



Водные биологические ресурсы

К совершенствованию регулирования промысла горбуши (на примере Сахалино-Курильского региона)

А.М. Каев¹, В.Г. Самарский¹, М.К. Глубоковский²

¹ Сахалинский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («СакhНИРО»), ул. Комсомольская, 196, Южно-Сахалинск, 693023

² Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Окружной проезд, 19, Москва, 105187
E-mail: kaev@outlook.com

Цель работы: оценить современное состояние регулирования промысла горбуши и определить пути совершенствования научного сопровождения горбушевой путины для обеспечения рационального использования запасов.

Используемые методы: анализ ретроспективных данных и методов, используемых для оценки состояния запасов горбуши и разработки рекомендаций по их использованию.

Результаты: за последнее 10-летие расхождения между ожидаемыми и фактическими возвратами горбуши, в частности, на восточное побережье Сахалина в среднем превысили двукратный уровень. Несоответствия связаны как с наличием многих неопределённостей при разработке прогнозов, так и с репрезентативностью используемых данных. Неверные оценки ложатся в основу представляемых ежегодных Стратегий ведения промысла, что негативно сказывается на разработке мероприятий по оперативному управлению промыслом. На примере возвратов горбуши в 2021–2022 гг. показано, что точность прогнозирования могла быть выше при использовании стандартизированных первичных данных, для чего необходимо восстановление соответствующей базы, поддержка которой была прервана в 2015 году. Предлагается также акцентировать внимание на усилении оперативного прогнозирования как основы для разработки мер по управлению промыслом.

Практическая значимость: восстановление первичной базы данных и возврат к ранее хорошо зарекомендовавшим себя методам управления промыслом должны повысить эффективность научного сопровождения горбушевой путины в регионе.

Ключевые слова: горбуша *Oncorhynchus gorbuscha*, Сахалино-Курильский регион, прогнозирование, управление промыслом.

On the Improvement of Pink Salmon Fishery Management (on the Sakhalin-Kuril Region as an example)

Aleksandr M. Kaev¹, Vladimir G. Samarsky¹, Mikhail K. Glubokovsky²

¹ Sakhalin branch of VNIRO («SakhNIRO»), 196, Komsomolskaya, Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russia

² Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography («VNIRO»), 19, Okruzhnoy proezd, Moscow, 105187, Russia

Purpose: Assess the current state of the pink salmon fishery management and determine ways to improve the scientific support of the pink salmon fishing to ensure the rational usage of its stocks.

Methods used: Analysis of historical data and methods used to assess the state of pink salmon stocks and develop recommendations for their usage.

Results: Over the past decade, discrepancies between expected and actual returns of pink salmon, to the eastern coast of Sakhalin in particular, have averaged more than double. Those inconsistencies are associated both with many uncertainties in the development of forecasts and with the representativeness of the data used. Wrong estimates form the basis of the submitted fishing strategies, which negatively affects operational fishing management. Using the returns of pink salmon in 2021–2022 as an example, it is shown that the accuracy of forecasting could be higher when using standardized primary data, for which it is necessary to restore the corresponding database, the support of which was interrupted in 2015. It is also proposed to focus on strengthening operational forecasting as a basis for the development of fishery management measures.

Practical significance: Restoration of the primary database and return to previously well-established methods of fishery management should increase the effectiveness of scientific part in pink salmon fishery of the region.

Keywords: Pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, Sakhalin-Kuril Region, forecasting, fishery management.

ВВЕДЕНИЕ

Горбуша *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum, 1792) – важнейший объект лососёвого промысла как на Дальнем Востоке России, так и на о. Сахалин и юж-

ных Курильских островах. В 2001–2014 гг. её среднегодовой вылов в Сахалино-Курильском регионе составлял 123,3 тыс. т или 83% общей добычи лососей. В последующие 2015–2022 гг. в связи с наступившей

депрессией запасов этого вида и на фоне развития крупномасштабного заводского разведения кеты доля горбуши в уловах заметно сократилась, но, тем не менее, осталась на доминантном уровне (48,3 тыс. тонн или 55%). Уловы горбуши в регионе сильно разнятся по годам. С одной стороны, это связано с уровнем воспроизводства двух репродуктивно изолированных генеративных линий чётных и нечётных лет. С другой стороны, для короткоцикловых рыб, к которым относится и горбуша, характерна высокая изменчивость численности в череде поколений внутри каждой из генеративных линий. Поэтому успех горбушевой путины зависит, в том числе, и от заблаговременной подготовки рыбохозяйственного комплекса к развитию той или иной ситуации на промысле, то есть от прогнозного обеспечения и тактики регулирования промысла.

Цель данной работы – оценить современное состояние прогнозирования подходов и регулирования промысла горбуши и на этой основе определить пути совершенствования научного сопровождения промысла для обеспечения рационального использования запасов горбуши.

МАТЕРИАЛЫ, ИХ АНАЛИЗ И ОБСУЖДЕНИЕ

Регулирование промысла горбуши на Дальнем Востоке России имеет многолетнюю научную историю: многие десятилетия рыбохозяйственные НИИ ведут ежегодный береговой и морской мониторинг динамики запасов горбуши на фоне меняющихся условий среды её обитания. Современная методика этих исследований подробно описана в «Руководстве...» [Глубоковский и др., 2017]. Действующая нормативная правовая база предполагает, что до конца января года путины будет установлена и утверждена Федеральным агентством по рыболовству величина прогнозируемого вылова всех видов тихоокеанских лососей (в том числе горбуши) во всех районах российского промысла.

