



Промысловые виды и их биология

Воспроизводство, биометрические характеристики горбуши и влияние промысла на динамику её подходов в южной части северо-восточного побережья о-ва Сахалин в 2021 г.

Е.А. Кириллова

Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»), ул. Набережная, 18, г. Петропавловск-Камчатский, 683000; Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН («ИПЭЭ РАН им. А.Н. Северцова»), Ленинский пр-т, 33, г. Москва, 119071

E-mail: kirillova@kamniro.ru

Цель: представление актуальных данных по динамике нерестового хода, условиям воспроизводства и биометрическим показателям горбуши трёх реперных водотоков южной части северо-восточного побережья о. Сахалин, а также анализ влияния промысла на нерестовый ход и распределение производителей по нерестилищам.

Используемые методы: при сборе и обработке полевого материала использованы общепринятые в ихтиологических исследованиях методы. Обобщение данных выполнено в MS Excel, анализ данных и их визуализация проведены в MS Excel и Statistica.

Новизна: представлены результаты мониторинга горбуши, воспроизводящейся в южной части северо-восточного побережья о. Сахалин. Несмотря на интенсивный промысел горбуши на северо-восточном побережье в целом, для протяжённого участка, в пределах которого расположены многочисленные нерестовые реки, нет иных данных о динамике подходов, заполнении нерестилищ и биометрических характеристиках производителей, кроме представленных в настоящей работе.

Результат: приведены данные о сроках нерестовой миграции, распределении горбуши по нерестилищам и заполнении нерестилищ, темпоральной структуре хода; представлена биометрическая характеристика производителей горбуши. Дана оценка влияния промысла на динамику хода и распределение горбуши по нерестилищам.

Практическая значимость: представленные сведения являются неотъемлемой составляющей информационно-обеспечения рыбохозяйственных исследований самого массового вида тихоокеанских лососей – горбуши, формирующей основу лососевого промысла Сахалинской области. Также, представленные сведения могут быть использованы при подготовке научно обоснованных рекомендаций для оптимизации промысловой нагрузки.

Ключевые слова: горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*, динамика подходов, нерестовая миграция, воспроизводство, заполнение нерестилищ, биометрическая характеристика, темпоральные группировки, промысел.

Reproduction, biometric patterns of pink salmon and effect of commercial fishery on the runs of the species on the south of the north-eastern coast of Sakhalin Island in 2021

Elizaveta A. Kirillova

Kamchatka branch of «VNIRO» («KamchatNIRO»), 18, Nabereznaya, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683000, Russia; A.N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution RAS («SIEE RAS»), 33, Leninskii prosp., Moscow, 119071, Russia

Purpose: to present up-to-date data on the dynamics of the spawning run, reproduction conditions and biometric characteristics of pink salmon in three reference watercourses in the southern part of the north-eastern coast of Sakhalin Island, as well as analysis of impact of commercial fishing on the spawning run and distribution of spawners within spawning grounds.

Methods: common methods of ichthyological research were applied to collect and process field data. Data were synthesized in MS Excel, analysis and visualization were carried out in MS Excel and Statistica.

Scientific novelty: results of monitoring of pink salmon in the southern part of the north-eastern coast of Sakhalin are presented. Despite the intensive commercial fishery in this area, there are no other data on the dynamics of pink salmon runs, density of breeders on spawning grounds, and biometric characteristics of spawners, except for those presented in this paper.

Result: data on the timing of spawning migration, distribution of pink salmon within spawning grounds and degree of occupation of spawning grounds, temporal structure of spawning run; bio-metric characteristics of pink salmon are presented. Assessment of the influence of commercial fishing on the dynamics of spawning run and distribution of pink salmon within spawning grounds is discussed.

Practical relevance: the presented data is an integral part of information supply of fishery research of the most widespread species of Pacific salmon - pink salmon, which forms the basis of salmon fishery in the Sakhalin Region. Also, the presented data is applicable for preparation of scientifically-based recommendations for optimizing the fishing pressure.

Keywords: pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, dynamics of the runs, spawning migration, distribution and number of spawners within spawning areas, biometric patterns, temporal groups, commercial fishery.

ВВЕДЕНИЕ

Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* – основной объект лососевого промысла в Сахалинской области. До начала 2000-х гг. добыча этого вида была сосредоточена в южной и юго-восточной частях острова, однако в последующие годы рыболовные участки (РЛУ) были определены на северо-восточном побережье.¹

При этом, обширный участок северо-восточного побережья (между р. Богатая в Смирныховском районе и р. Набилъ в Ногликском районе), несмотря на развитие прибрежного рыболовства в 2000–2010 гг., в течение длительного времени (около 15 лет) не был охвачен рыбохозяйственными исследованиями [Каев и др., 2019; Каев, Геращенко, 2008; Живогляд, 2017], без которых невозможно объективное и своевременное регулирование промысла, прогнозирование численности возврата и определение объёма вылова.

Первые рыбохозяйственные характеристики одного из наиболее значимых для востока Смирныховского района нерестовых водотоков горбуши – р. Лангери появились в 2009 г., когда была выполнена ревизия площадей нерестилищ [Горяинов и др., 2009]. Позднее, в 2012–2013 гг., для сертификации лососевого промысла Морским Попечительским Советом (MSC) был проведён сбор данных для описания популяционных характеристик и оценки состояния запасов горбуши [Final report..., 2012²; Орловский, 2014³]. Однако результаты этих исследований лишь отчасти характеризуют динамику подходов и качественный состав горбуши в районе промысла, т. к. для проведения исследований использовали рыб из уловов ставных неводов, а не выловленных в нерестовой реке. Улов ставного невода состоит как из особей, воспроизводящихся в ближайших водотоках, так и «транзитных» рыб, мигрирующих в другие районы воспроизводства. Дифференцировать «локальных» и «транзитных» рыб в смешанных уловах, доставляемых на берег, невозможно.

Сбор данных о динамике нерестовой миграции горбуши, оценка заполнения нерестилищ, характеристика условий воспроизводства, а также сбор биометрических данных на востоке Смирныховского района

проводили ежегодно с 2014 по 2021 гг. по инициативе Ассоциации Рыбопромышленников Смирныховского района. Результаты наблюдений опубликованы ранее [Кириллова и др., 2018; Кириллова, 2020].

Цель настоящей работы – представить фактические данные по динамике подходов и условиям воспроизводства горбуши, привести её биометрическую характеристику и дать оценку влияния промысла на нерестовый ход и распределение вида в реперных реках южной части северо-восточного побережья Сахалина (восток Смирныховского района) в 2021 г.

МЕТОДИКА И МАТЕРИАЛЫ

Наблюдения и сбор полевого материала проводили в реках Лангери, Малая Хузи и Большая Хузи (рис. 1) с 15 мая по 30 сентября 2021 г.

Временную динамику нерестового хода оценивали по интенсивности захода производителей из моря (в экз./ч). Визуальный учёт заходящих из моря рыб проводили в устьях рек. Длительность счёта составляла 10–30 мин, в зависимости от интенсивности хода. В р. Лангери счёт выполняли в 2–3 раза в сутки, на р. Малая Хузи и Большая Хузи – 1 раз, в интервале между 15 и 19 ч., когда интенсивность хода наиболее высока. Данные о количестве заходящих в реку производителей пересчитывали на усреднённую величину продолжительности хода в течение суток – 8 ч., полученную в результате прямых наблюдений. Для уточнения данных применяли подводную видеосъёмку (посредством экшн-камеры GoPro 3+) и видеосъёмку с использованием беспилотного летательного аппарата (квадрокоптер DJI Mavic Air).

При низкой численности подходов или неблагоприятных для визуального наблюдения условиях (повышенная мутность воды) интенсивность хода горбуши определяли по результатам обловов ставной сетью, выставленной вблизи устья р. Лангери. Интенсивность хода в таких случаях рассчитывали по уравнению регрессии, полученному на основе эмпирических данных об интенсивности нерестового хода в дни, когда выставлена сеть.

Оценка заполнения нерестилищ проведена в период массового нереста горбуши, когда производители в большинстве своём заняли нерестовые площадки и приступили к постройке гнёзд. Реки Малая Хузи и Большая Хузи обследованы методом сплошного учёта при пешем обходе [Методические рекомендации..., 2013⁴; Глубоковский и др., 2017] – протяжён-

¹ Перечень рыбопромысловых участков Сахалинской области. http://docs.cntd.ru/document/499411071_01.03.2022.

² Final Report and Determination NE Sakhalin Island Pink Salmon Fishery Nogliki & Smirnykh Districts. № MRAG-MS-7a-v3. 2012. MRAG Americas, Inc. 181 p. <https://cert.msc.org/FileLoader/FileLinkDownload.aspx/GetFile?encryptedKey=Jmq1/AmRWhRX+9pD5kBrG30FZ0FdKAUKcLwCS/Rlp9cJNIEUqJTV6p/weGrvTrne>

³ Орловский И.Д., Моганова М.В., Лайус Д.Л. 2014. Популяционные характеристики горбуши во время нерестового хода на северо-восточном побережье острова Сахалин: Отчёт по договору с ООО «Плавник». Санкт-Петербург, Санкт-Петербургский Государственный университет. 48 с.

⁴ Методические рекомендации по учёту численности тихоокеанских лососей в реках Сахалинской области. 2013. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 32 с.



