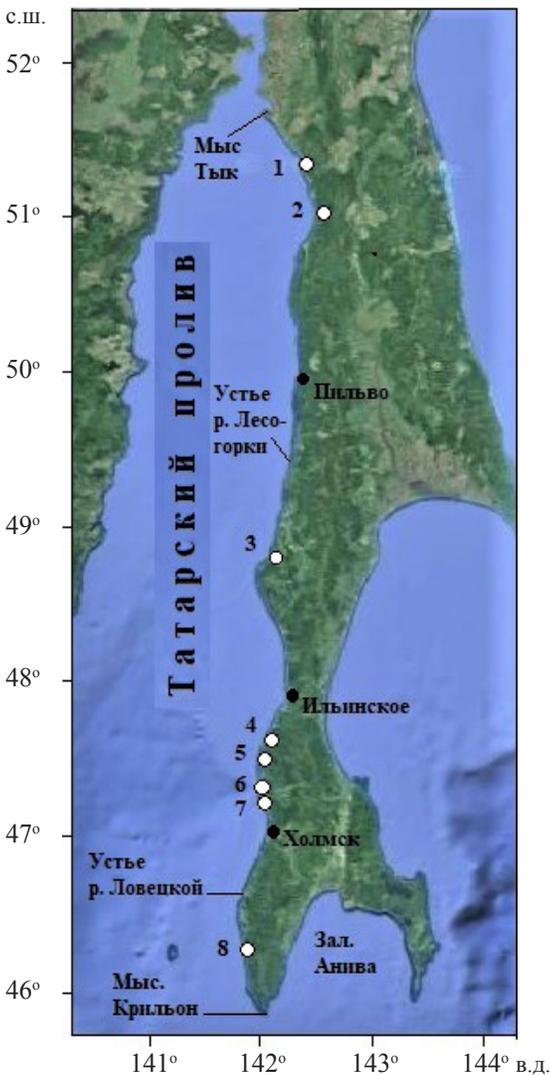


Рис. 1. Сахалинское побережье Татарского пролива: светлыми кружками обозначены пункты учета покатной молоди горбуши в реках Большая Уанди (1), Танги (2), Покосная (3), Черная Речка (4), Новоселка (5), Красноярка (6), Кострома (7) и Обутонай (8)

Fig. 1. Scheme of the data collection on Sakhalin coast of the Tatar Strait: light circles — field stations for registration of migrating juveniles on the rivers Bolshaya Uandy (1), Tangy (2), Pokosnaya (3), Chernaya Rechka (4), Novoselka (5), Krasnoyarka (6), Kostroma (7), and Obutonai (8)

Мы исходим из того, что при поддержке многолетнего ряда наблюдений должны использоваться одни и те же значения, так как площадь нерестилищ горбуши в значительной мере связана с геоморфологией рек [Montgomery et al., 1999]. Вследствие этого проведен перерасчет численности рыб на нерестилищах начиная с 2003 г. В реках северной части побережья площадь нерестилищ изменена с 552 на 556 тыс. м<sup>2</sup>, центральной части — с 3081 на 2977 тыс. м<sup>2</sup>, южной — с 480 на 176 тыс. м<sup>2</sup>, в итоге суммарно она составила во всех реках 3709 тыс. м<sup>2</sup>. Таким образом, представляемые в статье данные по количеству производителей в реках в эти годы отличаются от указанных ранее в соответствующих документах NPAFC. Кроме того, для изученного нами ряда поколений все данные по вылову приведены к тотальным значениям (сумма коммерческих, потребительских и спортивно-любительских уловов).

Численность скатывающейся из рек молоди определена по данным ее выпусков с лососевых рыбодовных заводов (ЛРЗ) и количества покатников, скатывающихся с нерестилищ. Официальные данные по выпускам молоди с ЛРЗ разных форм собственности представляются в статистических документах Сахалино-Курильского территориального управления Росрыболовства. Учет численности «диких» покатников осуществляли методом выборочных обловов, адаптированным к небольшим сахалинским рекам [Воловик, 19676]. Специалисты управления «Сахалинрыбвод» многие годы проводили учеты в реках Большая Уанди и Покосная, которые были

прекращены соответственно с 2011 и 2012 гг. В то же время учет стали вести в реках Новоселка, Кострома и Обутонай (2009–2011 гг.), Танги (2011 г.), Красноярка (2006, 2011, 2013, 2014, 2016, 2017 гг.) и Черная Речка (2013–2015 гг.). Как видим, по шкале лет этот учет носил фрагментарный характер, что неприемлемо для мониторинга. К тому же расширение географии учетных работ не во всех случаях сопровождалось их качественным исполнением, вследствие чего результаты учетов в реках Красноярка (2014 и 2017 гг.) и Обутонай (2009 г.) не были использованы при расчетах суммарной численности покатников по всему побережью, как и в реках Покосная (2005 и 2014 гг.), Черная (2014 г.) и Красноярка (2016 г.), из-за отсутствия данных по заполнению нерестилиц производителями этих поколений. Экстраполяция данных учета покатников в контрольных реках на другие водоемы осуществляется через так называемый индекс ската (ИС), рассчитываемый как отношение числа скатившейся молоди в контрольной реке к числу производителей, зашедших в нее для нереста [Kaev, Irvine, 2016]. Индекс ската 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 характеристики метеоусловий использованы данные ежесуточных измерений [<https://tr5.ru>, данные с 2005 г.] на гидрометеорологических постах (ГМП) в населенных пунктах Холмск (ГМП 32128), Ильинское (ГМП 32121) и Пильво (ГМП 32069).

Статистическая обработка проведена в программе Microsoft Office Excel, при этом использованы следующие символы:  $M$  — среднее значение,  $SD$  — среднее квадратичное отклонение,  $r$  — коэффициент корреляции Пирсона,  $p$  — уровень значимости нуль-гипотезы,  $n$  — объем выборки. Разность между средними значениями выборок оценена по критерию Фишера ( $F$ ).

