

Научная статья

УДК 597.552.511–152.6(282.257.6)

DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-209-220

EDN: GNTIXZ

ОЦЕНКА ЧИСЛЕННОСТИ ПОКАТНОЙ МОЛОДИ ГОРБУШИ В РЕКАХ ОСТРОВОВ САХАЛИН И ИТУРУП В 2023 Г.

А.М. Каев¹, Г.Н. Дзен¹, Ю.И. Игнатъев¹, Н.И. Чеснаков¹, П.С. Сухонос², И.С. Бобров^{2*}

¹ Сахалинский филиал ВНИРО (СахНИРО),
693023, г. Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, 196;

² Сахалинский филиал Главрыбвода (Сахрыбвод),
693006, г. Южно-Сахалинск, ул. Емельянова, 43а

Аннотация. Представлены результаты количественного учета молоди горбуши, скатившейся с нерестилищ, в реках Даги, Малая Хузи, ручей Холодный (приток р. Поронай), Лазовая, Пугачевка, Вознесенка, Очепуха, Таранай, Кура (восточное побережье о. Сахалин), Рыбацкая и Оля (о. Итуруп). Для каждой реки рассчитан индекс ската (соотношение численности заходов производителей и последующей численности скатившейся молоди в указанных контрольных реках). На основании данных по заходам горбуши в реки и значений индекса ската рассчитана численность «дикой» молоди, скатившейся из всех рек. Такие расчёты для восточного побережья о. Сахалин проведены раздельно по районам нереста локальных стад горбуши. Согласно проведенным исследованиям всего с нерестилищ рек восточного побережья о. Сахалин в 2023 г. скатилось 848,0 млн мальков, из рек о. Итуруп — 265,4 млн мальков горбуши. В дополнение к ним с лососевых рыбопроизводных заводов выпущено соответственно 145,1 и 152,5 млн мальков этого вида лососей.

Ключевые слова: Сахалин, Итуруп, горбуша, покатная молодь, численность, индекс ската

Для цитирования: Каев А.М., Дзен Г.Н., Игнатъев Ю.И., Чеснаков Н.И., Сухонос П.С., Бобров И.С. Оценка численности покатной молоди горбуши в реках островов Сахалин и Итуруп в 2023 г. // Бюл. изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. — Владивосток : ТИНРО, 2024. — № 18. — С. 209–220. DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-209-220. EDN: GNTIXZ.

Original article

Estimation of abundance for migrating juvenile pink salmon in the rivers of Sakhalin and Iturup Islands in 2023

Alexander M. Kaev*, German N. Dzen**, Yuri I. Ignatiev***, Nikita I. Chesnakov*****, Pavel S. Sukhonos*****, Igor S. Bobrov*****

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

***** Sakhalin branch of Glavrybvod (Sakhrybvod), 43a, Emelyanova Str., Yuzhno-Sakhalinsk, 69306, Russia

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

** specialist, dzengerman@mail.ru, ORCID 0009-0002-9709-8958

*** head of sector, pices@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2096-5769

**** engineer, nikita.hesnakov@mail.ru, ORCID 0009-0001-5910-2664

***** deputy head, ichtiologia@mail.ru, ORCID 0009-0007-9870-09454

***** head of department, lavita1982@mail.ru, ORCID 0009-0000-2134-6711

* Каев Александр Михайлович, доктор биологических наук, главный научный сотрудник, kaev@outlook.com, ORCID 0000-0002-5989-3988; Дзен Герман Николаевич, специалист, dzengerman@mail.ru, ORCID 0009-0002-9709-8958; Игнатъев Юрий Иванович, заведующий сектором, pices@yandex.ru, ORCID 0000-0003-2096-5769; Чеснаков Никита Игоревич, инженер, nikita.hesnakov@mail.ru, ORCID 0009-0001-5910-2664; Сухонос Павел Сергеевич, заместитель начальника, ichtiologia@mail.ru, ORCID 0009-0007-9870-09454; Бобров Игорь Сергеевич, начальник отдела, lavita1982@mail.ru, ORCID 0009-0000-2134-6711.

© Каев А.М., Дзен Г.Н., Игнатъев Ю.И., Чеснаков Н.И., Сухонос П.С., Бобров И.С., 2024

Abstract. Number of juvenile pink salmon migrated from the spawning grounds in the rivers of East Sakhalin (Dagi, Malaya Khuzi, Kholodny (tributary of Poronay), Lazovaya, Pugachevka, Voznesenka, Ochepukha, Taranaï, and Kura) and Iturup Island (Rybatskaya and Olya) was assessed. The downstream migration index was calculated for each of these rivers as the ratio between the number of spawners entered the river and the number of juveniles migrated down. The number of wild pink salmon juveniles from all rivers of the islands was evaluated separately for several local stocks spawned on East Sakhalin and the stock spawned on Iturup Island on the data of pink salmon spawners number for each local stock and the downstream migration index determined for the abovementioned control rivers. The total number of the fry migrated from the rivers of East Sakhalin in 2023 was assessed as $848.0 \cdot 10^6$ ind. and from the rivers of Iturup — as $265.4 \cdot 10^6$ ind. In addition to wild ones, the fry was released from salmon hatcheries located on East Sakhalin ($145.1 \cdot 10^6$ ind.) and Iturup Island ($152.5 \cdot 10^6$ ind.).

Keywords: Sakhalin, Iturup Island, pink salmon, downstream migration, juveniles abundance, downstream migration index

For citation: Kaev A.M., Dzen G.N., Ignatiev Yu. I., Chesnakov N.I., Sukhonos P.S., Bobrov I.S. Estimation of abundance for the migrating juvenile pink salmon in the rivers of Sakhalin and Iturup Islands in 2023, *Bulletin on the study of Pacific salmon in the Far East*, Vladivostok: TINRO, 2024, no. 18, pp. 209–220. (In Russ.). DOI: 10.26428/losos_bull18-2024-209-220. EDN: GNTIXZ.