Рис. 1. Район исследований: реки Лангери, Большая Хузи, Малая Хузи. Маркерами указаны места постановки ставных неводов, ближайших к устьям реперных рек; чёрными линиями – границы РЛУ

Fig. 1. Survey area: the Langery, Bol'shaya Khuzi, Malaya Khuzi Rivers. Location of stationary trap nets are pointed by markers; black lines are the edges of commercial fishing areas

ность маршрутов составила 28 и 19 км, соответственно. Обследование р. Малая Хузи выполнено 24–25 и 29–30 августа, р. Большая Хузи – 26, 28–29 августа. В р. Лангери сплошной учёт не был проведён в связи с неблагоприятными гидрологическими условиями (последствиями дождевого паводка). В конце августа – начале сентября, после завершения обследования небольших водотоков, прошёл тайфун, в результате которого возрос уровень воды и увеличилась её мутность.

Общее число производителей горбуши, зашедших в реку Лангери, рассчитано на основе данных об интенсивности захода из моря. Сопоставление данных о численности горбуши, заходящей в р. Малая Хузи и Большая Хузи с результатами тотального учёта на нерестилищах в этих водотоках, показало высокую сходимость результатов: величины плотности производителей и степени заполнения нерестилищ, рассчитанные на основе интенсивности хода из моря в течение периода наблюдений ниже фактических величин на 15 и 10%, соответственно (табл. 1). Различия, по-видимому, определяются неизбежной погрешностью визуального учёта рыб, заходящих из моря. Однако, сопоставимые значения различий расчётных и фактических величин позволяют использовать соответствующий поправочный коэффициент (принят равным 12,5% – среднему аналогичных величин для р. Малая Хузи и Большая Хузи) для уточнения степени заполнения нерестилищ в р. Лангери.

Степень заполнения нерестилищ рассчитывали на основе площадей нерестилищ, приведённых в Перечне нерестовых водоёмов Сахалинской области [1997].⁵ Несмотря на то, что разными исследователями были предложены и обоснованы различные величины оптимального заполнения нерестилищ для горбуши – обзор представлен в работе Е.А. Шевлякова с соавторами [2019], при выполнении расчётов руководствовались значением, предложенным Ф.Н. Рухловым [1968] – 2 экз./м². Выбор именно этой величины обоснован необходимостью получения результатов, сравнимых с данными сотрудников Сахалинского филиала ФГБНУ «ВНИРО» и Сахалинского филиала ФГБУ «Главрыбвод», полученных при обследовании нерестилищ в реках других районов.

Обловы для сбора биометрических данных и уточнения сроков подхода горбуши проводили с 06 июня, когда гидрологические условия в низовье р. Лангери позволили осуществлять сетной лов. В июне в связи с малым числом рыб в уловах сети были выставлены круглосуточно – переборку осуществляли 2 раза в сутки. В начале июля, с интенсификацией подходов горбуши, сети выставляли в вечерние сумерки и снимали после рассвета. С середины июля и в августе обловы были приурочены к массовым подходам гор-

⁵ Перечень нерестовых водоёмов Сахалинской области. 1997. Архив СахНИРО. 42 с.

буши для сбора репрезентативных выборок рыб, но также в этот период проводили дополнительные обловы с частотой 7–10 суток. В сентябре сеть выставляли посуточно с интервалом 3–7 суток, с переборкой 2–3 раза в течение суток.

Рыб отлавливали ставными сетями с шагом ячеи 30 и 55 мм, высотой стенки 2 и 5 м, соответственно, длиной 25 м. Сети выставляли в нижнем течении р. Лангери (0,1–0,5 км от устья), по диагонали к левому берегу, исключая перекрывание русла более чем на 1/3 его ширины.

Вся пойманная рыба была подвергнута полному биологическому анализу, выполненному по общепринятой методике [Правдин, 1966; Глубоковский и др., 2017]. Измерены длина тела по Смитту (АС), длина туловища (OD), масса тела, масса порки (тела без внутренностей), масса гонад; оценена стадия зрелости гонад; определена абсолютная индивидуальная плодовитость самок (АИП), измерены диаметр и масса ооцитов. Линейные размеры представлены в мм, масса – в г. При наличии пищи в желудке визуально определяли качественный состав пищевого комка. Всего в 2021 г. проведён биоанализ 354 экз. горбуши.

Помимо биологической информации, собирали сведения об условиях среды: в течение всего периода наблюдений значения температуры воды в низовьях реперных рек регистрировали посредством термографов Vemco minilog-II в круглосуточном режиме с частотой 1 ч. Содержание растворённого кислорода измеряли с помощью многофункционального гидрологического зонда YSI-556. Для характеристики термических условий в морском прибрежье использовали данные по температуре поверхности моря (ТПМ) из Архива наблюдений за морем метеостанции «Пограничное»; сведения о суточном количестве осадков, которые использовали для общей характеристики условий, взяты из архива погоды гр5 той же метеостанции.⁶ Уровень воды измеряли по рейке, установленной в р. Малая Хузи выше зоны влияния приливов.

Статистическая обработка материалов выполнена в соответствии с рекомендациями Г.Ф. Лакина [1980] с помощью программ MS Excel и Statistica.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Сроки нерестовой миграции и сезонная динамика хода

Подходы горбуши к рекам района исследований были сформированы тремя темпоральными группи-

ровками (рис. 2, 3) – летней ранней, летней поздней и осенней, соответствовавшими япономорской, охотоморской летней и охотоморской осенней популяциям [Гриценко, 2002; Кириллова и др. 2018].

В крупную реку Лангери горбуша начала заходить раньше, чем в небольшие водотоки (Малая Хузи, Большая Хузи). Первая особь горбуши (♀III, серебрянка) в р. Лангери была поймана 11 июня. Следует отметить, что за весь период наблюдений с 2014 г. это наиболее ранняя дата первой поимки горбуши в этом водотоке. До второй декады июля горбуша встречалась в уловах контрольной сети в р. Лангери единично. В начале второй декады июля интенсивность хода начала расти, что соответствует подходу летней ранней темпоральной группировки, представленной горбушей япономорской популяции [Гриценко, 2002]. В реках Малая Хузи и Большая Хузи в это же время были отмечены первые особи горбуши.

Ход ранней летней горбуши завершился в VI пятидневке июля. Заход в реки горбуши этой темпоральной группировки происходил в условиях, близких к экстремальным: установившаяся в третьей декаде июля жаркая погода и длительное отсутствие осадков привели к прогреву воды до значений, близких к летальным (рис. 3). Так среднесуточная температура в реках Лангери, Малая Хузи и Большая Хузи в указанный период достигала 21,59, 19,29 и 17,31 °С, соответственно. Максимальная температура воды была зарегистрирована в р. Лангери 26.07.2021 в 17:00–23,75 °С, что на 2,05 °С ниже предельной летальной температуры для тихоокеанских лососей – 25,8 °С [Reiser, Bjornn, 1979⁷] и на 8,25 °С выше верхнего предела оптимума – 15,5 °С [Смирнов, 1975; Bell, 1990]. В периоды максимального прогрева речной воды горбуша скапливалась у устьев рек, но не заходила в них. Отдельные особи, заходя в зону смешения речной и морской воды, возвращались в более холодную морскую воду. Существует гипотеза, что временное пребывание горбуши в более холодной пресной воде, когда температурные условия в морском прибрежье неблагоприятны, может быть проявлением поведения, направленного на избегание термического стресса [Morita, 2021]. Аналогичное поведение горбуша демонстрирует при неблагоприятной температуре воды в реках.

В указанный период наблюдалась повышенная преднерестовая гибель рыбы в низовьях рек, вы-

⁶ http://gp5.in/Архив_погоды_в_Пограничном,_Сахалинская_область 20.10. 2021.

⁷ Reiser D.W., Bjornn T.C. 1979. Habitat requirements of anadromous salmonids. // Influence of forest and rangeland management on anadromous fish habitat in western North America. U.S. For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-96. Pacific Northwest Forest and Range Experiment Station, Portland, Oreg. P. 1–54. <https://onlinebooks.library.upenn.edu/webbin/book/lookupname?key=Bjornn%2C%20T.%20C.>

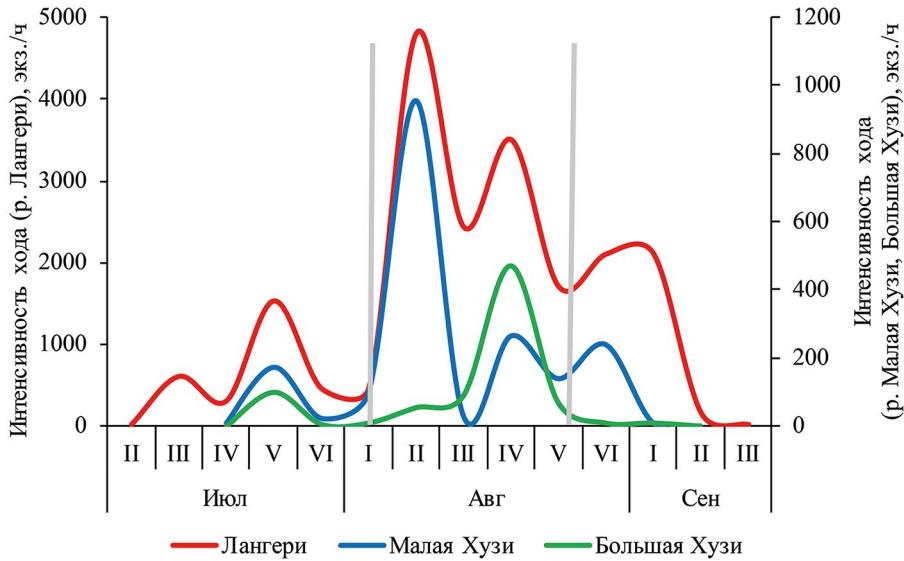


Рис. 2. Сезонная динамика захода горбуши в реки (экз./ч) Лангери (левая вертикальная ось), Малая Хузи и Большая Хузи (правая вертикальная ось). Данные осреднены по пятидневкам. Вертикальными линиями обозначены сроки смены темпоральных группировок