### Результаты и их обсуждение

Сахалинское побережье Татарского пролива — это участок берега протяженностью более 700 км, на котором от мыса Крильон на юге до мыса Тык на севере (рис. 1) насчитывается 87 рек с определенной площадью нерестилиц. В 2003–2022 гг. (период корректировки данных) в эти реки заходило от 18,6 до 2715,6 тыс. производителей (см. таблицу). В то же время характер водотоков весьма различен по морфологии, что в сочетании с их расположением в разных климатических областях — среднесахалинской горной и южносахалинской — и с дополнительной их подразделенностью на отдельные климатические районы [Атлас..., 1967] вносит разнообразие в условия воспроизводства горбуши. Все реки стекают со склонов Камышового хребта или его западных отрогов. В северных районах отроги хребта подходят вплотную к береговой линии, поэтому реки текут в узких долинах под большим уклоном с многочисленными порогами и даже водопадами. В центральной части побережья вследствие отдаления хребта уклоны водотоков меньше, а реки в среднем крупнее. Площадь водосборного бассейна трех крупнейших рек в этой части составляет в среднем около 1200 км<sup>2</sup>, в то время как в северной части — 697 км<sup>2</sup>. Южная часть побережья вследствие прижима непосредственно горного хребта отличается в среднем наиболее короткими горными водотоками, средняя площадь водосбора трех самых крупных из них — 173 км<sup>2</sup> [Ресурсы..., 1973; Государственный водный кадастр, 1988\*; и др.]. В средних по величине реках (площадь водосбора от 200 до 400 км<sup>2</sup>) площадь нерестилиц горбуши по отношению к площади бассейна наиболее велика в средней части побережья (0,77 %), в северных и южных районах значения этого показателя

---

\* Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши. Т. 1: РСФСР. Вып. 22: Бассейны рек о. Сахалина и Курильских островов. Южно-Сахалинск: Сахалинское территориальное управление по гидрометеорологии и контролю природной среды, 1988. 148 с.

Вылов горбуши у сахалинского побережья Татарского пролива в 2003–2022 гг., заход производителей в реки этого побережья и последующая численность покатной молоди  
 Annual catches of pink salmon on the Sakhalin coast of the Tatar Strait in 2003–2022 and abundance of the spawners and juveniles in the rivers of this coast in some years of this period

Год	Вылов		Заход в реки, тыс. рыб				Покатная молодь, млн экз.		
	Т	Тыс. рыб	По участкам побережья			Всего	Год	Скат	ЛРЗ
			Юг	Центр	Север				
2003	440,0	338,5	53,1	125,1	17,7	195,9	2004	4,9	1,7
2004	66,9	53,4	23,2	226,1	42,2	291,5	2005	Н.д	12,4
2005	285,0	226,5	63,5	246,4	46,9	356,8	2006	66,6	13,5
2006	369,7	300,6	64,6	655,3	86,7	806,6	2007	207,8	16,2
2007	519,7	344,4	1,8	1018,2	254,2	1274,2	2008	77,5	11,1
2008	541,2	416,1	31,4	1867,8	549,1	2448,3	2009	125,8	19,4
2009	1204,1	873,8	232,7	255,6	11,3	499,6	2010	44,8	20,4
2010	2910,9	2604,6	70,4	1961,5	683,7	2715,6	2011	251,5	17,7
2011	63,6	33,9	74,5	30,4	11,7	116,6	2012	Н.д	2,8
2012	3054,7	2657,7	111,6	922,6	160,9	1195,1	2013	162,5	4,4
2013	4,9	3,4	56,2	18,4	2,9	77,5	2014	Н.д	6,8
2014	1835,5	1496,4	135,7	474,6	8,8	619,1	2015	186,5	13,8
2015	8,6	5,4	5,8	41,7	2,8	50,3	2016	Н.д	0,7
2016	2924,3	4114,0	9,2	402,9	75,3	487,4	2017	«	10,5
2017	0	0	1,7	14,9	2,8	19,4	2018	«	0
2018	1139,6	834,9	29,2	174,0	32,5	235,7	2019	«	6,4
2019	0,4	0,3	2,9	13,5	2,2	18,6	2020	«	1,4
2020	251,0	185,7	7,4	288,8	54,0	350,2	2021	«	6,2
2021	1,1	0,8	2,6	16,5	3,0	22,1	2022	«	0,5
2022	19,1	12,9	4,6	67,9	12,7	85,2	2023	–	–

*Примечание.* Под термином «скат» понимается численность молоди, скатывающейся с нерестилищ, под термином «ЛРЗ» — выпускаемой с лососевых рыбоводных заводов, Н.д — нет данных.

существенно ниже — соответственно 0,20 и 0,15 ‰. Естественно, что относительная площадь нерестилищ в наиболее крупных реках (площадь водосбора более 500 км<sup>2</sup>) снижается, тем не менее в центральных районах она почти вдвое выше в сравнении с северными районами (0,26 против 0,14 ‰), хотя и бассейны центральных рек также вдвое больше северных по площади. Среди небольших горных рек (площадь водосбора от 20 до 50 км<sup>2</sup>), которые преобладают в северных и южных районах, южные заметно доминируют по относительной площади нерестилищ (0,29 против 0,14 ‰).

При расчетах численности заходов горбуши в реки показанные различия по величине их бассейнов и относительной площади нерестилищ в них стали одной из причин группировки водотоков по трем районам — северному, центральному и южному. В дополнение к этому данные районы характеризуются и различной плотностью скоплений производителей на нерестилищах. За рассматриваемый период с 2003 г. в среднем наиболее плотные их скопления (экз./м<sup>2</sup>) отмечались в реках южного района ( $M = 0,28$ ;  $SD = 0,330$ ;  $n = 20$ ), в реках центрального района — вдвое реже ( $M = 0,15$ ;  $SD = 0,196$ ;  $n = 20$ ). В реках северного района плотность скоплений рыб ( $M = 0,21$ ;  $SD = 0,309$ ;  $n = 14$ ) была выше, чем в центральном районе, однако отчасти такое расхождение связано с отсутствием в некоторые годы наблюдений в северном районе, особенно при слабых заходах производителей.