Введение

Горбуша является важнейшим объектом промысла в Сахалино-Курильском регионе. Основной промысловый запас (95 % вылова в текущем веке) приходится на восточный Сахалин и о. Итуруп, где воспроизводятся наиболее крупные группировки этого вида. На восточном побережье Сахалина они представлены рыбами, нерестящимися в реках северо-восточного и юго-восточного побережий острова, а также заливов Терпения и Анива. Эти группировки сходны между собой по основным биологическим характеристикам рыб и типу динамики стада и отличаются от таких группировок из других районов, что позволяет считать их локальными стадами [Иванков, 1993, 2011], принимая за отдельные единицы запаса [Каев, 2007]. Исходные данные для прогнозирования уловов — заполнение рек производителями и численность скатившейся из рек молоди. Соотношение этих показателей фактически отражает эффективность пресноводного цикла воспроизводства этого вида. Это весьма важно, так как давно известно, что точность предсказаний изменения запасов, основанная на регрессионном анализе связи численности родителей и потомков, формализованной различными способами, часто далека от желаемой [Bradford, 1992; Чигиринский, 1993].

Цель настоящего исследования — оценка численности молоди, скатившейся с нерестилищ рек в районах воспроизводства основных единиц запаса горбуши в Сахалино-Курильском регионе.

Материалы и методы

В 2023 г. учет численности покатников проведен сотрудниками Сахалинского филиала ВНИРО (далее СахНИРО) в реках Малая Хузи, Лазовая, Вознесенка, Кура и Рыбацкая, сотрудниками Сахалинского филиала Главрыбвода (далее Сахрыбвод) — в ручье Холодном, в реках Даги, Пугачевка, Очепуха, Таранай и Оля (рис. 1). На четырех из указанных рек находятся лососевые рыбозаводные заводы (ЛРЗ). На реках Лазовая, Очепуха и Таранай пункты учета расположены выше по течению от мест выпуска молоди с ЛРЗ, на р. Пугачевка — ниже, что связано с топографией нерестилищ. Поэтому во избежание обловов заводской молоди учет, как и в предыдущие годы, вели до начала ее выпуска (после 15 июня). Его преждевременное прекращение в данном случае не ведет к существенному искажению результатов мониторинга, так как к этому времени обычно завершается массовый скат молоди горбуши с нерестилищ этой реки [Каев и др., 2020а,б].

Учет вели методом выборочных обловов [Воловик, 1967; Каев, 2010], однако методически эти операции несколько различались при проведении работ сотрудниками разных ведомств. На подконтрольных реках Сахрыбвода по результатам обловов в разных местах учетного створа выбирали позиции постановки ловушки, в которых наблюдалась расчетная средняя плотность миграционного потока молоди. Количество молоди, мигрировавшей через учетный створ, рассчитывали путем умноже-

ния величины уловов на кратную разницу между площадью живого сечения реки на створе и площадью облова молоди ловушкой. На подконтрольных реках СахНИРО учётные ловы вели в стрежневой части потока. Долю пойманных мальков от их общей численности, мигрировавших в это же время через весь учетный створ, определяли по результатам периодически проводимых серий ловов в его разных позициях, при этом расчет доли вели с учетом быстро менявшейся в течение ночи интенсивности покатной миграции [Каев, 2010].

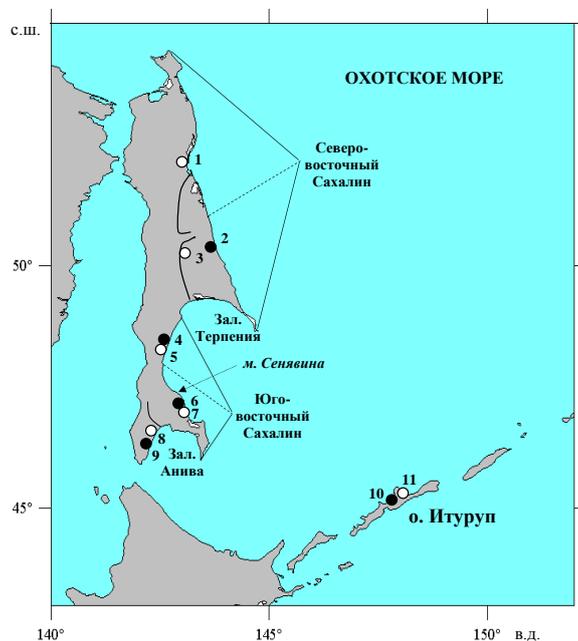


Рис. 1. Схема расположения пунктов СахНИРО (черные кружки) и Сахрыбвода (белые кружки) учета покатной молоди горбуши на реках Даги (1), Малая Хузи (2), ручей Холодный (3 — приток Пороная), Лазовая (4), Пугачевка (5), Вознесенка (6), Очепуха (7), Таранай (8), Кура (9), Рыбачья (10), Оля (11)

Fig. 1. Scheme of the counting points location established by SakhNIRO (dark symbols) and Sakhrybvod (light symbols) on the rivers Dagi (1), Malaya Khuzi (2), Kholodny (3, tributary of the Poronay), Lazovaya (4), Pugachevka (5), Voznesenka (6), Ochepukha (7), Tarabay (8), Kura (9), Rybatskaya (10), and Olya (11) for observations on the downstream migration of juvenile pink salmon