Fig. 2. Seasonal patterns of pink salmon run (individuals per hour) to the Langery River (left vertical axis), Malaya Khuzi and Bolshaya Khuzi Rivers (right vertical axis). Data are averaged by five-day periods. Vertical lines are the terms of temporal groups conversion

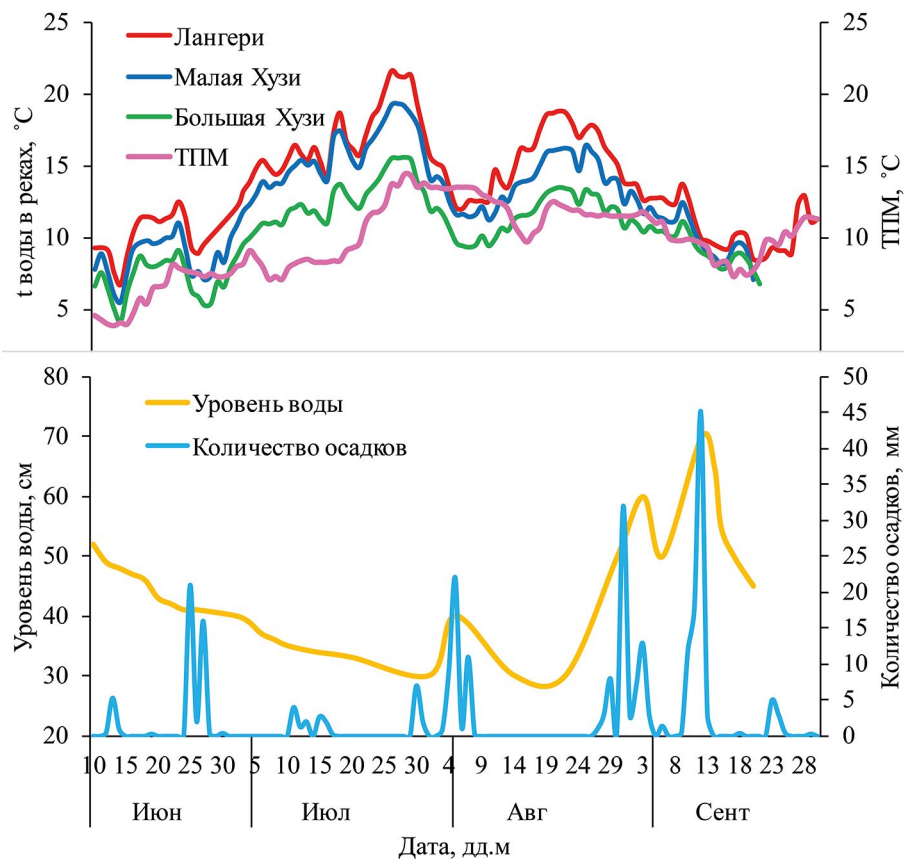


Рис. 3. Абиотические условия в период нерестовой миграции и нереста горбуши: температура воды в реках Лангери, Малая Хузи и Большая Хузи; температура поверхности моря в прибрежье; уровень воды (в р. Малая Хузи), количество осадков в районе метеостанции «Пограничное»

Fig. 3. Abiotic conditions during spawning run and spawning of pink salmon: riverine water temperature in the Langery, Malaya Khuzi and Bol'shaya Khuzi Rivers; sea surface temperature of coastal waters; water level (in the Malaya Khuzi River), amount of precipitation at «Pogranichnoye» weather station

званная термическим шоком: помимо того, что температура воды в реке в отдельные часы была близка к летальной, разница температуры морской и речной воды достигала 6–10 °С. Следует отметить, что в период, когда температура воды достигла критически высоких значений, не происходило заморозов рыбы, вызванных снижением содержания кислорода, что, по-видимому, обусловлено отсутствием плотных скоплений рыбы в лиманах рек.

Заходящая в реки горбуша не задерживалась в низовьях рек (в лиманах) и проходила в основное русло, где происходит интенсивная разгрузка холодных грунтовых вод [Атлас..., 1967], нивелирующих прогрев речной воды в жаркую погоду.

В конце первой декады августа начался ход основной нерестовой группировки горбуши (рис. 2) – летней поздней, представленной горбушей охотоморской летней популяции. К этому времени установились благоприятные условия среды – снизилась температура воды, в результате осадков поднялся уровень воды (рис. 3).

Перерыв второго, массового хода горбуши в р. Лангери и Малая Хузи в середине августа, по-видимому, обусловлен метеоусловиями. В этот период заходу горбуши в реки препятствовало сильное нагонное течение, вызванное ветром восточных и северо-восточных румбов. Приостановка хода обусловлена как повышением солёности воды в прибрежье в результате сгона речной воды – известно, что при подходе к нерестовым рекам тихоокеанские лососи перемещаются по градиенту опреснённой воды [Коваленко, 2003], так и временным замыканием устьев небольших рек под воздействием нагонных волн (в III пятидневке августа устье р. Малая Хузи было в течение суток заблокировано намытой песчаной косой). Кроме того, восточный ветер приносит к побережью холодные водные массы – снижение температуры воды в прибрежье также способствует снижению интенсивности хода.

В р. Большая Хузи ход летней поздней горбуши развивался с запозданием относительно смежных рек – Малая Хузи и Лангери. По-видимому, это обусловлено наименьшей водностью этой реки и морфологией устья (река впадает в море, перетекая через песчаную косу, имеющую высокий уклон), что затрудняет ход рыбы в реку. Кроме того, значимым препятствием для прохода горбуши в реку в I–II декадах июля были медведи, ловившие рыбу в устье реки.

При невысокой плотности скоплений рыбы в приустьевой акватории в море горбуша не заходила в реку в присутствии хищников, а единичных заходящих рыб выедали медведи. Примечательно, что только

в Большой Хузи горбуша летней поздней группировки формировала массовые скопления (тысячи особей) в лимане, проводя в низовье реки несколько суток, прежде чем продолжить миграцию к нерестилищам.

Ход осенней группировки, состоящей из особей охотоморской поздней популяции, перекрывается по срокам с летней поздней – в 2021 г. он начался в V пятидневке августа. Появление в уловах контрольной сети особей с выраженными нерестовыми изменениями и поступательный рост их доли указывает на смену темпоральных группировок. Интенсивность хода поздней горбуши относительно невысока (рис. 2). Единичные особи горбуши со слабо выраженными нерестовыми изменениями и морскими эктопаразитами (*Lepeophtheirus salmonis*) встречались в уловах ставной сети, выставленной вблизи устья реки до завершения наблюдений (30 сентября).

Распределение горбуши по нерестилищам и условия воспроизводства

В реках восточной части Смирныховского района горбуша различных темпоральных группировок занимала нерестилища на всём протяжении русел рек – за исключением приустьевых участков, и заходила в притоки 1-го порядка.

Нерестилища горбуши разнообразны по гидрологическим характеристикам и гранулометрическому составу грунтов. Так, если в верховьях рек преобладают крупные фракции грунта – индивидуальные нерестовые площадки расположены между валунов и глыб, и выходов коренной породы, то в нижнем течении – граничат с обширными наносами мелкодисперсного аллювия. Глубина русла на нерестилищах варьирует от 0,2 до 0,5 м, скорость течения – от 0,2 до 0,6 м/с. Большинство нерестилищ расположены на наиболее характерных для горбуши участках русла – в охвостьях плёсов, перед перекатами, однако не единичны случаи нереста на выходах грунтовых вод, в т. ч. у уреза воды и на свалах ям.

Нерест начался во время летней межени, его пик пришёлся на период постепенного подъёма уровня воды вследствие несильных, но затяжных дождей в III декаде августа. Установившаяся в середине августа преимущественно пасмурная погода и регулярные осадки привели к снижению температуры воды в реках. В период массового нереста в III декаде августа она варьировала в пределах 10–18 °С. Следует отметить, что такие значения температуры воды близки к верхней границе либо превышают оптимальные для нереста и раннего эмбриогенеза. Так, при температуре воды более 12 °С возрастают смертность оплодотворённой икры и частота встречаемости патологий

в развитии эмбрионов [Лукина, 1966; Murray, McPhail, 1988; Виленская, Маркевич, 2000], а температура выше 18 °С может привести к стерилизации гамет горбуши [Smoker et al., 1998]. Однако, негативный эффект воздействия повышенной температуры воды нивелируется притоком холодных грунтовых вод. Ранее было показано, что в реках южной части восточного побережья нерестилища горбуши имеют не типично русловой, а смешанный характер водоснабжения [Кириллова и др., 2018].

В даты обследования р. Малая Хузи основная часть производителей (85%) была сосредоточена в среднем и верхнем течении – в 10 и более км от устья. В верхнем и среднем течении (18–28 км от устья) нерест приближался к завершающей фазе: было велико количество снётки, отдельные гнёзда охраняли истощённые, погибающие самки. Кроме того, нерестовые бугры, на которых отсутствовали производители, были обнаружены преимущественно в верхнем течении. В среднем течении (10–12 км от устья) на отдельных нерестилищах горбуша только приступила к постройке гнёзд. В 12–12,5 км от устья обнаружены скопления горбуши в ямах (по 25–300 экз.) и ходовые стаи, поднимающиеся вверх по течению. В нижнем и среднем течении, на участке 1–10 км от устья, горбуша занимала отдельные площадки, расстояние между которыми достигало 0,5 км.