В условиях редких наблюдений за покатной миграцией молоди сравнить эффективность воспроизводства в пресноводном цикле возможно только для рек северного и центрального районов, в которых учет покатников проводился синхронно в течение 7 лет. Индекс ската в центральном районе ( $M = 127,9$ ;  $SD = 90,03$ ) оказался в 2,5 раза

выше, чем в северном ( $M = 49,9$ ;  $SD = 31,0$ ), поэтому численность покатников в реках южного района, где наблюдения за покатной миграцией проводились всего в течение двух лет, рассчитывали на основе индекса ската, установленного для рек центрального района. В целом для побережья увеличение заходов производителей в реки сопровождалось ростом численности покатников, связь между этими переменными с наибольшим уровнем аппроксимации описывается линейной зависимостью. В вариантах для предыдущего (рис. 2, а) и современного периодов (рис. 2, б: новая схема расчета суммарной численности горбуши в реках побережья) наблюдается сходный характер распределений, в которых большинство значений при малой численности производителей находятся выше линии тренда, а при наибольших их заходах в реки более значимыми становятся отклонения в меньшую сторону. Так, средние значения отклонений точек от линии тренда при малых и больших (до и более 1,5 млн рыб) заходах производителей в 1971–2002 гг. составили соответственно 30,8 и –18,8 млн экз., в современный период — 43,4 и –44,6 млн экз. Такой характер распределений может свидетельствовать о проявлении в некоторые годы действия плотностных факторов, хотя плотность скоплений производителей в годы их наибольших заходов в реки данного побережья остается существенно меньше принятой для этого вида в качестве оптимальной (2 экз./м<sup>2</sup>) исходя из площади нерестовых бугров [Рухлов, 1971, 1972]. Не исключено, что это связано с худшим состоянием нерестилищ в реках сахалинского побережья Татарского пролива. По оценкам специалистов Сахалинрыбвода, только 40,7 % нерестилищ являются хорошими, 43,9 — средними и 15,4 % — плохими по качеству, в то время как по юго-восточному побережью острова нерестилища по такой градации составляют соответственно 66,0, 31,4 и 2,7 %. Разница еще заметнее, если для последнего района не учитывать притоки озер, в которые, как правило, горбуша заходит слабо (соответственно 72,5, 24,6 и 2,9 %).

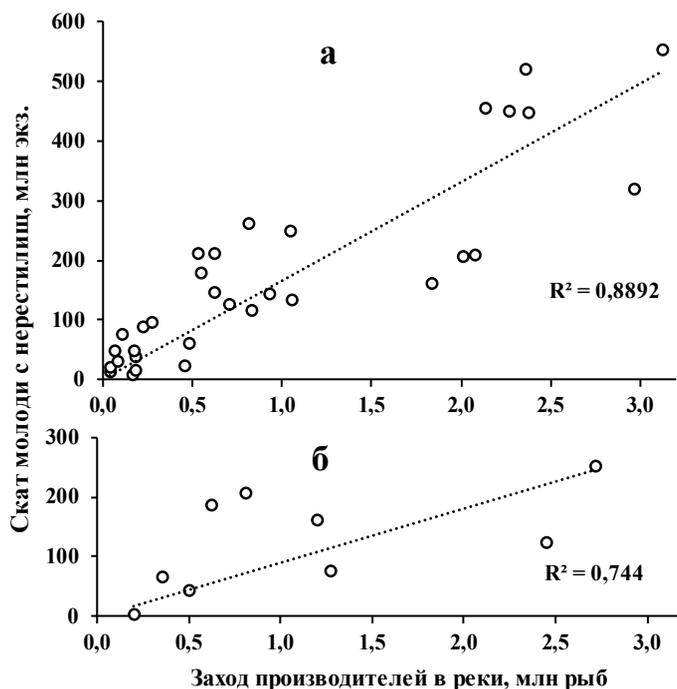


Рис. 2. Связь между численностью заходов производителей горбуши в реки сахалинского побережья Татарского пролива и последующего ската молоди у поколений 1971–2002 (а) и 2003, 2005–2010, 2012, 2014 (б) годов нереста

Fig. 2. Relationship between the number of pink salmon spawners in the rivers on Sakhalin coast of the Tatar Strait and the number of juveniles subsequently migrated downstream for the year-classes spawned in 1971–2002 (а) and 2003, 2005–2010, 2012, and 2014 (б)

Численность заводской молоди горбуши невелика (см. таблицу), вследствие чего она мало влияет на формирование будущих возвратов соответствующих поколений.

Судя по имеющимся с 1971 г. данным по численности горбуши, отсутствует связь между величинами ее вылова у сахалинского побережья Татарского пролива и захода производителей в реки ( $r = 0,27$ ;  $p > 0,05$ ). Для более глубокого понимания причин такого соотношения полезно сопоставить изменения уловов и заходов рыб в реки в разных районах, где основу подходов горбуши составляют особи из япономорской группировки стад. Другим таким районом является сопредельное материковое побережье Татарского пролива, где сроки основных уловов горбуши во многом совпадают. Так, в мае, июне и июле 1994–2010 гг. на материковом побережье вылавливали в среднем 0, 27,1 и 72,9 % рыб, а в эти же годы на сахалинском побережье на эти месяцы приходилось соответственно по 0,1, 41,9 и 58,0 % уловов. Понятно, что несколько более ранние сроки лова на сахалинском побережье связаны с обловом в том числе рыб из нагульных скоплений, в то время как при промысле у материкового побережья пролива облавливаются в основном рыбы, подходящие к «родным» рекам. Известны подходы япономорской горбуши в Амурский лиман, где ее промысел сосредоточен в основном в районе впадения р. Амур [Каев, 2019а]. Однако выделение доли япономорских особей в общих уловах горбуши на побережье Амурского лимана довольно проблематично, не говоря уже о выделении доли этих рыб на нерестилищах. Такая же ситуация характерна и для восточного побережья Сахалина, к тому же в его различных районах япономорская горбуша не облавливается при промышленном лове из-за крайне низкой ее численности [Каев, 2006].

На обоих побережьях пролива до середины 1990-х гг. вылов в нечетные годы обычно был выше, причем на сахалинском побережье это доминирование выглядело ярче (рис. 3). Затем после резкого сокращения уловов в нечетные годы доминирование перешло к линии четных лет, более выраженным этот процесс стал уже на материковом побережье пролива. Напомним, что со второй половины 1980-х гг. в Сахалино-Курильском регионе начался рост запасов горбуши, в результате которого в первом десятилетии XXI в. годовые уловы достигли рекордных значений. При этом в 1993 г. произошел резкий спад подходов горбуши, после чего на восточном побережье Сахалина ее запас по линии нечетных лет быстро восстановился, а на о. Итуруп, напротив, произошла смена доминант. В какой-то мере динамика вылова горбуши на материковом побережье Татарского пролива сходна с таковой на о. Итуруп, с той лишь разницей, что в последний период резко упал уровень запаса в нечетные годы. На сахалинском побережье внешне также произошла смена доминант, но заметного роста запасов по линии четных лет не последовало.