Далее, рыбохозяйственной наукой разрабатываются ежегодные региональные (отдельно для каждого субъекта Российской Федерации) Стратегии промысла лососей в качестве ориентиров для промышленности и региональных Комиссий. Региональные Комиссии по регулированию промысла анадромных рыб, в соответствии с законодательством, уполномочены оперативно регулировать ход лососёвой путины. Стратегии, после широкого обсуждения заинтересованными рыбопромышленными организациями и государственными органами исполнительной власти, не позже апреля года путины утверждаются Дальневосточным бассейновым научно-промысловым советом. Далее,

в течение всей лососёвой путины, Комиссия в рамках своих полномочий, в тесном взаимодействии с рыбохозяйственной наукой и территориальными Управлениями Федерального агентства по рыболовству, принимает меры по оперативному регулированию промысла, в том числе имеет возможность корректировать прогнозируемый вылов лососей в сторону увеличения. В результате лососёвой путины ежегодно накапливается значительный массив данных по динамике запасов горбуши и изменениям среды её обитания, а также по управленческим решениям, принятым в ходе горбушевой путины. Анализ именно этого массива сведений в 21 веке использован нами для подготовки данной статьи.

Прогнозирование вероятной численности подходов лососей к местам промысла исходно основано на концепции «локального стада», согласно которой лососи после нагула в морских водах в своей основной массе возвращаются на нерест в «родные» реки [Ricker, 1972; Алтухов, 1974; Коновалов, 1980; Кляшторин, 1989]. В то же время в соответствии с гипотезой «флуктуирующего стада горбуши» у этого вида возможны масштабные перераспределения нерестовых потоков рыб между районами воспроизводства разных стад [Глубоковский, Животовский, 1986; Глубоковский, 1995; Зеленина и др., 2022]. Однако такие явления, хотя и имеют место, но, видимо, сравнительно редки [Каев, Животовский, 2017]. Природа такого рода «сбоев» в выборе реки или группы рек для воспроизводства горбуши достоверно не выяснена, поэтому прогнозирование возврата традиционно строится на концепции «локального стада», предполагающего, что хоминг этого вида обеспечивает возврат подавляющего большинства производителей в систему рек в районе воспроизводства того или иного локального стада [Гриценко, 1990; Иванков, 1993].

Традиционная система прогнозирования

Оценка величины предстоящего возврата горбуши традиционно осуществляется в «СахНИРО» на основе данных по заполнению нерестилищ производителями, выживаемости их потомства на эмбриональном и личиночном периодах развития, общей численности скатившейся из рек молоди и предполагаемой выживаемости горбуши в течение морского периода жизни. В последние годы учёты покотников горбуши ведутся в 9 реках на восточном побережье Сахалина и в двух реках на о. Итуруп, охватывая тем самым основные районы воспроизводства этого вида в Сахалино-Курильском регионе.

Результаты учёта в контрольных водоёмах экстраполируются на другие реки конкретного района че-

рез суммарную численность заходов производителей в них и индекс ската, за который принято соотношение между числом производителей в контрольных реках и числом покатников, скатившихся от их нереста [Каев, Irvine, 2016]. Вероятная численность пополнения рассчитывается на основе коэффициента возврата, отражающего соотношение между численностью взрослых рыб в возврате и суммарной величиной ската из рек района молоди дикого и заводского (основываясь на статистике выпуска с лососевых рыбо-разводных заводов) происхождения. Таким образом, индекс ската характеризует выживаемость отдельных поколений горбуши на пресноводном этапе воспроизводства, а коэффициент возврата – выживаемость в течение морского периода жизни.

Ранее для расчёта прогнозируемого возврата горбуши использовали среднее значение коэффициента возврата для пяти последних поколений конкретной линии воспроизводства. Позже, учитывая высокую изменчивость выживаемости рыб разных поколений в течение морского периода жизни (даже между родительским и дочерним поколениями), прогнозный коэффициент возврата начали корректировать путём использования разных комбинаций его предыдущих значений в конкретной линии. При этом также учитывали ожидаемые тенденции изменения данного показателя. Далее, из общей численности прогнозируемого возврата горбуши вычитали количество рыб, необходимое для обеспечения естественного воспроизводства в реках, а по оставшейся части возврата рассчитывали биомассу прогнозируемого вылова.

Учётные работы в морской период жизни

Однако изложенный подход не гарантирует от появления больших расхождений между ожидаемыми и фактическими уловами. За ожидаемый вылов в последующем анализе мы принимали величину изначально разработанного прогноза, а не скорректированный позже уже в период путины на основе других вновь появившихся данных. К примеру, первоначальный прогноз «СахНИРО» на 2009 год предусматривал возврат к южной части восточного побережья Сахалина 62,2 млн экз. горбуши, однако на Лососёвом совете (16–17 декабря 2008 г.) он был уменьшен до 38,6 млн рыб, исходя из малой численности сеголеток, учтённых в процессе траловой съёмки в Охотском море. Фактический возврат в этом году составил 108,2 млн рыб [Каев, 2011]. Другой пример: корректировка прогнозируемого вылова горбуши на восточном побережье Сахалина в 2022 г. на основе тралового учёта сеголеток в Охотском море и последующей генетической дифференциации по районам их происхождения с 28,4 до 52,0 тыс. т совпала с ростом запаса рыб этой группировки (фактический вылов составил 37,8 тыс. т). В этот же год корректировка прогноза подходов горбуши на западном побережье Камчатки на основе данных морской съёмки с 44,2 до 57,4 тыс. т не оправдала себя, приведя к обратному эффекту (было выловлено всего около 28 тыс. т горбуши).