Затем следовали одинаковые для обоих ведомств расчеты численности молоди в соответствии с ритмикой ловов в контрольной позиции в течение ночи. Так как учет вели, как правило, в режиме ночь через ночь, численность скатившейся молоди в пропущенные ночи принимали средней между учтенной в смежные ночи. Если наблюдения за скатом были проведены с неполным охватом его периода, профили динамики ската достраивали пропорционально его изменениям, зарегистрированным в ближайшие ночи, а также исходя из имевшихся результатов учета в другой реке данного района. Величина коррекций составила в среднем 2,54 % от суммарной численности покатников, наибольшие корректировки были выполнены для динамик покатной миграции в реках южной части Сахалина, что было связано с ранними сроками начала ската в 2023 г. Так, в реках Вознесенка, Кура и Таранай она составила соответственно 4,57, 5,72 и 12,10 %. Известны случаи более крупных коррекций (вплоть до двукратного увеличения численности покатников), неоднократно осуществлявшихся фактически на основе экспертной оценки с использованием ранее известных данных о сроках и динамике ската в исследуемой и других реках данного района, метеорологических условий и так далее. При их проведении полагали, что такие экспертные оценки могут быть полезными для оценки выживаемости новых поколений горбуши и ретроспективной оценки прогноза возврата производителей [Павлов и др., 2015; Кириллов и др., 2018].

Для каждого из районов воспроизводства основных единиц запаса, за исключением побережья зал. Терпения, осуществлен принцип дублирования получаемых результатов на основе проведе-

ния учета покотников в разных реках. Возникает вопрос о правомочности сопоставления данных по скату молоди из разных рек, так как, с одной стороны, они получены методом выборочных обловов, с другой — при частично различающихся методических подходах. Ранее [Воловик, 1967] было показано, что применение метода выборочных обловов дает вполне удовлетворительные результаты, судя по сравнению тотального (100 %) и выборочного (118 %) учетов молоди горбуши в р. Очепуха. А если исключить при сопоставлении этих данных случаи с повышенным уровнем воды, что вело к частичному подтоплению забиваемых мусором щитов, перекрывавших створ реки при сплошном учете, то результаты выборочного учета (109 %) были еще ближе к таковым при сплошном учете [Каев, 2010]. Аналогичное сопоставление этих методов в р. Оля также дало небольшое расхождение — выборочный учет привел к завышению ската на 3,4 % [Чупахин, 1973]. При проведении учета молоди горбуши в р. Малая Хузи по методике, применяемой в СахНИРО, одновременно провели расчеты численности покотников исходя из их концентраций в разных участках речного потока (аналог метода Сахрыбвода). Итоговые оценки для периода массовой миграции молоди различались всего на 0,02 % [Павлов и др., 2015].

Использованные в статье данные по заходам горбуши в реки основаны на результатах ежегодных оценок этих параметров стандартными методами [Каев, Irvine, 2016]. Приведённые данные по численности молоди горбуши, выпущенной с ЛРЗ, соответствуют статистике Сахалино-Курильского территориального управления Росрыболовства.

Результаты и их обсуждение

Река Даги. Несколько пробных ловов 22 мая не показали наличия скатывающейся молоди. Первые результативные ловы проведены в ночь на 26 мая. Интенсивность покотной миграции быстро нарастала, ее максимум пришелся на третью пятидневку июня. Но уже в пятой пятидневке этого месяца уловы мальков резко сократились вплоть до их полного прекращения в следующей пятидневке (рис. 2). Всего учтено 10416 тыс. мальков горбуши (122 малька от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

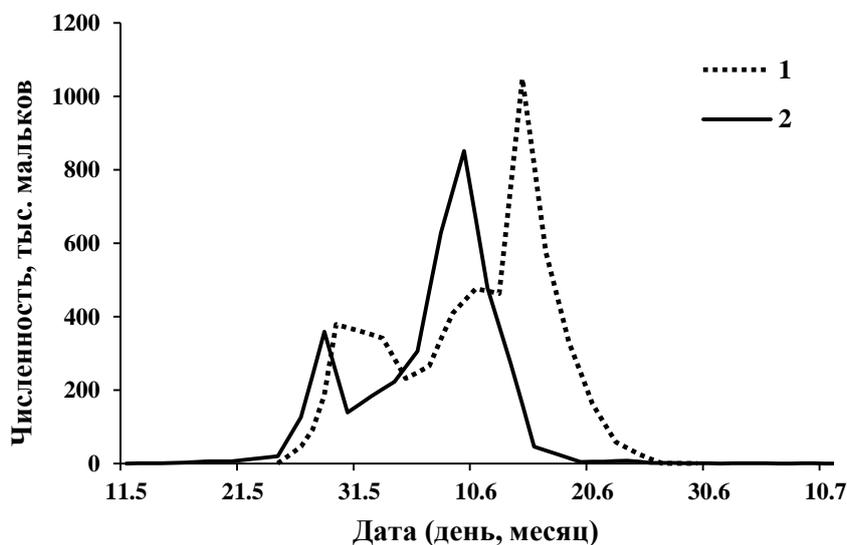


Рис. 2. Динамика покотной миграции молоди горбуши в реках Даги (1) и Малая Хузи (2) в 2023 г.

Fig. 2. Dynamics of pink salmon juveniles downstream migration in the rivers Dagi (1) and Malaya Khuzi (2) in 2023

Река Малая Хузи. К учету приступили 17 мая, при 11 пятиминутных постановках ловушки в течение ночи поймано 4 малька, что свидетельствовало о начале покотной миграции. Интенсивный прирост числа покотников, как и в р. Даги, начался в конце мая. Затем после кратковременного спада

их прирост продолжился с достижением максимума, после которого последовал резкий спад. Таким образом, в целом динамика покатной миграции молоди горбуши в реках Даги и Малая Хузи была схожей, лишь с той разницей, что в последней она протекала в несколько более сжатые сроки, пик ската отмечен в ночь на 9 июня, в то время как в р. Даги на 5 ночей позже (рис. 2). Расчетная численность молоди, скатившейся из реки, составила 7413 тыс. экз. (256 экз. от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

Ручей Холодный. Учет покатников вели с 10 мая по 27 июня, охватив тем самым практически весь период их миграции. Интенсивность ската была весьма слабой. Наибольшее число молоди (около 65 %) мигрировало с 21 мая по 10 июня. Расчетная величина численности покатников в этом левом притоке р. Поронай составила 222 тыс. экз. От нереста одного условного производителя в 2022 г. скатилось по 51 мальку.