В условиях частых в нечетные годы ограничений на ведение промысла из-за низкого уровня запаса горбуши сопоставление динамик уловов и заходов рыб в реки по этой линии является некорректным. По линии четных лет с 1994 по 2020 г. численность производителей в реках сахалинского побережья слабо коррелировала с количеством выловленных рыб ( $r = 0,33$ ;  $p > 0,05$ ), а при более коротком диапазоне лет (начиная с 2004 г., после которого последовал очередной период повышения уловов) эта связь еще более ослабела ( $r = 0,17$ ). На сопредельном материковом побережье пролива плотность связи между численностью рыб в уловах и в заходах в реки за такой же период с 1994 г. оказалась выше средней ( $r = 0,57$ ;  $p < 0,05$ ), причем она не изменилась и в последние годы (с 2004 г.:  $r = 0,57$ ). Эти данные являются еще одним свидетельством того, что величина уловов горбуши у сахалинского побережья Татарского пролива во многом определяется приловом нагульных рыб, мигрирующих затем в другие районы воспроизводства. Особенно это характерно для последних лет при сокращении уровня запасов местного стада, о чем можно судить по количеству производителей в реках (см. таблицу). Учитывая крайне низкую численность япономорской горбуши в текущем веке на восточном побережье Сахалина и ее сравнительно слабые подходы к

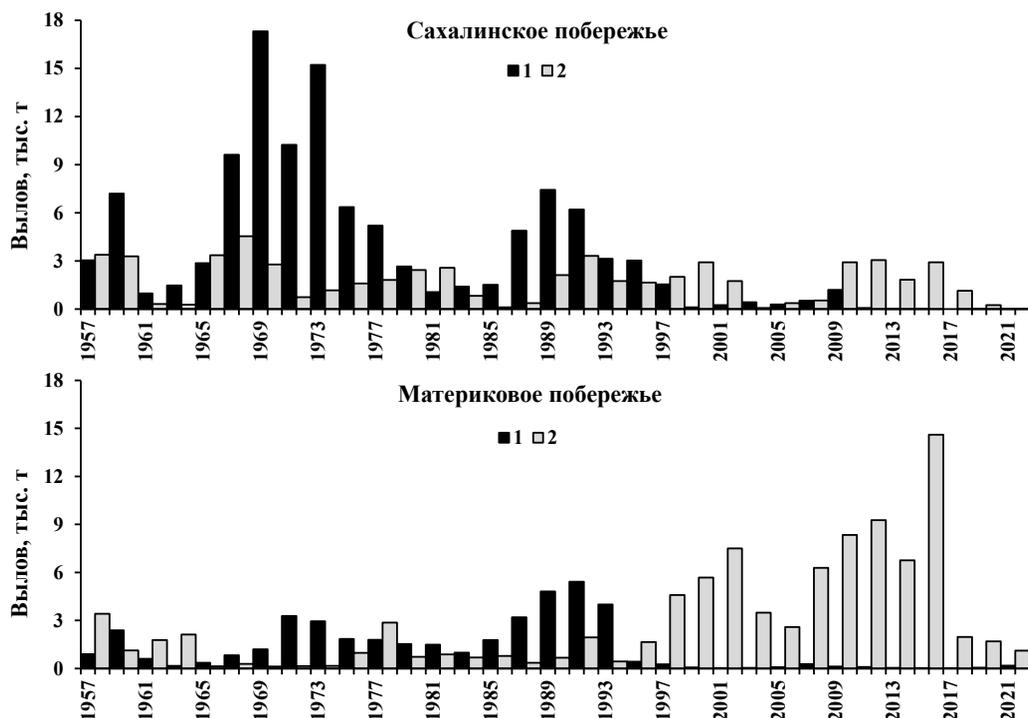


Рис. 3. Динамика вылова горбуши на сахалинском и материковом побережьях Татарского пролива в 1957–2022 гг.: 1 — нечетные годы, 2 — четные годы

Fig. 3. Dynamics of the pink salmon annual catch on the coasts of Sakhalin Island and mainland in the Tatar Strait in 1957–2022: 1 — odd years, 2 — even years

побережью Амурского лимана, основу прилова у сахалинского побережья Татарского пролива составляют, видимо, рыбы с сопредельного материкового побережья.

Существенный прилов транзитных рыб при отсутствии количественных оценок их идентификации не позволяет корректно оценивать эффективность воспроизводства горбуши, происходящей из рек сахалинского побережья Татарского пролива. При этом под воспроизводством понимается непрерывный процесс формирования численности поколения в результате складывающегося соотношения пополнения и убыли в течение всего жизненного цикла. Расчет соотношения пополнения к числу родителей (индекс воспроизводства) возможен лишь для некоторых поколений с низким уровнем численности, в годы возврата которых вводился полный запрет на промысел в прибрежных морских водах. Анализ таких поколений свидетельствует об очень высокой смертности в процессе формирования пополнения, вследствие чего возврат рыб в 2013, 2015, 2017 и 2022 гг. был меньше числа их родителей, индекс воспроизводства находился в пределах от 0,3 до 0,7, составив в среднем 0,52. В 2019 г. по этому индексу зафиксирован паритет между потомками и родителями (1,0), и только при возврате поколения в 2021 г. обозначилось расширенное воспроизводство (1,2).

На сахалинском побережье Татарского пролива промышленный лов горбуши ведут пассивными орудиями лова (ставные невода) и отсутствует жесткая система управления пропуском производителей в реки (отлов рыб в устьях для предотвращения заморозов при чрезвычайно больших заходах). Это позволяет полагать, что величина заходов на нерестилища в определенной мере отражает урожайность поколений, для которых не проведена непосредственная оценка численности вследствие облова в прибрежных водах нагульных скоплений горбуши разного происхождения по районам нереста. Численность производителей на нерестилищах в последнее десятилетие многократно снизилась в сравнении с предыдущими годами (см. таблицу), чему должны быть веские

причины. Существенные изменения уровня элиминации в большей мере могут быть детерминированы случайными (редкими, необычными) воздействиями среды [Каев, 1989; Криксунов, 1995], так как в пределах диапазона широко меняющихся параметров среды популяции способны сохранять относительную стабильность вследствие естественной устойчивости рыб к их варьированию. Применительно к лососям к таким факторам в первую очередь следует отнести аномально высокие осенние паводки (разрушение нерестовых гнезд при размыве грунта) и штормы в морском побережье в период ската молоди из рек, во время которых недавние покотники не питаются, сбиваясь в пассивные стаи, слабо реагирующие на приближение наблюдателя (не исключено, что и хищников). Тестирование этой версии на примере горбуши восточного побережья Сахалина и о. Итуруп привело к положительному результату [Каев, 2018; Каев, Колпаков, 2022].