По изложенной выше методике мы сопоставили величины прогнозируемых и фактических уловов горбуши за последние 10 лет на восточном побережье Сахалина, где запас этого вида наиболее значителен (рис. 1). В четырёх случаях расхождения между

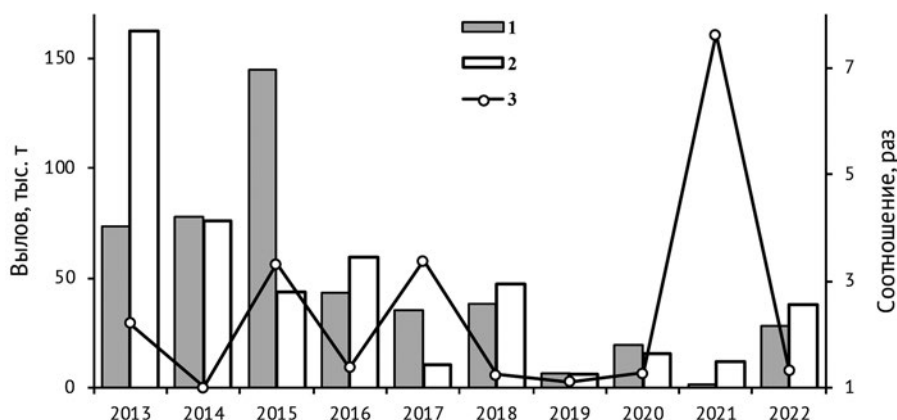


Рис. 1. Прогнозируемый и фактический вылов горбуши на восточном побережье о. Сахалин в 2013–2022 гг., расхождение между которыми представлено в виде отношения большей величины к меньшей в соответствующих парах: 1 – прогноз, 2 – вылов, 3 – соотношение

Fig. 1. The forecasted and actual catches of pink salmon on the eastern coast of Sakhalin Island in 2013–2022, the difference between which is presented as the ratio of the larger value to the smaller one in the corresponding pairs: 1 – forecast, 2 – catch, 3 – ratio

прогнозом и фактом превысили двукратный уровень. Возникает резонный вопрос, не являются ли такие большие ошибки прогнозов следствием использования несовершенного метода традиционного прогнозирования промысловых подходов горбуши, применявшегося уже несколько десятилетий, лишь с небольшими модификациями и в текущем веке. Заметим, что после провальных горбушевых путин, случившихся на Сахалине и Камчатке в 1980-е гг., на государственном уровне были приняты решения о совершенствовании прогнозирования путём интенсификации лососёвых исследований, в частности, морского периода жизни. Неизвестные в те времена условия нагула горбуши в морских водах, в силу слабой изученности данного периода жизни, зачастую принимались в качестве объективных причин для объяснения критических ошибок прогнозирования подходов. Исследования морского периода жизни лососей в настоящее время проводятся, а их результаты, по сути дела, начали конкурировать с традиционными прогнозными оценками промысловых подходов горбуши.

Математическое моделирование

Переход в «СахНИРО» к математическому моделированию при разработке прогнозов в 2010-е гг. на основе ансамбля из шести различных методов расчёта, отражающих динамику внутривидовых характеристик горбуши [Михеев, Ковтун, 2013] не привёл к заметному улучшению прогнозов. Более того, традиционные прогнозы, разработанные на основе унифицированных к тому времени для всех лет наблюдений по заходам производителей горбуши в реки, индексам ската молоди и корректируемых значений коэффициентов возврата, оказались точнее, чем на основе такого моделирования [Каев, 2017]. Попытки наладить учёт молоди горбуши в прибрежных водах Восточного Сахалина не дали положительных результатов вследствие быстрой её откочёвки в открытые морские воды [Шубин и др., 2007]. В то время как в прибрежных водах Камчатки молодь горбуши нагуливается сравнительно долго [Карпенко и др., 2013]. В Камчатском филиале ВНИРО разработка прогноза основана на математических моделях, включающих анализ в паре «запас – пополнение», данных по учётам численности покатников в реках и молоди в прибрежных морских водах, а также выживаемости поколений, исходя из совокупности ряда факторов (плотностных и климатических индексов), действующих в критические этапы формирования численности поколений горбуши. Несмотря на математическое совершенство такого подхода (многоступенчатое моделирование), качество прогнозов по

сахалинским и камчатским стадам горбуши оказалось практически идентичным (табл. 1). Зафиксированные по одному масштабному отклонению между ожидаемым и фактическим выловом горбуши на Западной Камчатке и Восточном Сахалине были в обоих случаях связаны с резким увеличением подходов горбуши при ожидавшемся сохранении депрессии запаса. Примерно одинаковая величина ошибок этих прогнозов указывает, что в динамике стада горбуши существуют ещё много неопределённостей, приводящих к масштабным провалам при прогнозной оценке состояния её запасов. Обращаем внимание на это важное, на наш взгляд, обстоятельство для совершенствования подходов к математическому моделированию прогнозируемого вылова горбуши.