Река Лазовая. К учету покатников приступили 6 мая при уже сравнительно высокой интенсивности ската, что потребовало реконструкции начального периода покатной миграции на основе его тенденции по результатам наблюдений с 6 по 13 мая. Быстрый прирост численности скатывающейся молоди произошел во второй половине мая. Затем после непродолжительного периода стабилизации интенсивности ската на уровне 1,2–1,8 млн мальков, скатывавшихся за ночь, в ночь на 26 мая интенсивности миграции вновь резко увеличилась уже до 5,3 млн мальков за ночь (рис. 3). В дальнейшем происходил постепенный спад числа скатывающейся молоди с завершением миграции в конце второй декады июня. Расчетная численность молоди, скатившейся в 2023 г. из р. Лазовой, составила 61741 тыс. экз. (137 мальков от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

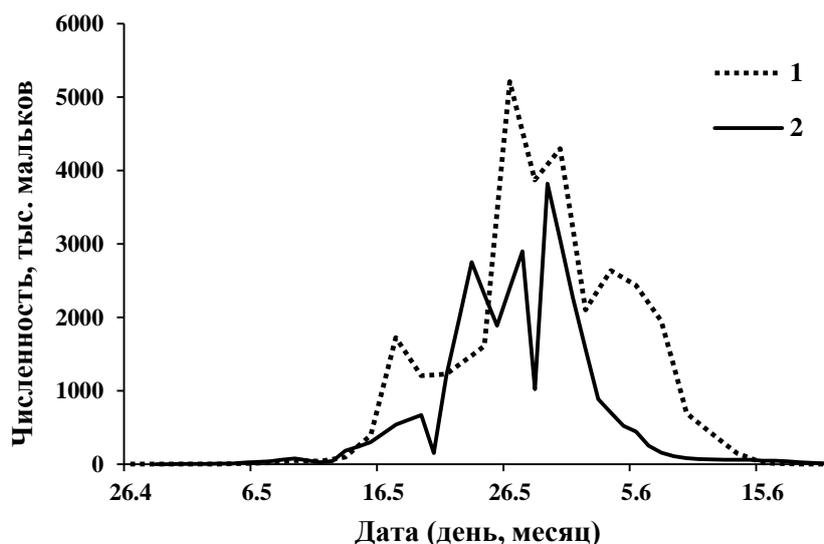


Рис. 3. Динамика покатной миграции молоди горбуши в реках Лазовая (1) и Пугачевка (2) в 2023 г.

Fig. 3. Dynamics of pink salmon juveniles downstream migration in the rivers Lazovaya (1) and Pugachevka (2) in 2023

Река Пугачевка. Учет проведен с 2 мая по 20 июня. Интенсивный прирост числа скатывавшихся мальков произошел в начале третьей декады мая, столь же интенсивный спад — в начале июня. В целом сроки массовой миграции мальков мало различались с таковыми в р. Лазовой (рис. 3). С учетом небольших коррекций, выполненных для начального и завершающего этапов миграции, численность покатников горбуши с нерестилиц оценена в 34288 тыс. экз. (62 малька от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

Река Вознесенка. Учет покатников начали с 12 мая. Уже первые уловы показали, что учет начал с опозданием. Начало ската реконструировано на основе установленной тенденции прироста числа мигрантов по наблюдениям с 12 по 17 мая и с учетом динамики покатной миграции молоди горбуши в р. Очепуха. Наблюдения проведены до 12 июня, когда величина уловов снизилась в среднем

до 2 мальков при 7 пятиминутных ловах за ночь. В этой связи осуществлена небольшая реконструкция завершающей фазы покатной миграции. Массовый скат протекал во второй половине мая (рис. 4), в течение этого периода мигрировало 84 % мальков. Расчетная численность покатников горбуши составила 1391 тыс. экз. (17 экз. от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

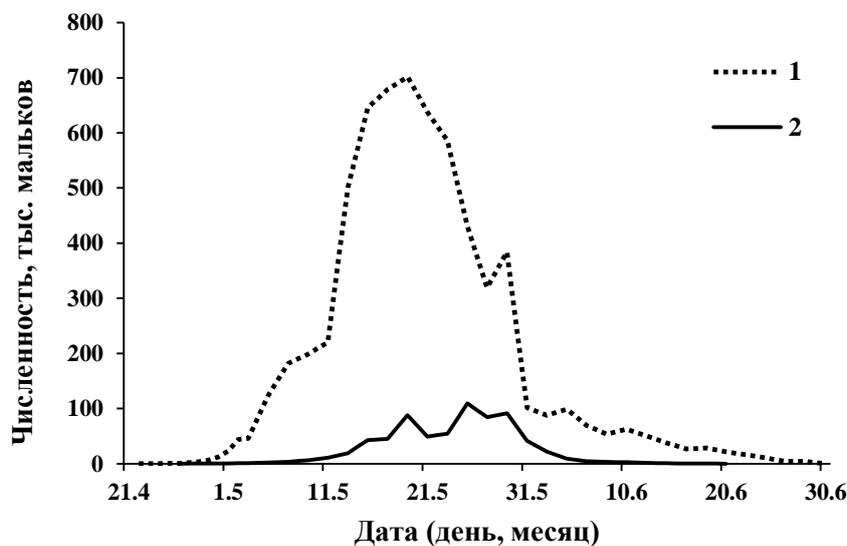


Рис. 4. Динамика покатной миграции молоди горбуши в реках Очепуха (1) и Вознесенка (2) в 2023 г.