Помимо основного русла, горбуша зашла в притоки р. Малая Хузи – ручьи Теснинный и Пион. В низовье руч. Теснинный обнаружена снётка и бугры горбуши. В нижнем течении руч. Пион производители стояли в ямах.

В общей сложности, на обследованном участке русла учтено 31269 экз. живых рыб, 1259 экз. снётки, 456 экз. – поеди медведей; 142 бугра, на которых отсутствовали производители.

При расчёте плотности производителей на нерестилищах и степени их заполнения на основе

данных о площади нерестилищ, приведённой в Перечне нерестовых водоёмов Сахалинской области [1997⁵] – 15000 м², эти величины составляют, соответственно, 2,2 экз./м² и 110% (табл. 1). Однако, бонитировка нерестилищ, проведённая в 2010-х гг. [Кириллова, 2020] показала, что их площадь составляет не менее 30000 м². При такой площади нерестилищ, плотность производителей составляет, соответственно, 1,04 экз./м² или 52,1%.

В даты обследования в р. Большая Хузи производители горбуши были распределены по руслу реки. В верховье реки (в 17–19 км от устья) плотность производителей низка в силу ограниченности площадей, пригодных для постройки гнёзд – нерестовые площадки на 1–3 пары производителей располагались на значительном, до 100 м удалении друг от друга. На данном участке русло реки сформировано выходами коренной породы, валунами и глыбами. В нижнем и среднем течении реки производители горбуши были равномерно распределены, заняв все доступные нерестилища. В пределах одной нерестовой площадки встречались как пары производителей, завершающие нерест, так и недавно приступившие к постройке гнёзд. В низовье реки (1,5–2,5 км от устья) отмечены скопления горбуши в ямах. Также скопление горбуши (не менее 1000 экз.) присутствовало в лимане реки. На всём протяжении русла была многочисленна снётка.

Помимо основного русла, горбуша зашла в приток р. Большая Хузи – р. Забытая. В низовье притока горбуша нерестилась на плёсах.

В общей сложности в р. Большая Хузи учтено 12786 живых рыб, 548 экз. снётки, 170 экз. поеди, 24 бугра, на которых отсутствовали производители.

При расчёте плотности производителей на нерестилищах и степени их заполнения на основе данных о площади нерестилищ, приведённом в Перечне нерестовых водоёмов Сахалинской области [1997⁵] –

Таблица 1. Численность рыб (N), учтённых в устьях рек при заходе из моря, плотность производителей и степень заполнения нерестилищ в реках Лангери, Малая Хузи и Большая Хузи, рассчитанная по интенсивности захода из моря и в результате сплошного учёта

Table 1. Number of fish (N) counted in the mouths of the rivers during the run from the sea, density of breeders at spawning grounds and degree of occupation of spawning grounds – calculated on the basis of run intensity and observed

| Река | Площадь нерестилищ, тыс. м ² | N, тыс. экз. | По интенсивности захода | | По факту | | Δ, %* |
|--------------|---|--------------|-------------------------|---------------------|----------|---------------------|-------|
| | | | % | экз./м ² | % | экз./м ² | |
| Лангери | 260 | 363,85 | 70 | 1,4 | – | – | – |
| Малая Хузи | 15 | 34,625 | 115,4 | 2,31 | 135 | 2,7 | 15 |
| Большая Хузи | 5 | 9,925 | 99,3 | 1,99 | 110 | 2,2 | 10 |

* Разница расчётной и фактической величины плотности производителей на нерестилищах.

5000 м², эти величины составят 2,7 экз./м² или 135% (табл. 1). Однако, по нашей оценке, истинная площадь – не менее 8000 м². При такой площади нерестилищ, плотность производителей составляет, соответственно, 1,7 экз./м² или 85%.

В р. Лангери плотность производителей и степень заполнения нерестилищ, рассчитанная на основе численности производителей, учтённых в устье реки (табл. 1), составили 1,7 экз./м² или 85%.

Массовый нерест горбуши в реперных водотоках длился не менее 2,5 недель: с IV пятидневки до конца августа. Отнерестившиеся, ослабленные производители были смыты мощным дождевым паводком в начале сентября (рис. 3). Общей особенностью распределения производителей по нерестовым рекам были их проникновение в верховья рек и массовый нерест на участках в верхнем течении.

Результаты учёта заходящих в реки производителей и оценки заполнения нерестилищ позволяют утверждать, что численность линии нечётных лет постепенно восстанавливается после резкого падения, вызванного катастрофическим паводком в октябре 2015 г. [Каев, 2018; Кирилова, 2020].

Биометрические характеристики производителей горбуши

Динамика средней длины (АС) и массы тела соответствуют подходам трёх темпоральных группировок – летней ранней, летней поздней и осенней (рис. 4).

Менее выраженная дифференциация по размерным показателям летней поздней и осенней группи-

ровок обусловлена перекрытием сроков их подходов. Показателем завершения подхода летней поздней темпоральной группировки и начала хода осенней является снижение длины туловища (OD) в I декаде сентября и её последующее увеличение к III декаде сентября за счёт рыб с неразвитыми нерестовыми изменениями (по мере развития нерестовых изменений снижается длина туловища рыбы относительно длины по Смитту за счёт удлинения челюстей и увеличения общей длины головы).

Возрастающая разница между массой тела и массой порки в течение нерестового хода (рис. 5) отражает подходы горбуши с более зрелыми половыми продуктами – по мере созревания масса гонад увеличивается относительно массы тела.

При выраженном изменении размеров горбуши в течение нерестового хода (рис. 4, 5), различия темпоральных группировок по длине и массе тела статистически недостоверны, что, по-видимому, обусловлено увеличением доли особей с нерестовыми изменениями (рис. 6).

У горбуши летней ранней группировки самцы (М) и самки (F) не имеют достоверных отличий по длине и массе. У летней поздней группировки самки достоверно меньше самцов по длине и массе тела: значение t-критерия Стьюдента для длины составляет –2,27, для массы – –2,06 при $p < 0,001$.

Биометрические показатели горбуши разных темпоральных группировок представлены в табл. 2.

Среди горбуши первого хода (летней ранней) преобладали особи без признаков изменений пропорций и окраски тела, предшествующих нересту (рис. 6). Сре-

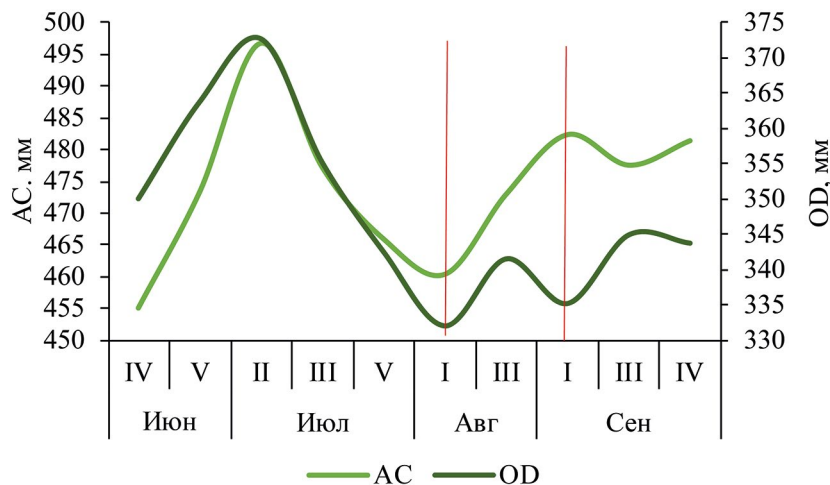


Рис. 4. Изменения средней длины тела (АС) и длины туловища (OD) горбуши в течение нерестового хода горбуши в р. Лангери. Вертикальные пунктирные линии обозначают смену темпоральных группировок в подходах

Fig. 4. Variation of mean fork length (AC) and body length (OD) of pink salmon during the spawning run in the Langery River. Vertical dotted lines indicate the change of temporal groups in the run

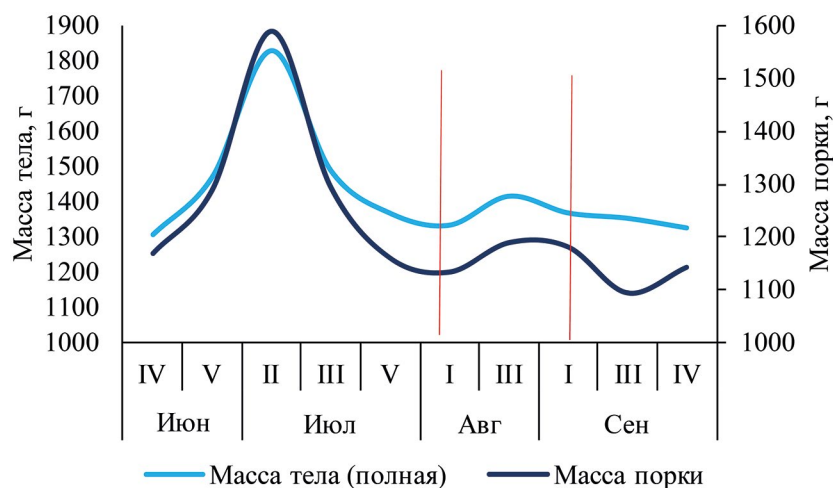


Рис. 5. Изменения средней массы тела (полной и порки) в течение нерестового хода горбуши в р. Лангери. Вертикальные пунктирные линии обозначают смену темпоральных группировок в подходах

Fig. 5. Variation of mean body weight (the whole fish and fish without viscere) of pink salmon during the spawning run in the Langery River. Vertical dotted lines indicate the change of temporal groups in the run

Таблица 2. Биометрические показатели горбуши разных темпоральных группировок (ходов) в р. Лангери в 2021 г.