Таблица 1. Кратность между прогнозируемым и фактическим выловом горбуши в районах с наибольшей её численностью на Дальнем Востоке России

Table 1. Multiplicity between the predicted and actual catches of pink salmon in areas with the highest abundance in the Far East of Russia

Район	Кратность	
	Средняя	Пределы
Восточный Сахалин	2,39	1,02–7,63
Западная Камчатка	2,75	1,18–9,35
Восточная Камчатка	1,86	1,18–4,40

Учёт климатических и гидрологических факторов

В последние годы чуть ли не приоритетным становится использование для прогнозирования величины промысловых подходов лососей целого ряда различных климатических и гидрологических показателей, а также индексов атмосферной циркуляции [Бугаев, Тепнин, 2015; Котенёв и др., 2015; Бугаев и др., 2018; Кровнин и др., 2021]. Действительно, нельзя не отметить хорошее совпадение трендов глобальных климатических индексов и численности рыб, выполненных на основе скользящих средних по 10 и более смежным годам. Эти подходы, видимо, вполне пригодны для долгосрочных оценок состояния сырьевой базы горбуши. Однако конкретный механизм воздействия климата на формирование численности отдельных поколений рыб зачастую остаётся неясным. Без понимания этих процессов формальные прогностические подходы остаются оторванными от причинно-следственных связей объекта со средой его обитания. А такие связи не только многообразны [Коновалов, 1985], но и весьма изменчивы. Их вариабельность

обуславливает неодинаковую цикличность в динамике численности разных популяций и видов, живущих в одних и тех же экосистемах [Шунтов, 2000; Шунтов, Темных, 2011]. Кроме того, на фоне использования многочисленных индексов, характеризующих состояние атмосферы и земной-водной поверхности планеты, известны проблемы горизонта предсказуемости самих климатических и погодных условий, особенно локальных [Максимчук, 2015]. Это изначально не позволяет учесть в прогнозе возможные изменения условий нагула горбуши отдельных локальных стад. Тем более что многие факторы, так или иначе влияющие на выживаемость горбуши, носят нелинейный характер воздействия. Поэтому разброс реальных значений от линий тренда настолько велик, что в некоторых парах их значения становились диаметрально противоположными при анализе изменений численности и некоторых климатических индексов на примере некоторых локальных стад горбуши в Сахалино-Курильском регионе [Каев, 2012]. Прогнозы, основанные на таких связях, зачастую оказываются несостоятельными, так как наряду с глобальными факторами, на условия обитания и выживания, не меньшее или даже большее влияние (особенно в периоды эмбриогенеза и раннего онтогенеза) оказывают провинциальные условия, развитие которых может не соответствовать глобальным событиям [Шунтов и др., 2019].

С важностью влияния провинциальных условий вполне согласуется идея о существенной роли случайных (редких, необычных) факторов в динамике численности рыб [Каев, 1989; Криксунов, 1995], которые обусловили в последние годы переход горбуши в депрессивное состояние на Сахалине и южных Курильских островах. Это произошло вследствие размыва грунта нерестилищ при мощных паводках и создания стрессовых смертельных ситуаций для только что скатившейся из рек молоди при сильных штормах [Каев, 2018].

В то же время рекордному увеличению численности горбуши в зал. Анива на восточном побережье Сахалина в 2006 г. нет приемлемых объяснений. Предполагать по сложившейся традиции улучшение условий нагула рыб этого поколения в морских водах нелепо, учитывая отсутствие такого же эффекта для группировок горбуши, воспроизводящихся в соседних районах. Об очень высокой численности данного поколения свидетельствовали уже морские траловые уловы молоди в этом заливе [Shubin et al., 2007]. Заметим, что в районах больших скоплений животных или их интенсивных миграционных потоков происходит, как правило, увеличение концентрации хищников. Учитывая, что скат молоди горбуши из рек анив-

ского побережья в 2005 г. был на уровне среднестатистического значения, не исключено, что огромное количество молоди в заливе стало следствием сбоя в синхронизации сроков её нагула и подходов хищных рыб [Каев, 2007].

Рыбохозяйственное районирование

При разработке прогнозов и оценке их реализации существует такая проблема как рыбохозяйственное районирование и выделение районов воспроизводства лососей с точки зрения наличия эко-географических единиц их запаса [Животовский, 2022]. Почти полное совпадение ожидаемого и фактического вылова горбуши на восточном побережье Сахалина в 2014 г. (см. рис. 1) с этих позиций выглядит не столь оптимистично. По результатам экологических и морфологических исследований, как было отмечено выше, установлено наличие в Сахалино-Курильском регионе локальных стад горбуши [Воловик, 1967; Иванков, 1967]. Результаты последующих исследований позволили сформулировать положение о локальном стаде для лососей с коротким пресноводным периодом жизни, в соответствии с которым горбуша, размножающаяся в реках того или иного района, образует самостоятельную популяционную систему (локальное стадо), состоящую из группировок (популяций) рыб отдельных рек. Эти группировки сходны между собой по основным биологическим характеристикам и типу динамики стада и отличаются от таких группировок из других районов [Иванков, 1993, 2011]. Наличие между этими районами на Сахалине выступающих мысов, на которых нет рек для нереста горбуши, или широких проливов между островами способствует географической обособленности данных локальных стад [Гриценко, 1990]. Применительно к восточному побережью Сахалина выделяют 4 крупных локальных стада горбуши, нерестящихся в реках, впадающих в заливы Анива и Терпения и в Охотское море с юго-восточного и северо-восточного побережья острова (рис. 2). При анализе данных по горбуше Юго-Восточного Сахалина северный участок этого побережья (выше пунктирной линии на рис. 2), вследствие отсутствия регулярно собираемых данных был условно принят за «западное побережье» зал. Терпения, то есть, отнесён к району со слабой обеспеченностью данными, характеризующими воспроизводство этого вида. В 2014 г. на северо-восточном побережье ожидаемый и фактический вылов горбуши составил соответственно 18,8 и 6,2 тыс. тонн, в зал. Терпения — 26,2 и 9,7 тыс. тонн, на юго-восточном побережье — 20,7 и 41,9 тыс. т, в зал. Анива — 11,9 и 18,5 тыс. тонн. Таким образом, в целом при формально оправдан-