Fig. 4. Dynamics of pink salmon juveniles downstream migration in the rivers Ocheputka (1) and Voznesenka (2) in 2023

Река Очепуха. Учет покатной молоди проведен с 1 мая по 30 июня. Результаты первых ловов показали, что уже началась массовая покатная миграция. Начало ската реконструировано в соответствии с темпом нарастания уловов в первые ночи проведения учета. Пикового значения скат достиг 19 мая, после чего началось быстрое снижение его интенсивности. В небольшом количестве молодь продолжала скатываться в течение всего июня (рис. 4). Всего с нерестилищ этой реки мигрировало 12735 тыс. мальков горбуши. Учет производителей на нерестилищах в 2022 г. проведен 20 августа, т.е. до массового захода их в реку, вследствие чего численность горбуши в ней рассчитана по средней плотности заполнения ее нерестилищ в реках Бахура и Долинка, впадающих в море в 8 и 35 км от Очепухи, и в которых также расположены ЛРЗ. В соответствии с этими данными от нереста одного условного производителя скатилось 137 мальков.

Река Таранай. Наблюдения за скатом молоди начали уже в период интенсивного развития миграционной активности, в первую же ночь с 3 на 4 мая скатилось 386 тыс. мальков. Такая ситуация потребовала значительной реконструкции ската, который был рассчитан до 22 апреля на основе установленного темпа его прироста в первые ночи проведения учета. Интенсивный скат молоди продолжался до 18 мая с двумя пиками, с 5 по 7 мая и с 14 по 16 мая. После второго пика последовало быстрое снижение миграционной активности, и к концу первой пентады июня скат практически завершился (рис. 5). Всего с нерестилищ мигрировало 10273 тыс. мальков горбуши (47 экз. от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

Река Кура. Наблюдения за скатом молоди проведены с 4 по 31 мая. Судя по первым уловам (в ночь на 5 мая скатилось 239 тыс. мальков), в это время происходил уже массовый скат молоди горбуши. В соответствии с тенденцией прироста ее численности с 5 по 9 мая произведена реконструкция начальной фазы покатной миграции. Ловы в последующие ночи показали высокий темп прироста уловов покатников, и уже в ночь на 13 мая был зафиксирован пик миграционной активности, после которого начался быстрый спад численности скатывавшихся мальков. С наступлением июня учет прекратили ввиду практически завершившейся покатной миграции (рис. 5). Всего из реки скатилось

11742 тыс. мальков горбуши (45 мальков от одного условного производителя). По срокам и динамике в целом наблюдалось соответствие между скатом молоди в реках Таранай и Кура.

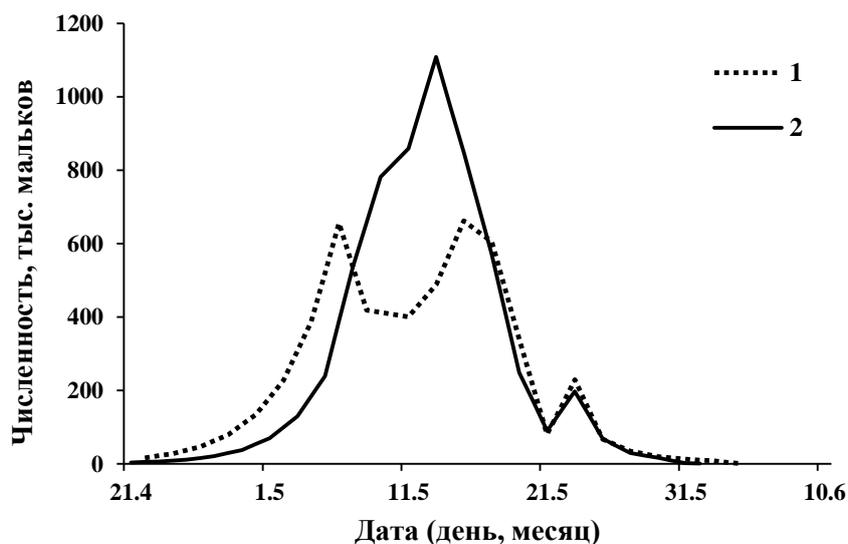


Рис. 5. Динамика покатной миграции молоди горбуши в реках Таранай (1) и Кура (2) в 2023 г.

Fig. 5. Dynamics of pink salmon juveniles downstream migration in the rivers Taranay (1) and Kura (2) in 2023

Река Рыбацкая. Это единственный пункт, где наблюдатели среагировали на очевидную вероятность раннего начала ската в текущем году, начав учет 20 апреля, т.е. на декаду раньше обычных сроков. Тем не менее в ночь на 21 апреля было учтено 66,8 тыс. покатников, что потребовало реконструкции начального этапа покатной миграции в четвертой пентаде апреля. Наблюдения завершены 21 июня, когда уловы снизились в среднем до 2 мальков при 6 постановках ловушки. За период наблюдений отмечено несколько локальных пиков интенсивности покатной миграции, но не было четко выраженного «генерального» пика, вследствие чего на протяжении более месяца не наблюдалось больших различий по численности скатившейся молоди по отдельным пентадам (рис. 6). Всего из реки скатилось 3913 тыс. мальков горбуши (294 малька от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