Проверка вероятных результатов воздействия данных факторов на воспроизводство горбуши осуществлена только для центрального участка. Северный участок исключен из анализа по причине того, что из-за редких учетов численность рыб в его реках в некоторые годы оценивали по результатам учетов в реках центрального участка. А к южной оконечности западного побережья Сахалина наблюдается проникновение тихоокеанской горбуши [Каев и др., 2010], вследствие чего в годы ее высокоурожайных подходов к анивскому побережью п-ова Крильонского заметно увеличивается численность производителей в реках южного участка, вызывая диспропорцию в изменениях плотности заполнения нерестилищ в его реках с реками центрального участка, что наиболее ярко проявилось в 2009 г. (см. таблицу).

О вероятном прохождении дождевых паводков в реках судили по величине суточных атмосферных осадков, за их пиковые значения принимали сумму наибольших осадков в течение двух смежных суток, о возникновении штормовых условий — по среднему значению максимальных порывов ветра, зафиксированных при 4–8-кратных измерениях в течение суток. Применительно к центральной части побережья использованы средние значения этих параметров, рассчитанные по трем ГМП. За нижнюю границу экстремально больших осадков принято их значение 40 мм, штормовых ветров — 15 м/с. Для лучшего восприятия времени воздействия этих факторов каждый год подразделен на 7 фрагментов. В отношении осадков — это последняя половина июля и далее первая и вторая половины августа, сентября и октября, тем самым охватывается период появления производителей на нерестилищах, их нереста и вероятного разрушения гнезд при осенних паводках (в ноябре не зафиксировано больших осадков). В отношении ветров — это пятидневки с 6 мая по 10 июня, охватывающие весь период ската молоди из рек.

По линии нечетных лет (рис. 4, а) снижение количества производителей до минимального уровня произошло в 2011 г., вернувшееся поколение в процессе становления своей численности подверглось сначала воздействию паводка во время нереста, а затем штормовых ветров при массовом скате молоди. По линии четных лет (рис. 4, б) поколения высокой численности возврата в 2008 и 2010 гг. практически не подвергались воздействию экстремальных факторов на нерестилищах (паводки до начала массового нереста) и во время раннего морского периода жизни молоди (в шторм попала небольшая часть молоди раннего ската). Резкое снижение численности рыб у поколений возврата в 2012 и 2014 гг. произошло преимущественно за счет воздействия паводка в период эмбрионального развития в гнездах (у поколения возврата в 2012 г. первый паводок наблюдался в начале нереста родителей, а шторм — в начале покотной миграции молоди). Восстановление численности последующих поколений уже само по себе являлось проблематичным при значительном дефиците производителей (экологические аспекты), при этом они продолжали подвергаться воздействию осенних паводков (в основном по линии нечетных лет) и штормов (в основном по линии четных лет).

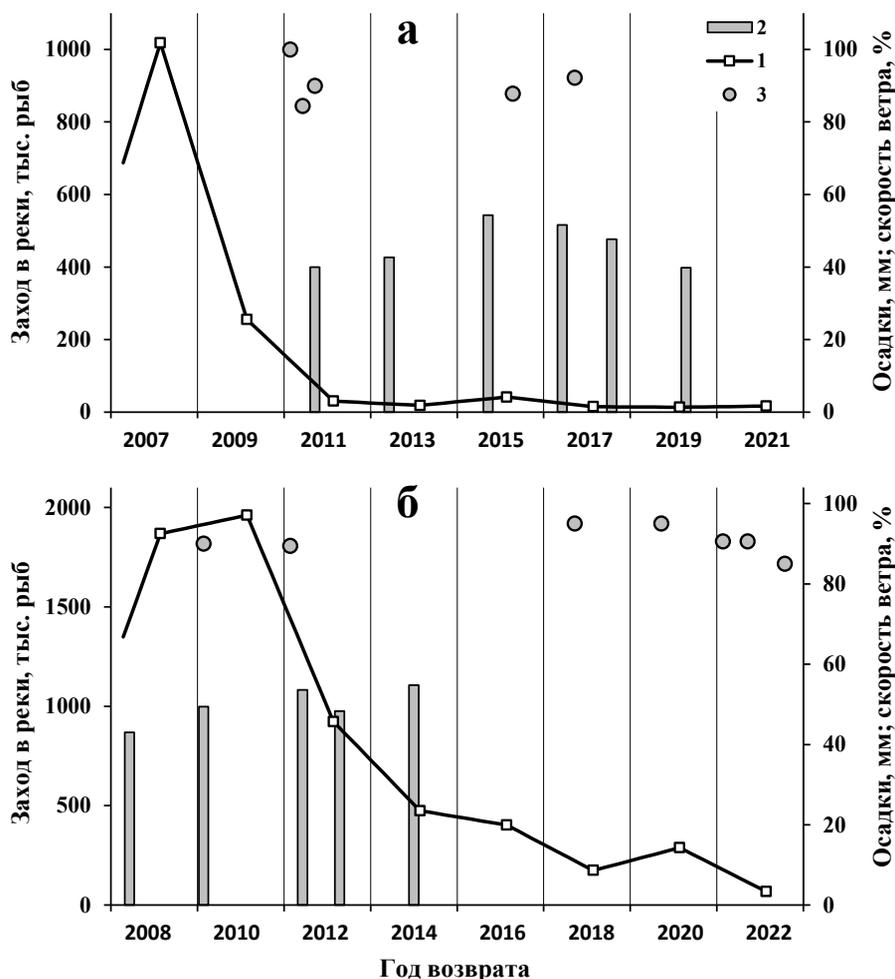


Рис. 4. Численность заходов горбуши в реки центрального участка сахалинского побережья Татарского пролива в нечетные (а) и четные (б) годы при разном уровне воздействия на воспроизводство поколений экстремальных факторов среды: 1 — численность производителей в реках, 2 — величина осадков, 3 — скорость ветра (% от максимального значения 18 м/с)