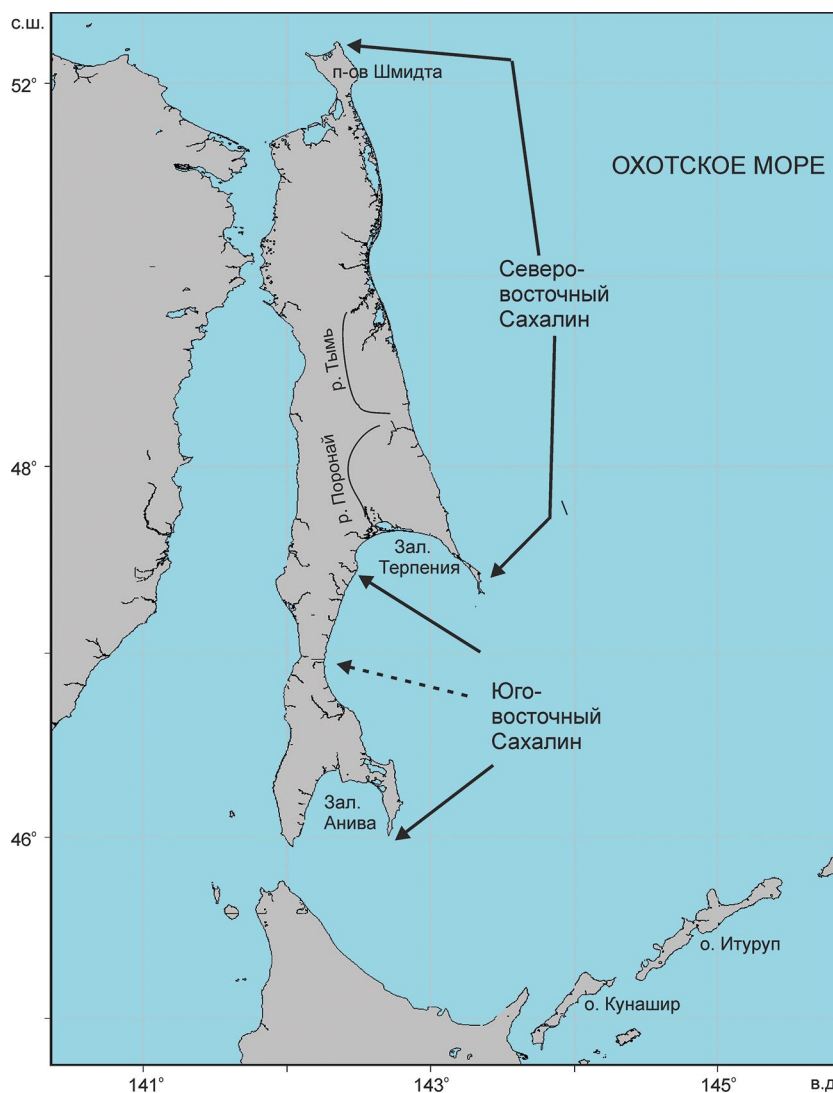


Рис. 2. Районы нереста основных единиц запаса горбуши на Восточном Сахалине и южных Курильских островах

Fig. 2. Spawning areas of the main pink salmon stock units in East Sakhalin and the southern Kuril Islands

шемся прогнозе на Восточном Сахалине, в его северной части уловы горбуши были существенно ниже, а в южной части – выше, чем ожидавшиеся. Мы полагаем, что границы рыбохозяйственных зон и подзон не совпадают с природными границами популяций горбуши и, соответственно использовать такие рыбохозяйственные районы как единицы запасов при прогнозировании промысловых подходов горбуши контрпродуктивно.