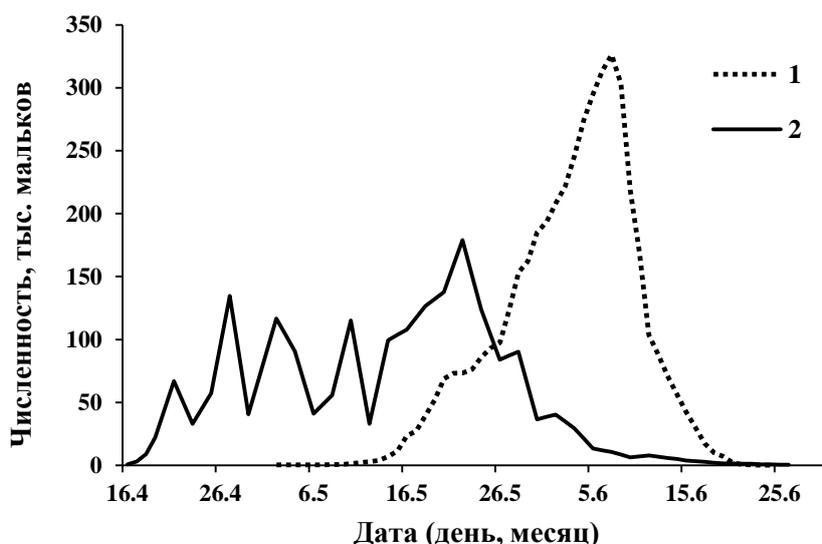


Рис. 6. Динамика покатной миграции молоди горбуши в реках Оля (1) и Рыбацкая (2) в 2023 г.

Fig. 6. Dynamics of pink salmon juveniles downstream migration in the rivers Olya (1) and Rybatskaya (2) in 2023

Река Оля. Наблюдения за скатом молоди проведены с 1 мая по 26 июня. Здесь 95 % мальков мигрировали за сравнительно короткий период — с 19 мая по 14 июня — в виде одной волны. При этом развитие этой волны пришлось на период, когда скат молоди в р. Рыбацкой фактически перешел на фазу завершения (рис. 6). Такой феномен обусловлен различиями температурных режимов этих близко расположенных рек [Каев и др., 2020a]. Расчетная численность покатников горбуши составила 4565 тыс. экз. (105 мальков от нереста одного условного производителя в 2022 г.).

Интерпретация данных. Расчет численности покатной молоди в других реках соответствующих районов проведен умножением числа учтенных в них производителей на индекс ската (ИС), отражающий соотношение между числом производителей в контрольных реках и числом покатников, скатившихся от их нереста [Каев, Irvine, 2016; Каев и др., 2020a].

Северо-восточное побережье Сахалина. Более 70 % нерестилищ (4,46 млн м²) расположены в сравнительно крупных реках северной части этого побережья (см. рис. 1, выше пунктирной линии). В южной части протекают горные реки, типичные для нереста горбуши (1,68 млн м²) [Каев, 2019]. Численность покатников в реках северной части побережья рассчитываем по результатам учета в р. Даги (ИС = 122). При заходе в 2022 г. 764 тыс. производителей в реки северной части побережья количество покатников от их нереста оценено в 93,0 млн экз. Для рек южной части побережья расчет вели по данным учетов молоди в р. Мелкой, которые с 2003 г. прекращены. С 2015 г. предпринимаются попытки восстановления мониторинга с проведением учета покатной молоди в разные годы в реках Хой, Малая и Большая Хузи. В 2023 г. учет проведен в р. Малая Хузи (ИС = 256). Учитывая, что в реки этой части побережья в 2022 г. зашло 984 тыс. производителей, количество покатников по результатам их нереста оценивается в 251,4 млн экз. Таким образом, из рек всего северо-восточного побережья Сахалина в 2023 г. скатилось 344,4 млн мальков горбуши. Наряду с присущей субъективностью при учете численности производителей в реках появилась еще одна существенная неопределенность, связанная со сменой контрольного водоема. Экстраполяция результатов наблюдений на другие реки всегда относительна, но при длительном ряде наблюдений это компенсируется стандартностью системной ошибки, что позволяет воспринимать происходящие изменения в стаде. В нынешней ситуации не исключено, что меняется величина этой системной ошибки, связанной с экстраполяцией данных по эффективности нереста на все реки побережья при использовании другой контрольной реки, т.е. фактически начинается создание нового ряда данных.

Побережье зал. Терпения. Основная часть сравнительно огромного нерестового фонда (6,21 млн м² нерестилищ) сосредоточена в бассейне крупнейшей на острове р. Поронай. Оценка численности покатников осуществлялась по результатам их учета в притоках этой реки, Холодный и Орловка, однако в Орловке учет молоди в последние годы прекращен. По результатам учета молоди в р. Холодный в 2023 г. (ИС = 51) и общей численности производителей, учтенных во всех реках побережья в 2022 г. (758 тыс. рыб), суммарный скат молоди из рек этого побережья оценен в 39,0 млн мальков. В дополнение к ним выпущено 5,5 млн мальков заводского происхождения.

Юго-восточное побережье Сахалина. Северная часть этого побережья (севернее 48° с.ш., выше пунктирной линии на рис. 1) вследствие отсутствия регулярно собираемых данных в предыдущие годы была условно принята за «западное побережье» зал. Терпения, т.е. отнесена к району со слабой обеспеченностью данными, характеризующими воспроизводство этого вида. Условно, так как по типу основных рек нереста горбуши, протекающих в горной местности, эта часть сходна с южной частью этого побережья, в то время как реки на побережье зал. Терпения протекают в основном по обширным и местами заболоченным низменностям [Атлас..., 1967; Каев, 2007].

В северной части побережья значения индекса ската в реках Лазовая (ИС = 137) и Пугачевка (ИС = 62) различаются в 2,2 раза, что связано, возможно, с переполнением нерестилищ в р. Пугачевка (2,56 против 2,04 рыб/м²). Известно, что при плотности скопления производителей на нерестилищах свыше 2 экз./м² происходит сплошное перекапывание ранее сооруженных нерестовых бугров. Кроме

того, чрезмерное переполнение ведет не только к прямым потерям за счет перекапывания, но и к потерям потомства в результате массовой преднерестовой гибели производителей и откладки икры за границами пригодных нерестилищ [Коновалов, 1989; Островский, 1995; Есин и др., 2012]. Появление таких потерь при формировании численности потомства прежде всего сказывается на относительной выживаемости за периоды эмбрионального и личиночного развития, обуславливая снижение значений ИС. В то же время абсолютное количество скатывающейся молоди продолжает увеличиваться в пределах какого-то диапазона значений плотности скоплений производителей свыше 2 экз./м². Снижение абсолютной численности покотников начинается после достижения пограничных значений плотности, разных для того или иного района нереста [Шевляков и др., 2019]. В данном случае, учитывая переполнение в некоторых из других рек этого побережья (Горная, Лесная), в расчетах использовано среднее значение индекса ската, в соответствии с чем при заходе во все реки 2875 тыс. производителей скат оценили в 285,8 млн мальков горбуши. В дополнение к ним с ЛРЗ выпущено 64,9 млн мальков.