Fig. 4. The number of pink salmon spawned entered to the rivers in the central part of Sakhalin coast of the Tatar Strait in odd (a) and even (b) years (1) on the background of changing environmental factors, as amount of precipitation (2, mm) and mean wind rate relative to the maximum value of 18 m/s (3, %)

Действием рассмотренных факторов не объясняется снижение численности заходов рыб в сравнении с предыдущим циклическим годом только у двух поколений, 2009 и 2016 годов возврата. В этом нет ничего неожиданного, так как процессы формирования численности лососей происходят под действием целого комплекса внешних и внутренних факторов [Коновалов, 1985], многие из которых входят в блок «черный ящик» в процессе широко применяемых в последние годы разного рода моделей при прогнозировании состояния запасов. Априори ухудшением условий воспроизводства прогнозируемого объекта считается появление «неблагоприятных» значений у выбранных в процессе моделирования предикторов, характеризующих развитие глобальных процессов. В то же время нельзя не согласиться с точкой зрения, что многообразие и гибкость системы связей объекта со средой обитания обуславливают неодинаковую цикличность в динамике численности разных популяций и видов, живущих в одних и тех же экосистемах [Шунтов, 2000; Шунтов, Темных, 2011а]. При этом одной из важнейших причин несинхронных и неодинаковых тенденций в развитии фи-

зико-географических условий, динамики популяций и биоты в целом является хорошо выраженная региональная специфика, подразумевающая преобладающее влияние на развитие явлений и процессов именно местных условий [Шунтов, Темных, 2011б]. Такие местные условия создаются, в частности, при прохождении тайфунов, причем вполне понятны механизмы их негативного воздействия на формирование численности горбуши в периоды ее нереста и эмбрионального развития в реках и последующего нагула молоди в прибрежье моря [Каев, 2018].

### **Заключение**

Многие годы на сахалинском побережье Татарского пролива по уловам доминировали сравнительно высокоурожайные поколения нечетных лет нереста. Переход в середине 1990-х гг. доминирования к поколениям четных лет нереста не ознаменовался ростом уровня их запасов, а явился следствием наступления глубокой депрессии у смежной генеративной линии. Исходя из соотношения заходов горбуши в реки и последующей численности ее покатной молоди можно судить о проявлении в некоторые годы действия плотностных факторов, хотя плотность скоплений производителей на нерестилищах в годы их наибольших заходов в реки данного побережья остается существенно меньше принятой для этого вида в качестве оптимальной. Отсутствие связи между годовыми величинами вылова горбуши и ее заходами в реки побережья подтверждает сделанные ранее заключения о формировании нагульных скоплений этого вида в прибрежных водах рыбами разного происхождения в соответствии с районами своего нереста. Основу уловов горбуши в последние годы составляют, видимо, рыбы, происходящие из рек сопредельного материкового побережья Татарского пролива. Депрессивное состояние запасов горбуши на сахалинском побережье Татарского пролива обусловлено, скорее всего, воздействием экстремальных факторов среды в периоды ее нереста и эмбрионального развития (размыв грунта нерестилищ при мощных паводках) и последующего нагула молоди в морском прибрежье (штормы в период ее массового ската).

### **Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)**

Авторы благодарны Сахалино-Курильскому управлению Росрыболовства и сахалинскому филиалу Главрыбвода за качественное представление ежегодных дискретных данных по вылову горбуши и ее численности в реках рассматриваемого района.

The authors are grateful to the Sakhalin-Kuril office of the Fisheries Agency of Russia (Rosrybolovstvo) and the Sakhalin branch of Glavrybvod for high-quality data on annual catch of pink salmon at the Sakhalin coast of the Tatar Strait and number of the spawners entered to the rivers of this area.

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

Исследование не имело спонсорской поддержки.  
This study had no sponsor funding.

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

Соблюдены все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных.

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

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

А.М. Каев возглавил проведение данного исследования. Оба автора совместно анализировали данные и готовили данную статью.

Both authors jointly collected and analyzed the data and wrote and illustrated the manuscript, under management of A.M. Kaev.

### Список литературы

- Атлас Сахалинской области [Карты]** / ред. кол.: гл. ред. Г.В.Комсомольский и И.М. Сирый. — М. : ГУГК, 1967. — 135 с.
- Бирман И.Б.** Гелиогидробиологические связи как основа для долгосрочного прогнозирования запасов промысловых рыб (на примере лососей и сельди) // *Вопр. ихтиол.* — 1973. — Т. 13, вып. 1. — С. 23–37.
- Бирман И.Б.** Периодические колебания численности лососевых и солнечная активность // *Тр. ВНИРО.* — 1969. — Т. 67. — С. 171–189.
- 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 поклатной молоди горбуши в реках Сахалина // *Изв. ТИНРО.* — 1967б. — Т. 61. — С. 104–117.
- 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.
- Двинин П.А.** О миграциях и морфометрической характеристике западно-сахалинской горбуши // *ДАН СССР.* — 1950. — Т. 75, № 6. — С. 863–864.
- Животовский Л.А., Глубоковский М.К., Викторовский Р.М. и др.** Генетическая дифференциация горбуши // *Генетика.* — 1989. — Т. 25, № 7. — С. 1261–1274.
- Иванова И.М.** Видовой состав, биологическая структура и динамика уловов лососей рода *Oncorhynchus* в прибрежье юго-западного Сахалина // *Тр. СахНИРО.* — 2003. — Т. 5. — С. 64–84.
- Каев А.М.** Некоторые методические аспекты прогнозирования численности кеты и горбуши // *Биол. моря.* — 1989. — № 2. — С. 61–66.
- Каев А.М.** Некоторые результаты изучения динамики численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *O. keta* на северо-западном побережье острова Сахалин // *Вопр. ихтиол.* — 2019а. — Т. 59, № 5. — С. 567–577. DOI: 10.1134/S0042875219040106.
- Каев А.М.** Некоторые результаты изучения динамики численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* на северо-восточном побережье острова Сахалин // *Вопр. ихтиол.* — 2019б. — 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.** Оценка эффективности прогнозирования и управления промыслом горбуши в Сахалино-Курильском регионе // *Изв. ТИНРО.* — 2011. — Т. 167. — С. 32–53.
- Каев А.М.** Страсти лососевой путины // *Рыб. хоз-во.* — 2006. — № 2. — С. 46–49.
- Каев А.М., Авдеев Д.В., Антонов А.А. и др.** Результаты мониторинга подходов горбуши в основных районах ее промысла в Сахалинской области в 2010 г. // *Бюл. № 5 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей».* — Владивосток : ТИНРО-центр, 2010. — С. 30–35.
- 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., Колпаков В.Н.** Состояние запасов горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) Восточного Сахалина // *Тр. СахНИРО.* — 2022. — Т. 18. — С. 3–20.
- Коновалов С.М.** Факторы, лимитирующие численность и биомассу тихоокеанских лососей // *Биологические исследования лососевых.* — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1985. — С. 5–25.
- Котенев Б.Н., Кровнин А.С., Кловач Н.В. и др.** Влияние климато-океанологических факторов на состояние основных запасов горбуши в 1950–2015 гг. // *Тр. ВНИРО.* — 2015. — Т. 158. — С. 143–161.
- Криксунов Е.А.** Теория пополнения и интерпретация динамики популяций рыб // *Вопр. ихтиол.* — 1995. — Т. 35, № 3. — С. 302–321.
- Ландышевская А.Е.** Мечение горбуши у юго-западного побережья Сахалина // *Рыб. пром-сть Дальнего Востока.* — 1962. — № 4. — С. 21–22.