Первичные данные для прогнозирования

Наряду с недостаточным охватом всего довольно обширного спектра природных факторов, влияющих на становление численности поколений горбуши [Коновалов, 1985], существуют и субъективные ошибки, связанные с точностью используемых для прогнозирования исходных данных. Какими бы ни были мето-

ды расчёта численности будущего возврата горбуши, в основу их должны закладываться значения показателей, полученные на основе стандартных методов. Ведь хорошо известно, что ключевой проблемой прогнозов является точность первичных данных. Понятно, что и такие данные не гарантируют точность прогнозных оценок (для этого достаточно много разных причин), но они дают основу для понимания ошибок и возможных путей их устранения в будущих расчётах. В этой связи с началом нынешнего века по отдельным единицам запаса горбуши начали создавать стандартизированные схемы сбора и расчёта биологических показателей рыб в возвратах, их численности в уловах и в заходах в реки, начав с юго-восточного побережья Сахалина и зал. Анива [Каев и др., 2004], а также численности покатной молоди [Каев, 2010]. Проблема в том, что с 2015 г. поддержка стан-

дартизированных баз данных фактически прекратилась. Судя по данным, использованным при разработке прогнозов возврата горбуши в последние годы, расчёты численности взрослых рыб и покатной молоди зачастую ошибочны, несмотря на декларирование принятых методических подходов. Более того, представление «странных» данных и сделанных на их основе заключений появилось и в публикациях [Каев, 2019, 2020]. Приведём наиболее яркие примеры таких ошибок при разработке прогнозов за последние три года.

На сахалинское побережье Татарского пролива в 2020 году ожидался возврат 3,536 млн рыб, что обеспечивало, с учётом пропуска в реки 2,500 млн производителей, вылов в объёме 1140 т. Однако при ознакомлении с исходными данными прогноза стало ясно, что такая оценка весьма оптимистична, поскольку в расчётах была ошибочно использована величина захода производителей в реки в 2018 г. (1,68 млн экз.), в 7 раз превышавшая его реальную величину (0,236 млн экз., по: Каев, Ромасенко, 2023). Продолжительное время после начала промысла отсутствие уловов объясняли сначала задержкой подходов горбуши, а затем погодными условиями, препятствующими подходу горбуши в зону промысла. Промысел горбуши при этом не останавливали в ожидании её подходов, так как в этом районе осуществляется прилов горбуши, происходящей из других районов воспроизводства [Ivanova, 2000]. В итоге вылов составил всего 251 т, а в реки зашло лишь 0,35 млн производителей горбуши.

На восточном побережье Сахалина в 2021 г. при прогнозе 1644 т было выловлено 12202 т горбуши, а в 2022 г., соответственно, 28370 и 37804 т. Полагая, что при оценке оправдываемости прогноза промысловых подходов горбуши правильнее сравнивать не биомассу вылова, а ожидаемый и фактический возврат (численность выловленных рыб плюс заход производителей в реки). В этом случае разница не столь велика, в 2021 г. – 11,67 и 18,86 млн рыб, а в 2022 г. – 36,91 и 39,52 млн рыб, соответственно. Тем не менее, остаются достаточно большие различия по отдельным единицам запаса (табл. 2). Во всех районах Восточного Сахалина и о. Итуруп оценки предстоящего возврата горбуши в 2021 г. оказались существенно заниженными, за исключением юго-восточного побережья Сахалина, возврат горбуши к которому рассчитывался от вдвое завышенного количества производителей в сравнении с его оценкой по принятой ранее методике [Каев и др., 2004]. Прогноз возврата горбуши в 2022 г. на северо-восточное побережье Сахалина, напротив, оказался чрезмерно завышенным, в то

время как на южные районы этого побережья и на о. Итуруп, заниженным. Примечательно, что данные по численности производителей на нерестилищах и последующему скату молоди, полученные на основе действительного применения принятых ранее методик, в большей мере соответствуют величинам возврата горбуши в разные районы в 2021 и 2022 гг. Эти сопоставления позволяют заключить, что адекватные первичные данные служат необходимым (хотя и не всегда достаточным) условием успешной реализации прогнозов промысловых подходов горбуши. В преддверии предстоящей путины обращает на себя внимание существенное расхождение по всем районам оценок численности покатной молоди (см. табл. 2).

Регулирование промысла

С началом горбушевой путины оценки, отмеченные выше и заложенные в основу принятых Стратегий промысла, какое-то время оказывали влияние на принимаемые решения по его регулированию. К примеру, в 2021 г. только по Восточному Сахалину четырёхжды увеличивали объём рекомендуемого вылова. Представленное в итоге как достижение научного сопровождения промысла рекордное количество проведённых корректировок величин возможного вылова и заседаний Комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб в Сахалинской области (далее «Комиссия») по режимам ведения лова правильнее рассматривать как результат ошибок в интерпретации первичных данных и процессов, протекающих в миграционном потоке горбуши. К примеру, 19 августа 2021 г. (протокол № 35 заседания Комиссии) принимается решение о введении на одном из немногочисленных рыболовных участков на западном побережье зал. Терпения, где был разрешён промысел, двух проходных дней в неделю для обеспечения пропуска производителей в реки. В этот же день в р. Пугачевка происходит замор из-за больших заходов горбуши и уже на следующий день Комиссия (протокол № 36 от 20.08.2021) не только отменяет это ограничение, но вводит ещё дополнительные места добычи ставными неводами для увеличения интенсивности промысла. Заполнение нерестилищ в некоторых реках южной части восточного побережья Сахалина тогда вдвое и более превысило предельные оптимальные нормы и привело к возникновению заморов в реках Пугачевка и Чёрная. Следствием таких ошибок являются также заметные промысловые потери.