Table 2. Biometric characteristics of pink salmon from different temporal groups (runs) in the Langery river in 2021

| Параметр | Пол* | N**, экз. | m | σ | min | max | CV |
|----------------|------|-----------|------|----------|------|------|------|
| Летняя ранняя | | | | | | | |
| АС, мм | F+M | 168 | 473 | 38,8 | 360 | 593 | 8,2 |
| OD, мм | | 168 | 350 | 30,7 | 266 | 442 | 8,8 |
| Масса тела, г | | 168 | 1452 | 397,3 | 545 | 3235 | 27,4 |
| Масса порки, г | | 168 | 1250 | 359,2 | 505 | 2785 | 28,7 |
| АС, мм | F | 48 | 471 | 35,0 | 394 | 542 | 7,4 |
| OD, мм | | 48 | 355 | 29,4 | 290 | 409 | 8,3 |
| Масса тела, г | | 48 | 1434 | 337,1 | 665 | 2225 | 23,5 |
| Масса порки, г | | 48 | 1206 | 296,3 | 575 | 1900 | 24,6 |
| АС, мм | M | 120 | 474 | 40,3 | 360 | 593 | 8,5 |
| OD, мм | | 120 | 349 | 31,1 | 266 | 442 | 8,9 |
| Масса тела, г | | 120 | 1459 | 420,0 | 545 | 3235 | 28,8 |
| Масса порки, г | | 120 | 1268 | 381,2 | 505 | 2785 | 30,1 |
| Летняя поздняя | | | | | | | |
| АС, мм | F+M | 111 | 467 | 27,3 | 403 | 541 | 5,8 |
| OD, мм | | 111 | 337 | 19,0 | 288 | 387 | 5,6 |
| Масса тела, г | | 111 | 1374 | 236,9 | 970 | 2105 | 17,2 |
| Масса порки, г | | 111 | 1162 | 216,7 | 775 | 1840 | 18,6 |
| АС, мм | F | 33 | 458 | 14,8 | 430 | 486 | 3,2 |
| OD, мм | | 33 | 336 | 12,9 | 310 | 361 | 3,9 |
| Масса тела, г | | 33 | 1304 | 119,0 | 1070 | 1620 | 9,1 |
| Масса порки, г | | 33 | 1053 | 100,8 | 820 | 1295 | 9,6 |
| АС, мм | M | 78 | 470 | 30,4 | 403 | 541 | 6,5 |
| OD, мм | | 78 | 337 | 21,1 | 288 | 387 | 6,3 |

| Параметр | Пол* | N**, экз. | m | σ | min | max | CV |
|----------------|------|-----------|------|-------|------|------|-------|
| Масса тела, г | М | 78 | 1403 | 266,9 | 970 | 2105 | 19,0 |
| Масса порки, г | | 78 | 1209 | 235,7 | 775 | 1840 | 19,5 |
| Осенняя | | | | | | | |
| АС, мм | F+M | 75 | 481 | 5,3 | 435 | 558 | 25,4 |
| OD, мм | | 75 | 338 | 4,8 | 297 | 373 | 16,1 |
| Масса тела, г | | 74 | 1361 | 17,7 | 995 | 2200 | 240,7 |
| Масса порки, г | | 74 | 1163 | 20,9 | 800 | 1995 | 243,4 |
| АС, мм | F | 32 | 472 | 3,2 | 445 | 502 | 15,1 |
| OD, мм | | 32 | 342 | 3,7 | 321 | 370 | 12,6 |
| Масса тела, г | | 32 | 1303 | 12,4 | 1005 | 1645 | 161,3 |
| Масса порки, г | | 32 | 1045 | 14,1 | 800 | 1360 | 147,0 |
| АС, мм | M | 42 | 489 | 6,0 | 435 | 558 | 29,3 |
| OD, мм | | 42 | 335 | 5,4 | 297 | 373 | 18,1 |
| Масса тела, г | | 42 | 1406 | 20,0 | 995 | 2200 | 280,8 |
| Масса порки, г | | 42 | 1253 | 21,1 | 835 | 1995 | 264,5 |

* F – самки; M – самцы; ** N – объём выборки; m – выборочное среднее; σ – стандартное отклонение; min–max – пределы варьирования; CV – коэффициент вариации.

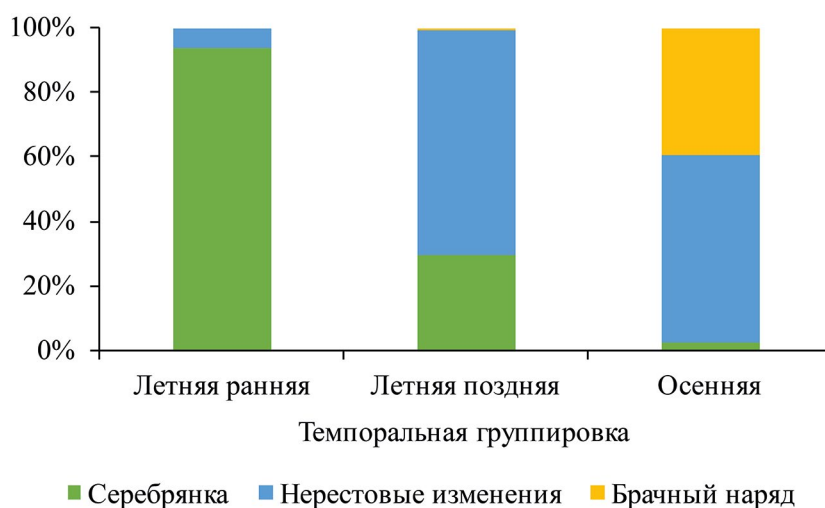


Рис. 6. Наличие нерестовых изменений или развитого брачного наряда у горбуши разных темпоральных группировок
Fig. 6. Presence of breeding dress signs or developed breeding dress in pink salmon from different temporal groups

ди летней ранней горбуши подавляющее большинство составляли серебрянки – особи, имевшие типичную пеллагическую окраску и легко опадающую чешую; рыбы с нерестовыми изменениями составляли 7%. Летняя поздняя группировка была преимущественно рыбами с нерестовыми изменениями – 70%; серебрянки составляли 29%. У осенней горбуши была велика доля рыб с развитым брачным нарядом 39%.

Соотношение полов у горбуши варьировало в течение нерестового хода: по мере его развития доля

самцов снизилась с 80 до 60%. В целом во всех темпоральных группировках самцы преобладали по численности – доля самок у летней ранней, летней поздней и осенней горбуши составляла 29%, 30% и 43%, соответственно.

В начале нерестового хода в реки заходила горбуша с менее зрелыми половыми продуктами. Летняя ранняя горбуша имела гонады III и IV, а также промежуточных стадий зрелости. Наиболее многочисленная нерестовая группировка, летняя поздняя, имела гона-

ды IV и переходной III–IV(IV) стадий зрелости. Значительная доля осенней горбуши – 43% имела гонады IV стадии зрелости; 49% – переходных стадий между IV и V. С текучими половыми продуктами (V стадия зрелости) заходили из моря 3% рыб.

Среди горбуши летних группировок самцы имели более зрелые половые продукты, чем самки (табл. 4). У осенней горбуши, напротив, преимущественно самки имели более зрелые половые продукты (табл. 3).

Значения абсолютной плодовитости самок горбуши и размерные показатели ооцитов представлены в табл. 3.

Горбуша летней ранней темпоральной группировки имела наиболее высокую плодовитость, что обусловлено относительно крупными размерами самок (табл. 3). Известно, что плодовитость имеет прямую положительную связь с размерами рыб [Beacham et al, 1988]. В полной мере эта закономерность подтверждается для летней ранней горбуши (рис. 7) – коэффициент корреляции $r=0,81$ при $p<0,001$. Размер и масса ооцитов летней ранней горбуши были наименьшими, т. к. эта темпоральная группировка при заходе в реку имеет менее зрелые половые продукты, чем последующие, что подтверждает значение ГСИ.

Самки горбуши летней поздней и осенней группировок не имели достоверных отличий по плодовитости, однако у последней ооциты имели достоверно больший диаметр и массу ($t = -9,3$ и $-11,1$ при $p<0,001$), соответственно. У самок летней поздней горбуши менее выражена связь плодовитости с длиной тела, у осенней – отсутствует (рис. 7). Вероятно, это является следствием перекрытия сроков хода этих группировок и наличия особей, гонады которых имели переходную между IV и V стадию зрелости – часть икры таких особей могла быть утрачена при переборке сети и транспортировке рыб.

Масса гонад и ГСИ самцов горбуши был наибольшим у летней поздней горбуши (табл. 4). Более низкие значения ГСИ и массы гонад летней ранней горбуши обусловлены тем, что рыбы наиболее раннего хода имели менее развитые половые продукты – преобладали особи, гонады которых были на III–IV и переходными между ними стадиях развития. У самцов горбуши осенней группировки снижение ГСИ и массы гонад (табл. 4) является следствием развития нерестовых изменений и достижения высокой степени зрелости гонад ко времени захода в реку – соответственно, часть молок изливается в процессе отлова

Таблица 3. Масса гонад, гонадосоматический индекс (ГСИ) самок горбуши в р. Лангери, их абсолютная индивидуальная плодовитость (АИП) и размерные показатели ооцитов в 2021 г.