В южной части побережья скат молоди оценивали по двум участкам, северному и южному, так как были обнаружены различия по динамике уловов горбуши, связанные с неодинаковым соотношением в подходах к ним рыб ранней и поздней темпоральных форм [Каев, Руднев, 2007; Руднев, 2007]. На южном участке (южнее мыса Сенявина) учет молоди проведен в реках Очепуха (ИС = 137) и Вознесенка (ИС = 17), на северном он проводился в р. Дудинка, но с 2013 г. наблюдения в этой реке прекращены. Пробел восполняется использованием для этого участка осредненных значений индексов ската, установленных при учетах покотников в реках, впадающих в море южнее мыса Сенявина (южный участок) и севернее 48° с.ш. (северная часть побережья). Значения индекса ската в реках Вознесенка и Очепуха сильно разнятся, что связано с переполнением нерестилищ в Вознесенке (3,81 экз./м²), как и во многих других реках этого участка побережья, в то время как относительная численность производителей в р. Очепуха (0,71 экз./м²) сравнительно низка. Поэтому расчет для всех рек южного участка побережья сделан по значению ИС, установленным в р. Вознесенка, с добавлением к полученной сумме величины ската из р. Очепуха. Суммарный скат молоди горбуши из рек этого участка побережья оценен в количестве 30,8 млн экз. Для рек северного участка, в которых повсеместно, за исключение р. Найба, отмечалось избыточное количество производителей, расчет численности скатившихся с нерестилищ покотников сделан по среднему значению индекса ската между реками Пугачевка и Вознесенка, для р. Найба — по его среднему значению между реками Лазовая и Очепуха, в соответствии с чем суммарный скат молоди горбуши из рек этой части побережья оценен в 67,3 млн экз. Таким образом, с нерестилищ всех рек южной части юго-восточного побережья Сахалина при заходе в них 2830 тыс. производителей горбуши скатилось 98,1 млн мальков, в дополнение к которым с ЛРЗ выпущено 28,6 млн мальков этого вида.

Таким образом, из рек всего юго-восточного побережья острова в 2023 г. скатилось 383,9 и 93,5 млн мальков горбуши соответственно дикого и заводского происхождения.

Побережье зал. Анива. Расчет численности молоди, скатившейся с нерестилищ этих рек, проводится по трем участкам побережья [Каев и др., 2004]. На западном побережье залива — по рекам Кура (ИС = 45) и Таранай (ИС = 47) — исходя из среднего значения индексов ската в этих реках и захода 1221 тыс. производителей во все реки этой части побережья, суммарный скат молоди горбуши с нерестилищ составил 56,2 млн экз. На северном побережье скат оценивали по р. Быстрой (правый приток р. Лютога), однако в последние годы учет молоди в этой реке прекращен. В связи с этим для расчета использовано значение индекса ската в р. Таранай, как наиболее близко протекающей из контрольных рек. В соответствии с таким подходом скат от нереста зашедших в реки северного побережья 120 тыс. производителей оценен в количестве 5,7 млн мальков. На восточном побережье при отсутствии данных по эффективности нереста горбуши в местных реках используются данные по рекам южного участка южной части юго-восточного побережья Сахалина [Каев и др., 2004], в данном слу-

чае по рекам Вознесенка и Очепуха. Для расчета использовано среднее значение индекса ската в этих реках (ИС = 77) в связи с плотностью заполнения производителями нерестилищ в основных реках примыкающего анивского побережья (~2,45 рыб/м²). В соответствии с этим скат молоди от нереста зашедших в реки восточного побережья 243 тыс. производителей оценен в 18,8 млн мальков. Таким образом, суммарная численность молоди горбуши, скатившейся в 2023 г. с нерестилищ рек анивского побережья Сахалина, составила 80,7 млн экз., в дополнение к которым с ЛРЗ выпущено 46,1 млн мальков этого вида.

Остров Итуруп. Горбуша заходит в 87 рек, при этом 82 % нерестилищ (0,60 млн м²) сосредоточены в 54 реках охотоморского побережья острова, воспроизводство в которых и обеспечивает промысловый запас. Соответственно, расчет численности покатной молоди также осуществляется для этого побережья острова [Каев, 2022]. Учет покатной молоди горбуши в 2023 г. традиционно проведен в реках Рыбацкая (ИС = 294) и Оля (ИС = 105), в которых плотность скоплений производителей на нерестилищах составляла соответственно 1,11 и 2,47 рыб/м². В связи с плотностью скоплений производителей в большинстве рек (более 2 рыб/м²) на уровне с таковой в р. Оля для расчетов использован индекс ската, рассчитанный как $(105 \times 2 + 294)/3 = 168$. В соответствии с этим суммарный скат молоди из рек охотоморского побережья острова от нереста учтенных в них 1580 тыс. производителей оценен в 265,4 млн экз., в дополнение к которым с ЛРЗ выпущено 152,5 млн мальков этого вида.