На примере рек Камчатского края показано, что при скоплениях производителей горбуши на нерестилищах свыше 2 экз./м² происходит уже сплошное

Таблица 2. Исходные данные по заходу производителей в реки и последующему скату молоди, использованные при разработке прогнозов (П) и рассчитанные стандартными методами (С) для горбуши северо-восточного (СВ) и юго-восточного (ЮВ) побережья о. Сахалин, заливов Терпения (ЗТ, западное побережье) и Анива (ЗА), о. Итуруп (ОИ), а также ожидаемая и фактическая численность рыб в подходах в эти районы в 2021–2023 гг.

Table 2. Initial data on the number of spawners in the rivers and the subsequent migration of juveniles used in the development of forecasts (П) and calculated by standard methods (С) for pink salmon on the northeastern (СВ) and southeastern (ЮВ) coasts of Sakhalin Island, Terpeniya Bays (ЗТ, western coast) and Aniva (ЗА), Iturup Island (ОИ), as well as the expected and actual number of fish in approaches to these areas in 2021–2023

Район	Заход, тыс. рыб		Скат, млн экз.		Возврат, тыс. рыб	
	П	С	П	С	Прогноз	Факт
Для поколения возврата в 2021 г.						
СВ	431	818	42,4	70,6*	3920	8521
ЗТ	1004	1235	30,1	57,0	1163	3156
ЮВ	2352	1244	176,4	189,3	5680	5019
ЗА	475	447	9,3	40,4	753	1243
ОИ	1170	1258	118,8	292,3	4900	10415
Для поколения возврата в 2022 г.						
СВ	4660	2383	144,5	93,2	24000	11592
ЗТ	1153	1154	60,0	49,7	2997	6543
ЮВ	1038	1931	131,8	197,7	6288	16422
ЗА	1557	1502	67,0	71,5	2760	4203
ОИ	1588	1271	201,0	223,5	12300	18836
Для поколения возврата в 2023 г.						
СВ	5000	3109	211,3	402,3	16591**	--
ЗТ	1560	2159	59,3	116,7	1429**	--
ЮВ	2942	2865	100,0	121,9	2836**	--
ЗА	720	763	11,2	25,5	2918**	--
ОИ	770	1537	68,5	344,8	9448**	--

* Не менее чем двукратно заниженная величина вследствие использования некорректных данных учёта покотников в р. М. Хузи.

** Вариант прогноза, представленный 23 января 2023 г.

перекапывание всех имеющихся нерестовых гнёзд. Причём, переполнение нерестилищ горбуши увеличивало популяционную смертность не только за счёт перекапывания бугров, но и в результате массовой преднерестовой гибели производителей и откладки икры за границами пригодных нерестилищ [Есин и др., 2012]. Поэтому наиболее вероятно, что переполнение нерестилищ в реках южной части Сахалина в 2021 г. стало основной причиной снижения эффективности воспроизводства данного поколения горбуши, так как во время нереста и после него не было отмечено значимых осадков для возникновения мощных паводков, размывающих грунт нерестилищ. Индекс ската молоди в контрольных реках Вознесенка и Очепуха в 2022 г. (соответственно 44,7 и 29,4 экз.) снизился в сравнении с таковым от нереста предыдущего циклического поколения (соответственно 361,2 и 121,7 экз.). Таким образом, переполнение наиболее продуктивных коротких рек Сахалина из-за ошибок регулирования промысла не позволяет решить основ-

ную цель рационального природопользования – достичь максимально возможных уловов путём регулирования, обеспечивающего пропуск в реки производителей в объёмах, необходимых для оптимального заполнения нерестилищ и выполнения программ заводского воспроизводства данной группы рыб. Это особенно тревожно, поскольку, начиная с 2021 г., наметилась тенденция на восстановление численности горбуши Сахалино-Курильского региона после депрессивного состояния ряда её поколений нечётных лет нереста.

В 2022 г. стратегия промысла ориентировала на урожайные подходы горбуши к северо-восточному побережью Сахалина и, тем не менее, вновь указывала на необходимость введения жёстких ограничений в южной части острова. По альтернативной точке зрения, высказанной А.М. Каевым в январе 2022 г. в ходе проведения НКС ВНИРО по лососям, в северной части острова Сахалин, вследствие пагубного влияния паводков на воспроизводство горбуши, её уловы бу-

дуг невелики, а основные её подходы, существенно превышающие прогнозные ожидания, ожидаются на южной части восточного побережья, что впоследствии и произошло. Лишь только западное побережье зал. Терпения (Макаровский административный район), на первый взгляд, не соответствовал этой альтернативной точке зрения, так как более чем двукратное увеличение возврата выглядит диссонансом по отношению к меньшему числу покатной молодежи, рассчитанному стандартным методом (см. табл. 2).

Объяснение такого несоответствия, по нашему мнению, заключается в том, что молодежь, вопреки прогнозным расчётам, скатилась в основном из рек только южной части этого района, не затронутых осенними паводками. Поэтому не удивительно, что 98,7% горбуши от её суммарного вылова в данном районе пришлось на его южную часть, чему способствовало также сконцентрированное здесь заводское воспроизводство горбуши.

По южной части восточного побережья Сахалина приходится вновь констатировать допущенный в 2022 году, как и в предыдущем, излишний пропуск горбуши в реки с появлением крупных (р. Пугачёвка) и мелких заморов как следствие неотменённых вовремя ограничений на её промысел. Ситуация усложняется наличием у горбуши темпоральных форм, в то время как учтённый нерестовый фонд считают единым для всех сезонных групп горбуши. Фактически учёт зашедших производителей ранней темпоральной формы не производится и решения по регулированию промысла принимаются на основе учёта численности только производителей поздней формы.