Table 3. Gonad weight, gonadosomatic index (GSI) of pink salmon females in the Langery river, their absolute individual fecundity (AIP) and dimensional traits of oocytes in 2021

| Темпоральная группировка | Параметр | N*, экз. | m | σ | min | max | CV |
|--------------------------|---------------------|----------|-------|----------|-------|-------|--------|
| Летняя ранняя | Масса гонад, г | 48 | 118,9 | 32,5 | 49,6 | 215,1 | 27,4 |
| | ГСИ | 48 | 0,084 | 0,019 | 0,037 | 0,120 | 22,262 |
| | АИП | 47 | 1610 | 390,4 | 666 | 2492 | 24,3 |
| | Диаметр ооцитов, мм | 47 | 4,57 | 0,49 | 3,15 | 5,56 | 10,76 |
| | Масса ооцитов, г | 47 | 0,07 | 0,02 | 0,03 | 0,12 | 27,37 |
| Летняя поздняя | Масса гонад, г | 33 | 155,5 | 17,6 | 117,6 | 198,9 | 11,3 |
| | ГСИ | 33 | 0,120 | 0,018 | 0,095 | 0,186 | 14,594 |
| | АИП | 33 | 1473 | 157,5 | 1137 | 1791 | 10,7 |
| | Диаметр ооцитов, мм | 33 | 5,19 | 0,24 | 4,82 | 5,81 | 4,54 |
| | Масса ооцитов, г | 33 | 0,10 | 0,01 | 0,07 | 0,13 | 11,08 |
| Осенняя | Масса гонад, г | 32 | 205,4 | 33,0 | 137,6 | 292,5 | 16,1 |
| | ГСИ | 32 | 0,160 | 0,032 | 0,104 | 0,232 | 19,986 |
| | АИП | 28 | 1401 | 202,0 | 1054 | 1933 | 14,4 |
| | Диаметр ооцитов, мм | 32 | 5,77 | 0,27 | 5,38 | 6,40 | 4,67 |
| | Масса ооцитов, г | 32 | 0,14 | 0,02 | 0,11 | 0,17 | 11,36 |

* Обозначения как в табл. 1.

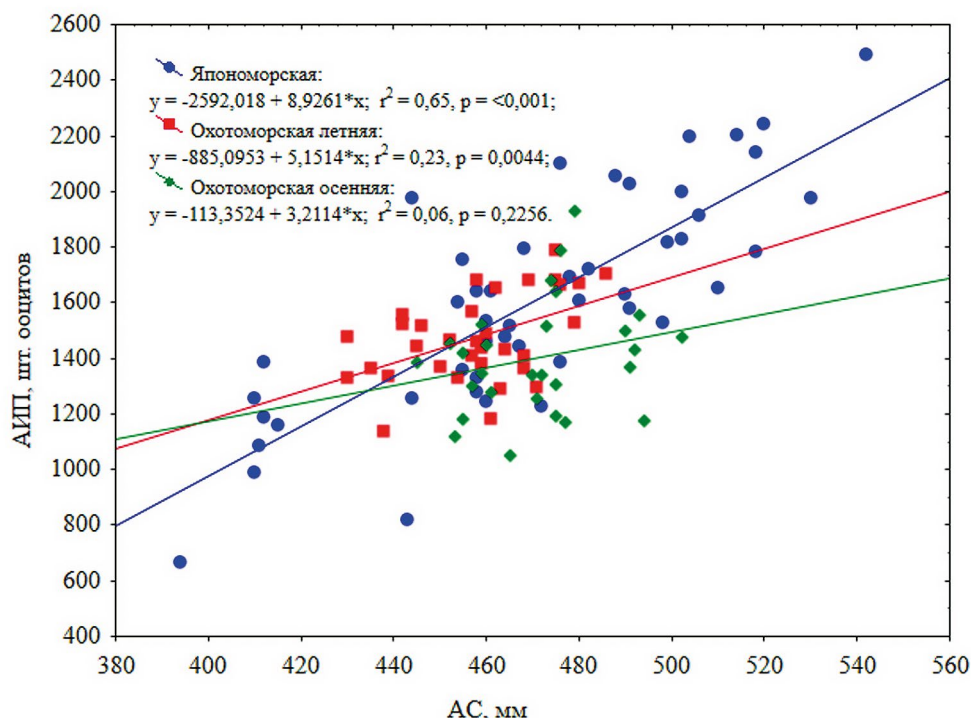


Рис. 7. Связь абсолютной индивидуальной плодовитости и длины тела самок горбуши разных темпоральных группировок
Fig. 7. Connection of absolute individual fecundity with body length of pink salmon females from different temporal groups

Таблица 4. Масса гонад и ГСИ самцов горбуши в р. Лангери в 2021 г.
Table 4. Gonad weight and GSI of pink salmon males in the Langery river in 2021

| Темпоральная группировка | Параметр | N*, экз. | m | σ | min | max | CV |
|--------------------------|----------------|----------|-------|------|------|-------|------|
| Летняя ранняя | Масса гонад, г | 118 | 88,6 | 25,7 | 30,4 | 151,7 | 29,0 |
| | ГСИ | | | | | | |
| Летняя поздняя | Масса гонад, г | 78 | 109,1 | 20,3 | 62,1 | 181,9 | 18,6 |
| | ГСИ | | | | | | |
| Осенняя | Масса гонад, г | 42 | 85,8 | 18,7 | 55,8 | 131,2 | 21,7 |
| | ГСИ | | | | | | |

*Обозначения как в табл. 1.

и транспортировки рыб, что отражается на значениях массы гонад.

Помимо изменения размерных показателей и состояния гонад, показателем подхода очередной темпоральной группировки выступает появление в уловах ставной сети горбуши, имеющей остатки пищи в желудках. Часть особей в авангарде хода продолжает питаться непосредственно перед заходом в реку. Основным компонентом пищевого комка горбуши перед заходом в реку была рыба (частота встречаемости 67%) – преимущественно тихоокеанская песчанка *Ammodytes hexapterus* (частота встречаемости 44%). Реже в желудках встречалась навага *Eleginus gracilis* и молодь рогатковых рыб сем. Scorpaenidae. Вторым

по значимости компонентом питания после рыбы были планктонные ракообразные отр. Mysida (33%).

Влияние промысла на динамику и интенсивность нерестового хода горбуши

В 2021 г. подходы горбуши в реки восточного побережья Сахалина значительно превзошли ожидаемую величину, что отразилось на общем объеме вылова: фактический вылов составил 12142,6 т, что в 7,4 раза больше прогнозной оценки [Тихоокеанские лососи..., 2021⁸].

⁸ Тихоокеанские лососи Дальнего Востока России (Путинный прогноз на 2021 год / Ответственный редактор С.Л. Марченко. Москва: ВНИРО, 2021. 130 с.

На восточном побережье Смирныховского района промысел базируется на наиболее многочисленной темпоральной группировке – летней поздней. Смещение начала промышленного лова на более поздний, чем обычно, срок – 1 августа (Протокол № 18 заседания комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб в Сахалинской области (далее – «Комиссии»))⁹ позволило исключить изъятие промыслом горбуши – относительно малочисленной в данном районе ранней летней темпоральной группировки (рис. 8). Изъятие 50% общего вылова происходит по мере развития хода основной темпоральной группировки – летней поздней (рис. 9). Последующий вылов происходил после прохода в реки более 50% общего числа производителей горбуши (рис. 8, 9).

водных заводов, так как есть мнение, что запас кеты в Сахалино-Курильском регионе сформирован благодаря искусственному воспроизводству [Хоревин, 1994; Каев, Игнатъев, 2015]. Во-вторых, в сентябре, особенно в первой декаде, ведение промысла в морском прибрежье лимитировано метеорологическими условиями – частыми тайфунами.

Меры, направленные на ограничение промышленной нагрузки, предусмотренные Стратегией промысла тихоокеанских лососей в Сахалинской области в 2021 г. – чередование проходных и промысловых дней, по-видимому, имели положительный эффект на заполнение нерестилищ производителями, т. к. запрет промысла действовал, когда подходы горбуши к устьям нерестовых рек были наиболее массовыми

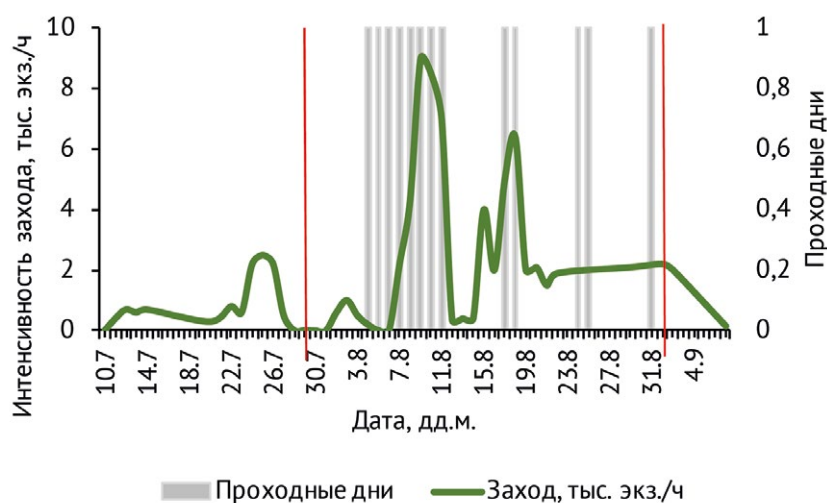


Рис. 8. Сезонная динамика интенсивности хода горбуши в р. Лангери и периоды ограничения рыболовства (проходные дни). Вертикальные красные линии – границы периода промысла

Fig. 8. Seasonal dynamics of pink salmon run intensity to the Langery River and periods of commercial fishing restrictions (days of escapement). Red dashed lines point terms of commercial fishery period

Несмотря на рост численности горбуши позднего хода – осенней [Кириллова и др., 2018; Кириллова, 2020], в настоящее время вопрос продления промысла после 31 августа остаётся дискуссионным. Во-первых, в конце августа – начале сентября в реки района начинает в значимом количестве заходить кета. При наличии ставных неводов, она неизбежно составит часть улова. А вылов этого вида в Сахалинской области разрешён только у базовых рек лососёвых рыбо-

(рис. 8). Промысловое изъятие горбуши осуществлялось, когда основная часть производителей проходила в реки и, соответственно, снижалась интенсивность захода из моря (рис. 8, 9).