Заключение

С нерестилищ горбуши в реках восточного побережья Сахалина в 2023 г. скатилось 848,0 млн мальков этого вида (плюс 145,1 млн мальков, выпущенных с ЛРЗ), что почти вдвое больше, чем у родительского поколения (425,5 млн плюс 107,4 млн мальков заводского происхождения). Однако уровень прироста численности молоди дикого происхождения по отношению к предыдущему циклическому году был неодинаков для северных (северо-восточное побережье острова и побережье зал. Терпения, 383,4 и 106,5 млн мальков) и южных (юго-восточное побережье острова и побережье зал. Анива, 464,6 и 319,0 млн мальков) районов Сахалина. Переполнение нерестилищ в реках южных районов стало одной из причин снижения эффективности воспроизводства, в результате чего величина ската молоди от нереста одного условного производителя (ИС = 64) оказалась в 2,4 раза меньше, чем в северных (ИС = 153), хотя в многолетнем плане эффективность воспроизводства горбуши в реках южных районов выше [Каев и др., 2010]. Таким образом, при создавшихся благоприятных условиях воспроизводства чрезмерный пропуск производителей в реки в южных районах сдержал потенциальный рост общего запаса горбуши на побережье. Прирост выпуска молоди заводского происхождения (из них 96 % в южных районах побережья), не сможет компенсировать потери потенциального увеличения численности молоди дикого происхождения, так как изменения объемов выпуска молоди с ЛРЗ в абсолютном выражении несопоставимы с объемами ската молоди с нерестилищ.

Численность молоди горбуши, скатившейся из рек о. Итуруп в 2023 г. (265,4 млн мальков дикого и 152,5 млн мальков заводского происхождения) также превышала таковую в предыдущем циклическом году (соответственно 223,5 и 101,5 млн мальков).

По другим стадам горбуши, воспроизводимым в реках западного побережья Сахалина и о. Кунашир, оценка численности покатников не проведена ввиду отсутствия в 2023 г. наблюдений за покатной миграцией молоди в этих районах.

Благодарности (ACKNOWLEDGEMENTS)

Авторы благодарят всех сотрудников сахалинских филиалов ВНИРО и Главрыбвода, принимавших участие в количественном учете молоди горбуши, первичные данные которых использованы в данном исследовании. Авторы выражают отдельную благодарность В.В. Смирнову (Ассоциация

устойчивого рыболовства Северо-Востока Сахалина) за поддержку и техническое обеспечение изучения покатной миграции молоди горбуши в р. Малая Хузи.

The authors are grateful to all colleagues in SakhNIRO and Sakhalinrybvod who took part in counting of pink salmon juveniles and have special thanks to V.V. Smirnov (North-East Sakhalin Sustainable Fisheries Association) for his support and technical assistance in observations on downstream migration of juvenile pink salmon in the Malaya Khuzi River.

Финансирование работы (FUNDING)

Исследование не имело спонсорской поддержки.

This study has no sponsor funding.

Соблюдение этических стандартов (COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS)

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

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

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

The authors declare that they have no conflict of interest.

Информация о вкладе авторов (AUTHOR CONTRIBUTIONS)

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

All authors jointly collected and analyzed the data and wrote and illustrated the manuscript. A.M. Kaev conducted all stages of the study.

Список литературы

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

Воловик С.П. Методы учета и некоторые особенности поведения покатной молоди горбуши в реках Сахалина // Изв. ТИНРО. — 1967. — Т. 61. — С. 104–117.

Есин Е.В., Леман В.Н., Сорокин Ю.В., Чалов С.Р. Популяционные последствия высокочисленного подхода горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* к северо-восточному побережью Камчатки в 2009 году // Вопр. ихтиол. — 2012. — Т. 52, № 6. — С. 446–455.

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

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

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

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

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

Каев А.М., Антонов А.А., Ким Хе Юн, Руднев В.А. Показатели воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* южной части острова Сахалин // Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сах.-Курил. регионе и сопред. акваториях : Тр. СахНИРО. — 2004. — Т. 6. — С. 3–38.

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

Каев А.М., Руднев В.А. Динамика стада горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Salmonidae) юго-восточного побережья острова Сахалин // Вопр. ихтиол. — 2007. — Т. 47, № 2. — С. 215–227.

Каев А.М., Сафронов С.Н., Никитин В.Д. и др. Подходы к созданию лососевых рыбохозяйственных заповедных зон в Сахалинской области // Лососевые рыбохозяйственные заповедные зоны на Дальнем Востоке России. — М. : ВНИРО, 2010. — С. 51–59.

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

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.

Коновалов С.М. Зависимость «родители — потомки» в динамике животных (субпопуляционный уровень) // Журн. общ. биол. — 1989. — Т. 50, № 5. — С. 632–645.

Островский В.И. Запас, пополнение и динамика численности субизолятов нерки *Oncorhynchus nerka* оз. Азабачье // Вопр. ихтиол. — 1995. — Т. 35, № 5. — С. 613–620.

Павлов Д.С., Кириллов П.И., Кириллова Е.А., Черешкевич Ф.Г. Покатная миграция молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) в реке Малая Хузи (северо-восток острова Сахалин) // Биология внутренних вод. — 2015. — № 4. — С. 64–75. DOI: 10.7868/S0320965215040129.

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.

Чигиринский А.И. Глобальные природные факторы, промысел и численность тихоокеанских лососевых // Рыб. хоз-во. — 1993. — № 2. — С. 19–22.

Чупахин В.М. К характеристике естественного воспроизводства горбуши на о. Итуруп // Изв. ТИНРО. — 1973. — Т. 91. — С. 55–67.

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.

Bradford M.J. Precision of recruitment predictions from early life stages of marine fishes // Fish. Bull. — 1992. — Vol. 90, № 3. — P. 439–453.

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

Поступила в редакцию 11.12.2023 г.

После доработки 19.12.2023 г.

Принята к публикации 29.03.2024 г.

The article was submitted 11.12.2023; approved after reviewing 19.12.2023;

accepted for publication 29.03.2024