**Ландышевская А.Е., Воловик С.П.** Скопления преднерестовой горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb) в юго-восточной части Татарского пролива // *Вопр. ихтиол.* — 1967. — Т. 7, вып. 1. — С. 69–74.

**Правдин И.Ф.** Руководство по изучению рыб. — М. : Пищ. пром-сть, 1966. — 376 с.

**Ресурсы поверхностных вод СССР.** Т. 18 : Дальний Восток. Вып. 4 : Сахалин и Курилы / под ред. М.Г. Васильковского. — Л. : Гидрометеиздат, 1973. — 264 с.

**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.

**Рухлов Ф.Н.** О параметрах нерестовых бугров горбуши и осенней кеты // *Рыб. хоз-во.* — 1972. — № 8. — С. 24–25.

**Салменкова Е.А., Омельченко В.Т., Малинина Т.В. и др.** Популяционно-генетические различия между смежными поколениями у горбуши, размножающейся в реках азиатского побережья Северной Пацифики // *Генетика и размножение морских животных.* — Владивосток : ДВНЦ АН СССР, 1981. — С. 95–104.

**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.** Современные перестройки в морских экосистемах в связи с климатическими изменениями: приоритетность глобальных или региональных факторов? // *Бюл. № 6 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке.* — Владивосток : ТИНРО-центр, 2011а. — С. 49–64.

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

**Aspinwall N.** Genetic analysis of North American populations of pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, possible evidence for the neutral mutation-random drift hypothesis // *Evolution.* — 1974. — Vol. 28, № 2. — P. 295–305. DOI: 10.1111/j.1558-5646.1974.tb00749.x.

**Ivanova I.M.** Early summer movements of tagged pink salmon off southwestern Sakhalin Island, 1995–1998 // *Bull. NPAFC.* — 2000. — № 2. — P. 277–282.

**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.

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

**Klyashtorin L.B.** Climate change and long-term fluctuations of commercial catches: the possibility of forecasting : *FAO Fish. Techn. Pap.* — Rome : FAO, 2001. — № 410. — 86 p.

**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. DOI: 10.1139/f98-181.

**Sato S., Urawa S.** Genetic variation of Japanese pink salmon populations inferred from nucleotide sequence analysis of the mitochondrial DNA control region // *Environ. Biol. Fish.* — 2017. — Vol. 100, № 10. — P. 1355–1372. DOI: 10.1007/s10641-017-0648-4.

## References

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

**Birman I.B.** Helio-Hydrobiological relations as a basis for long-term forecasts of commercial fish stocks (with reference to salmon and herring), *Voпр. Ikhtiol.*, 1973, vol. 13, no. 1, pp. 23–37.

**Birman I.B.** Periodic fluctuations in the abundance of salmon and solar activity, *Tr. Vseross. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 1969, vol. 67, pp. 171–189.

**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.

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

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

**Dvinin, P.A.**, On migrations and morphometric characteristics of the West Sakhalin pink salmon, *Dokl. Akad. Nauk SSSR*, 1950, vol. 75, no. 6, pp. 863–864.

**Zhivotovsky, L.A., Glubokovsky, M.K., Viktorovsky, R.M., Bronevsky, A.M., Afanasiev, K.I., Efremov, V.V., Ermolenko, L.N., Kalabushkin, B.A., Kovalev, V.G., Makoedov, A.N., Malinina, T.V., Pustovoit, S.P., and Rubtsova, G.A.**, Genetic differentiation of pink salmon, *Genetika*, 1989, vol. 25, no. 7, pp. 1261–1274.

**Ivanova, I.M.**, Species composition, biological structure and dynamics of salmon catches from the genus *Oncorhynchus* in the southwestern Sakhalin coastal zone, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2003, vol. 5, pp. 64–84.

**Kaev, A.M.**, Some methodic aspects of forecasting the abundance of the chum and hump-back salmon, *Sov. J. Mar. Biol.*, 1989, no. 2, pp. 61–66.

**Kaev, A.M.**, Some results of studying the dynamics of the population of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* and chum salmon *O. keta* on the north-west coast of Sakhalin Island, *Vopr. Ikhtiol.*, 2019, vol. 59, no. 5, pp. 567–577. doi 10.1134/S0042875219040106

**Kaev, A.M.**, Some results of studying the dynamics of the abundance of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* on the northeastern coast of Sakhalin Island, *Vopr. Ikhtiol.*, 2019, vol. 59, no. 6, pp. 672–680. doi 10.1134/S0042875219060043

**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.**, Testing of forecasting and managing efficiency for pink salmon fishery in Sakhalin-Kuril region, *Izv. Tikhookean. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2011, vol. 167, pp. 32–53.