Следует подчеркнуть, что эффективность мер по ограничению промысла в 2021 г. обусловлена их приуроченностью к массовым подходам горбуши. В 2020 г., напротив, периоды пропуска пришлись на даты, когда подходы горбуши были незначительными [Кириллова, 2020].

При этом, зависимости между интенсивностью захода горбуши в реки и объёмами вылова ставного невода, примыкающего к устью реки, не обнаружено ($r=0,15$ при $p>0,5$). Тоже было показано нами в 2020 г. для РЛУ у р. Лангери, когда численность подходов

⁹ <https://sktufar.ru/category/протоколы/> Начало промысла было смещено на более раннюю дату (30 июля) решением Комиссии (Протокол № 26) из-за неблагоприятных условий среды в третьей декаде июля и риска массовой гибели рыбы в реках от термического шока и асфиксии, а в отдельных районах – физической невозможности захода в реки вследствие их обмеления.

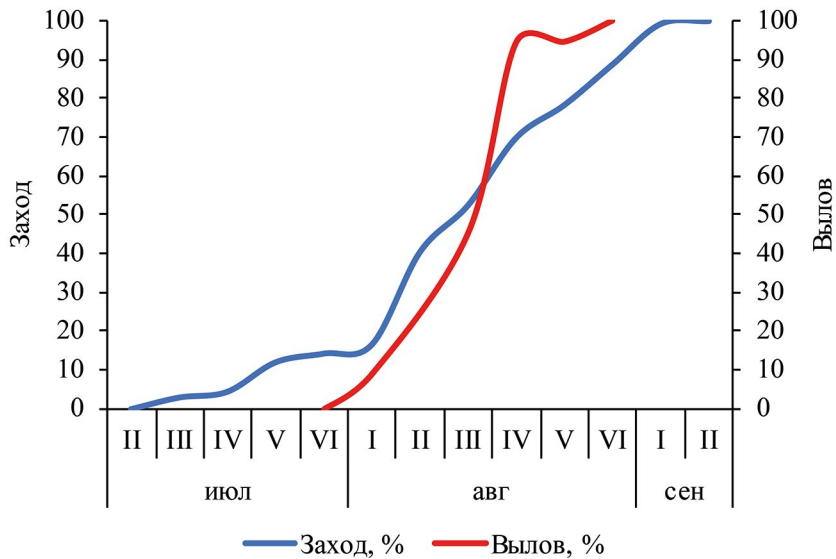


Рис. 9. Нарастающая динамика вылова горбуши предприятиями ООО «Плавник» и «Садко» на РЛУ №№ 65–14–16 и 65–14–17 и пропуска в реки

Fig. 9. Cumulative dynamics of commercial catch of pink salmon by «Plavnik» Ltd and «Sadko» Ltd at fishing areas №№ 65–14–16 and 65–14–17 and escapement

была значительно ниже, а объём вылова на том же РЛУ – выше [Кириллова, 2020].

Примечательно, что в 2021 г. в некрупных водотоках (Малая Хузи, Большая Хузи) горбуша поднялась до самых верховий, где реки имеют типично горный характер. При благоприятных гидрологических условиях самые верхние нерестилища занимает горбуша раннего хода [Гриценко, 2002]. Вероятно, более поздняя постановка ставных неводов в 2021 г. и их отсутствие на участке 1 км южнее р. Лангери и р. Хой (рис. 1) способствовало проходу в реки ранней горбуши. В силу конструктивных особенностей ставных неводов и специфики поведения тихоокеанских лососей в зоне их действия [Коваленко, 2003] – центральное крыло препятствует распределению лососей, находящийся в прибрежье, между смежными водотоками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На юге северо-восточного побережья Сахалина горбуша представлена тремя темпоральными группировками, которые дифференцируются как по срокам хода и локализации нерестилищ, так по биометрическим показателям. Наиболее многочисленная группировка – летняя поздняя – формирует основной объём промышленного вылова на данном участке побережья.

Существенное превышение численности подхода горбуши относительно прогнозной величины позволило увеличить разрешённый объём вылова на южном участке северо-восточного побережья Сахалина. При этом действовавшие ограничения рыболовства – более позднее открытие промысла и периоды пропу-

ска, приуроченные к подходам горбуши, обеспечили проход в реки всех темпоральных группировок, что является необходимым условием для эффективного воспроизводства вида.

Зашедшая в реки горбуша занимала все доступные нерестилища – от верховий до нижних участков, граничащих с лиманами. Для постройки гнёзд она занимала как видоспецифические участки в местах инфильтрации руслового потока в грунт, так и нетипичные, на выходах грунтовых вод. Температура воды к началу массового нереста и раннего эмбриогенеза снизилась после экстремального прогрева в третьей декаде июля, однако зачастую превышала оптимальные для воспроизводства вида значения. Негативное воздействие повышенной температуры в период нереста и раннего эмбриогенеза компенсировало охлаждающее действие грунтовых вод.

Высокая степень заполнения нерестилищ производителями горбуши в 2021 г. является показателем восстановления численности горбуши линии нечётных лет после катастрофического её падения в 2017 г.

Благодарности

Автор выражает благодарность В.В. Смирнову – председателю правления НКО «Ассоциация устойчивого рыболовства Северо-Востока Сахалина» за организацию и всестороннее обеспечение полевых работ.

Автор глубоко признателен С.Л. Марченко (ФГБНУ «ВНИРО», Госрыбцентр) за ценные рекомендации и конструктивную критику во время полевых наблюдений и в процессе работы над рукописью.

Конфликт интересов

Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение этических норм

Все применимые этические нормы соблюдены.

Финансирование

Финансирование работ осуществлялось рыбодобывающей компанией ООО «Плавник» на хозяйственной основе. Анализ материала и подготовка публикации выполнены за счёт гранта РФФИ № 19-14-00015 «Механизмы миграционного поведения рыб и рыбообразных в речных системах. Роль экологических и физиологических факторов».

ЛИТЕРАТУРА

- Атлас Сахалинской области.* 1967. М.: ГУ ГК СССР. 135 с.
- Виленская Н.И., Маркевич Н.Б.* 2000. Влияние термических условий на возраст, выживание и размер эмбрионов и молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и нерки *Oncorhynchus nerka* в условиях эксперимента // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 5. С. 124–132.
- Глубоковский М.К., Марченко С.Л., Темных О.С., Шевляков Е.А.* 2017. Методические рекомендации по исследованию тихоокеанских лососей. М.: изд-во ВНИРО. 80 с.
- Горяинов А.А., Койнов А.А., Смирнов В.В.* 2009. Нерестовый ход горбуши на реке Лангери (северо-восточный Сахалин) // Бюллетень № 4 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: Изд-во ТИНРО. С. 257–264.
- Гриценко О.Ф.* 2002. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). М.: Изд-во ВНИРО. 248 с.
- Живоглядов А.А., Игнатьев Ю.И., Живоглядова Л.А.* 2017. Условия воспроизводства и динамика численности тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) северо-восточного побережья острова Сахалин // Вопросы ихтиологии. Т. 57. № 6. С. 711–720.
- Каев А.М.* 2018. Снижение численности горбуши (*Oncorhynchus gorbuscha*) в Сахалино-Курильском регионе как следствие действия экстремальных факторов среды // Известия ТИНРО. Т. 192. С. 3–14. DOI: 10.26428/1606-9919-2018-192-3-14
- Каев А.М.* 2019. Некоторые результаты изучения динамики численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* на северо-восточном побережье острова Сахалин // Вопросы ихтиологии. Т. 59. № 6. С. 672–680.
- Каев А.М., Геращенко Г.В.* 2008. Показатели воспроизводства горбуши северо-восточного побережья острова Сахалин // Бюллетень № 3 Реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей» С. 102–106.
- Каев А.М., Игнатьев Ю.И.* 2015. Развитие заводского разведения тихоокеанских лососей в Сахалино-Курильском регионе и его значение для промысла. // Труды ВНИРО. Т. 153. С. 95–104.
- Кириллова Е.А.* 2020. Нерестовый ход, особенности воспроизводства и биометрические характеристики горбуши на юге северо-восточного побережья острова Сахалин в 2020 г. // Бюллетень № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Владивосток: Тихоокеанский филиал ВНИРО. С. 90–98.
- Кириллова Е.А., Кириллов П.И., Кузищин К.В., Груздева М.А., Павлов Д.С.* 2018. Морфобиологическая разнокачественность и особенности воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* из двух рек северо-востока острова Сахалин // Вопросы ихтиологии Т. 58. № 6. С. 670–683. DOI: 10.1134/S0042875218060140
- Коваленко М.Н.* 2003. Особенности поведения камчатских лососей в зоне действия ставного невода // Ресурсы и средства рациональной эксплуатации прибрежных акваторий Камчатки. Мат. науч.-техн. конф. (25–27 января 2003 г.). Петропавловск-Камчатский: РИО КамчатГТУ. С. 45–53.
- Лакин Г.Ф.* 1980. Биометрия. М.: Высшая школа. 294 с.
- Лукина О.В.* 1966. О физиологической адаптации тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) к условиям обитания на Крайнем Севере // Вопросы ихтиологии. Т. 6. Вып. 2. С. 366–374.
- Правдин И.Ф.* 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность. 376 с.
- Рухлов Ф.Н.* 1968. Речной период жизни сахалинской горбуши // Рыбное хозяйство. № 12. С. 15–17.
- Смирнов А.И.* 1975. Биология, размножение и развитие тихоокеанских лососей. М.: Изд-во МГУ. 334 с.
- Хоревин Л.Д.* 1994. Значение разведения лососей для поддержания их запасов в Сахалинской области // Систематика, биология и биотехника разведения лососёвых рыб. Мат. V всерос. совещ. СПб.: ГосНИОРХ. С. 204–205.
- Шевляков Е.А., Фельдман М.Г., Островский В.И., Волобуев В.В., Каев А.М., Голубь Е.В., Барабанщиков Е.И., Голованов И.С.* 2019. Ориентеры и оперативная оценка пропуска производителей на нерестилища как инструменты перспективного и краткосрочного управления запасами тихоокеанских лососей в реках дальневосточного рыбохозяйственного бассейна // Известия ТИНРО. Т. 196. С. 23–62. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-23-62
- Beacham T.D., Withler R.E., Murray C.B. Barner L.W.* 1988. Variation in Body Size, Morphology, Egg Size, and Biochemical Genetics of Pink Salmon in British Columbia // Transactions of the American Fisheries Society. V. 117. Is. 2. P. 109–126. DOI: 10.1577/1548-8659(1988)117<0109:VIBSME>2.3.CO;2
- Bell M.C.* 1990. Fisheries handbook of engineering requirements and biological criteria. U.S. Army Corps of Engineers, North Pacific Division, Portland, Oregon. 290 p.
- Morita K.* 2021. Reverse migration of adult pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) to the sea after their return to fresh water // Environ Biol Fish. 105(12). P. 1825–1832. DOI 10.1007/s10641-021-01139-y
- Murray C.B., McPhail J.D.* 1988. Effect of incubation temperature on the development of five species of Pacific salmon (*Oncorhynchus*) embryos and alevins // Can. J. Zool. V. 66. P. 266–273. DOI: 10.1139/z88-038.

Smoker W.W., Gharrett A.J., Stekoll M.S. 1998. Genetic Variation of Return Date in a Population of Pink Salmon: A Consequence of Fluctuating Environment and Dispersive Selection? // Alaska Fishery Research Bulletin. V. 5(1). P. 46–54.

REFERENCES

- Atlas of the Sakhalin Region.* 1967. Moscow: HD GC USSR, 135 p. (In Russ.).
- Vilenskaya N.I., Markevich N.B. 2000. Effect of thermal conditions on the age, survival and size of embryos and fry of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* and sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* under experimental conditions // Studies of aquatic biological resources of Kamchatka and the north-western Pacific Ocean. Iss. 5. P. 124–132. (In Russ.).
- Glubokovskij M.K., Marchenko S.L., Temnykh O.S., Shevlyakov E.A. 2017. Guidelines for investigations of Pacific salmon. Moscow: VNIRO Publish. 80 s. (In Russ.)
- Goryainov A.A., Koinov A.A., Smirnov V.V. 2009 Spawning run of pink salmon in the Langery River (north-eastern Sakhalin) // Bull. No. 4 of Pacific salmon research in the Far East. Vladivostok: TINRO Publishing House. P. 257–264. (In Russ.).
- Gritsenko O.F. 2002. Diadromous fishes of Sakhalin (systematics, ecology, fisheries)]. Moscow: VNIRO Publish. 248 p. (In Russ.)
- Zhivoglyadov A.A., Ignatiev Yu.I., Zhivoglyadova L.A. 2017. Conditions of reproduction and population dynamics of Pacific salmon (*Oncorhynchus*): the northeast of Sakhalin Island // Journal of Ichthyology. Vol. 57. No. 6. P. 883–892. DOI: 10.1134/S0032945217060133
- Kaev A.M. 2018. Decreasing of the pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) abundance in Sakhalin-Kuril region as consequence of extreme environmental factors impact // Izvestiya TINRO. V. 192. P. 3–14. (In Russ.) DOI: 10.26428/1606–9919–2018–192–3–14
- Kaev A.M. 2019. Some results of studies on pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*'s number dynamics on the northeastern coasts of Sakhalin Island // J. of Ichthyology. V. 59. No. 6. P. 885–894. DOI: 10.1134/S0032945219060043
- Kaev A.M., Gerashchenko G.V. 2008. Reproduction indexes of pink salmon on the northeastern coast of Sakhalin Island // Bull. No. 3 of Pacific salmon research in the Far East. Vladivostok: TINRO Publish. P. 102–106.
- Kaev A.M., Ignatiev Yu.I. 2015. The Progress of Pacific Salmon Hatchery Culture in the Sakhalin-Kuril Region and Its Importance for Fishery. // Trudy VNIRO. V. 153. P. 95–104. (In Russ.)
- Kirilova E.A. 2020. Spawning run, reproduction patterns and biometric traits of pink salmon in the south of north-eastern coast of Sakhalin in 2020 // Bull. No. 15 of Pacific salmon research in the Far East. Vladivostok: TINRO Publish. P. 90–98. (In Russ.).
- Kirilova E.A., Kirillov P.I., Kuzishchin K.V., Gruzdeva M.A., Pavlov D.S. 2018. Morphobiological Difference and Reproduction Peculiarities of Pink Salmon *Oncorhynchus gorbuscha* from Two Rivers in the Northeastern Part of Sakhalin Island // J. of Ichthyology. Vol. 58. No. 6. P. 819–832. DOI: 10.1134/S0032945218060097
- Kovalenko M.N. 2003. Features of the behavior of Kamchatka salmonids in the coverage area of trap net // Resources and means of rational exploitation of the coastal waters of Kamchatka. Proceed. of the Scient. and Techn. Conf. (January 25–27, 2003). Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatGTU. 45–53.
- Lakin G.F. 1980. Biometrics. Moscow: Vysshaya shkola. 294 p. (In Russ.)
- Lukina O.V. 1966. On the physiological adaptation of Pacific salmon (*Oncorhynchus*) to habitat conditions in the Extreme North // Voprosy Ikhtologii. V. 6. I. 2. P. 366–374. (In Russ.)
- Pravdin I.F. 1966. Guide to fish research. M.: Food Industry. 376 s. (In Russ.)
- Rukhlov F.N. 1968. Riverine period of life of the Sakhalin pink salmon // Rybnoe hozyajstvo. № 12. P. 15–17. (In Russ.)
- Smirnov A.I. 1975. Biology, reproduction and development of Pacific salmon. Moscow: MSU Publish. 334 s. (In Russ.)
- Khorevin L.D. 1994. Implication of salmon hatchery culture in maintenance of their stocks in the Sakhalin Region // Systematics, biology and biotechnics of salmon breeding. // Proceedings of the Vth All-Russian Conf. St. Petersburg: GosNIRKh. P. 204–205. (In Russ.)
- Shevlyakov E.A., Feldman M.G., Ostrovsky V.I., Volobuev V.V., Kaev A.M., Golub E.V., Barabanshchikov E.I., Golovanov I.S. 2019. Limits and operational evaluation of the spawners escapement to the spawning grounds as tools for prospective and short-term management of the Pacific salmon stocks in the rivers of the far-eastern fisheries basin. // Izvestiya TINRO. V. 196. № 1. P. 23–62. (In Russ.) DOI: 10.26428/1606–9919–2019–196–23–62
- Beacham T.D., Withler R.E., Murray C.B. Barner L.W. 1988 Variation in Body Size, Morphology, Egg Size, and Biochemical Genetics of Pink Salmon in British Columbia // Transactions of the American Fisheries Society. V. 117. Is. 2. P. 109–126. DOI: 10.1577/1548–8659(1988)117<0109:VIBSME>2.3.CO;2
- Bell M.C. 1990. Fisheries handbook of engineering requirements and biological criteria. U.S. Army Corps of Engineers, North Pacific Division, Portland, Oregon. 290 p.
- Morita K. 2021. Reverse migration of adult pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) to the sea after their return to fresh water // Environ Biol Fish. 105(12). P. 1825–1832. DOI 10.1007/s10641–021–01139-y
- Murray C.B., McPhail J.D. 1988. Effect of incubation temperature on the development of five species of Pacific salmon (*Oncorhynchus*) embryos and alevins // Can. J. Zool. V. 66. P. 266–273. DOI: 10.1139/z88–038.
- Smoker W.W., Gharrett A.J., Stekoll M.S. 1998. Genetic Variation of Return Date in a Population of Pink Salmon: A Consequence of Fluctuating Environment and Dispersive Selection? // Alaska Fishery Research Bulletin. V. 5(1). P. 46–54.

Поступила в редакцию 09.12.2022 г.

Принята после рецензии 14.04.2023 г.