**Kaev, A.M.**, Passions of the salmon season, *Rybn. Khoz.*, 2006, no. 2, pp. 46–49.

**Kaev, A.M., Avdeev, D.V., Antonov, A.A., Zhivoglyadov, A.A., Zakharov, A.V., Ignatiev, Yu.I., Kachur, D.A., Kovtun, M.V., Kim, H Yu., Koinov, A.A., Korablina, O.V., Ogorodnikov, V.S., Onishchenko, I.E., Romasenko, L.V., Rudnev, V.A.**, Results of monitoring approaches of pink salmon in the main areas of its fishery in the Sakhalin region in 2010, in *Byull. N 5 realizatsii "Kontseptsii dal'nevostochnoi basseinovoï programmy izucheniya tikhookeanskikh lososei"* (Bull. No. 5 Implementation "Concept of the Far Eastern Basin Program for the Study of Pacific Salmon"), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2007, pp. 30–35.

**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 Kolpakov, N.V.**, Stock status of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) in Eastern Sakhalin, *Tr. Sakhalin. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2022, vol. 18, pp. 3–20.

**Konovalov, S.M.**, Factors limiting the Pacific salmon abundance and biomass, in *Biologicheskie issledovaniya lososevykh* (Biological Studies of Salmonids), Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr, Akad. Nauk SSSR, 1985, pp. 5–25.

**Kotenev, B.N., Krovnin, A.S., Klovach, N.V., Mordasova, N.V., and Muriy, G.P.**, Influence of climatic and oceanological factors on the status of the main stocks of pink salmon in 1950–2015, *Tr. Vseross. Nauchno-Issled. Inst. Rybn. Khoz. Okeanogr.*, 2015, vol. 158, pp. 143–161.

**Kriksunov, E.A.**, Recruitment theory and interpretation of fish population dynamics, *Vopr. Ikhtiol.*, 1995, vol. 35, no. 3, pp. 302–321.

**Landyshevskaya, A.E.**, Pink salmon tagging off the southwestern coast of Sakhalin, *Rybnaya promyshlennost' Dal'nego Vostoka*, 1962, no. 4, pp. 21–22.

**Landyshevskaya, A.E. and Volovik, S.P.**, Accumulations of pre-spawning pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Walb) in the southeastern part of the Tatar Strait, *Vopr. Ikhtiol.*, 1967, vol. 7, no. 1, pp. 69–74.

**Pravdin, I.F.**, *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* (Guide to the Study of Fish), Moscow: Pishchevaya Promyshlennost', 1966.

*Resursy poverkhnostnykh vod SSSR, vol. 18: Dal'niy Vostok, vyp. 4: Sakhalin i Kurily* (Resources of surface waters of the USSR, vol. 18: Far East, no. 4: Sakhalin and the Kuriles), Vas'kovskiy, M.G., ed., Leningrad: Gidrometeoizdat, 1973.

**Rukhlov, F.N.**, Changes in the conditions and efficiency of natural reproduction of pink salmon and autumn chum salmon in Sakhalin in connection with the economic development of the island, *Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation*, Vladivostok: TINRO, 1971.

**Rukhlov, F.N.**, Spawning grounds for salmon of the genus *Oncorhynchus* on Sakhalin, *Zool. Zh.*, 1970, vol. 49, no. 3, pp. 390–398.

**Rukhlov, F.N.**, On parameters of spawning redds of pink salmon and autumn-run chum salmon, *Rybn. Khoz.*, 1972, no. 8, pp. 24–25.

**Salmenkova, E.A., Omelchenko, V.T., Malinina, T.V., Afanasiev, K.I., and Altukhov, Yu.P.**, Population-genetic differences between adjacent generations in pink salmon breeding in the rivers of the Asian coast of the North Pacific, in *Genetika i razmnozheniye morskikh zhivotnykh*, Vladivostok: Dal'nevost. Nauchn. Tsentr Akad. Nauk SSSR, 1981, pp. 95–104.

**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.

**Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S.**, Modern reorganizations in marine ecosystems due to climate change: priority of global or regional factors?, *Byull. N 6 izucheniya tikhookeanskikh lososei na Dal'nem Vostoke* (Bull. No. 6 Study of Pacific Salmon in the Far East), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2011, pp. 49–64.

**Shuntov, V.P. and Temnykh, O.S.**, *Tikhookeanskije lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh* (Pacific Salmon in Marine and Ocean Ecosystems), Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2011, vol. 2.

**Aspinwall, N.**, Genetic analysis of North American populations of pink salmon, *Oncorhynchus gorbuscha*, possible evidence for the neutral mutation-random drift hypothesis, *Evolution*, 1974, vol. 28, no. 2, pp. 295–305. doi 10.1111/j.1558-5646.1974.tb00749.x

**Ivanova, I.M.**, Early summer movements of tagged pink salmon off southwestern Sakhalin Island, 1995–1998, *Bull. NPAFC*, 2000, no. 2, pp. 277–282.

**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.

**Klyashtorin, L.B.**, Climate change and long-term fluctuations of commercial catches: the possibility of forecasting, *FAO Fish. Techn. Pap.*, Rome: FAO, 2001, no. 410.

**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. doi 10.1139/f98-181

**Sato, S. and Urawa, S.**, Genetic variation of Japanese pink salmon populations inferred from nucleotide sequence analysis of the mitochondrial DNA control region, *Environ. Biol. Fish.*, 2017, vol. 100, no. 10, pp. 1355–1372. doi 10.1007/s10641-017-0648-4

*Ulovy tikhookeanskikh lososey (1900–1986 gg.)* (Pacific salmon catches (1900–1986)), Moscow: VNIRO, 1989.

<https://tp5.ru>, data from 2005.

*Gosudarstvennyy vodnyy kadastr. Yezhegodnyye dannyye o rezhime i resursakh poverkhnostnykh vod sushi. T. 1: RSFSR. Vyp. 22: Basseyny rek o. Sakhalina i Kuril'skikh ostrovov* (State Water Cadastre. Annual data on the regime and resources of land surface waters. Vol. 1: RSFSR. Iss. 22: River basins Sakhalin and the Kuril Islands). Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalinskoye territorial'noye upravleniye po gidrometeorologii i kontrolyu prirodnoy sredy, 1988.

Поступила в редакцию 17.02.2023 г.

После доработки 20.03.2023 г.

Принята к публикации 30.05.2023 г.

*The article was submitted 17.02.2023; approved after reviewing 20.03.2023; accepted for publication 30.05.2023*