Представленный прогноз возврата горбуши в 2023 году указывает, к сожалению, на существенную недооценку численности её подходов по всем районам Сахалино-Курильского региона, судя по значительно большей численности покатников, рассчитанной стандартными методами (см. табл. 2).

Предложения по совершенствованию регулирования промысла

Примерно одинаковый уровень ошибок при использовании разных моделей математического прогнозирования (Восточный Сахалин, Восточная и Западная Камчатка) показывает, что необходима ревизия таких оценок с годовой заблаговременностью, так как даже самые совершенные математические модели не являются панацеей при наличии как объёмного «чёрного ящика» пока неустановленных нами процессов, так и неточных первичных данных.

Известно, что формально, в соответствии с нормативной правовой базой, для старта путины необходи-

ма прогнозная цифра величины возможного вылова горбуши. Однако эта величина не должна, как иногда случается, рассматриваться наукой и Комиссией как истина в последней инстанции, но приниматься лишь как прогнозный ориентир. Для целей организации промысла горбуши успешным следует считать прогноз, правильно показавший тенденцию изменения численности в сравнении с родительским поколением (меньше, на уровне, больше), что вполне достаточно для подготовки к путине разного рода рыбохозяйственных структур. Необходимо отдать должное, что деятельность Штабов путины (до 2007 г.) или современной Комиссии вполне способна отрегулировать, хотя и с определёнными потерями, даже многократно заниженные прогнозы, как это было, к примеру, в зал. Анива в 2006 г. и на северо-восточном побережье Сахалина в 2021 г.

Ежегодная проблема регулирования промысла горбуши в Сахалино-Курильском регионе, на наш взгляд, состоит в том, что разрабатываемая до начала путины Стратегия промысла основана не только на неопределённых, присущих любому прогнозу, но и на ошибках или неточностях используемых первичных данных. Не менее важно, что продолжает сказываться стереотип действий в неурожайные годы горбуши в Сахалино-Курильском регионе, когда начало промышленного лова начинается лишь после достижения определённого уровня захода производителей в реки. Это чревато негативными последствиями для южной части Сахалина и южных Курильских островов, где нерестилища в коротких и высокопродуктивных реках могут оптимально заполниться производителями горбуши в течение всего лишь нескольких суток. Более того, как отмечено выше, из контроля практически полностью исключается ранняя форма горбуши, представители которой мигрируют на нерестилища в верховьях рек, а решения по срокам начала промысла вырабатываются фактически только на основе данных по заходам производителей поздней темпоральной формы.

Вести регулирование промысла только по данным изучения рыб в реках (численность и биологические показатели) не оправдано. Ведь рыбы, заходящие в реки, в зоне промысла ставными неводами находились примерно пятью днями ранее [Каев и др., 2004], что очень существенно в условиях быстро развивающейся путины. А ведь ещё требуется время на анализ ситуации, доведения его результатов до Комиссии и реализации её решений. Такая задержка и стала причиной чрезмерно больших заходов и частичных заморов горбуши в реках Сахалина в 2021 и 2022 годах вследствие стремительно нараставших, вопреки прогнозу, подходов рыб к побережью.

Управление промыслом на основе реагирования на возникающие новые вызовы (массовые непрогнозируемые заходы производителей в реки) не отвечает принципам рационального промысла даже по той причине, что головную часть нерестового потока с преобладанием в ней самцов (эффект протандрии [Morbey, 2000]) мы пропускаем на нерестилища, а только затем начинаем промышленный лов. Учитывая неопределённость, присущую прогнозу любой степени точности, рациональный промысел тихоокеанских лососей, и тем более горбуши, немыслим без его оперативного регулирования в ходе путины, чтобы не допустить недостатка или избытка производителей на нерестилищах. Это в обоих случаях ведёт к снижению уровня воспроизводства горбуши.

Следует также заострить внимание на том, что становление существующих ныне методов регулирования промысла происходило в годы, когда численность одних из крупнейших в охотоморском бассейне сахалинских стад горбуши резко сократилась до уровня глубокой депрессии в результате воздействия на их воспроизводство экстремальных факторов среды [Каев, 2018]. Фактически, мы можем столкнуться с крупными проблемами, так как в настоящее время юридически не реализуема возможность регулирования пропуска производителей в реки с установкой рыбоучётных заграждений (РУЗ) в целом ряде высокопродуктивных водоёмов (в которых нет заводского разведения данного вида) при чрезмерно больших подходах горбуши, как это успешно осуществлялось до 2014 года. Ныне, даже на базовых реках лососёвых рыбоводных заводов, имеющиеся критерии для установки РУЗ, ориентированы на перманентный дефицит заходов производителей. Поэтому в случае урожайных подходов горбуши к рекам южной части Сахалина отсутствие технической и юридической возможности регулирования пропуска производителей на нерестилища может привести к негативным последствиям вплоть до катастрофических. В современной истории есть примеры чрезвычайно больших переполнений нерестилищ производителями горбуши, повлёкших в дальнейшем смену доминант и депрессию запасов этих линий воспроизводства на 10–15 лет [Шевляков и др., 2019; Шевляков, Дедерер, 2022].

В Сахалинской области многие годы, в том числе и в периоды наибольших уловов горбуши, ориентиром служило заполнение нерестовых рек на 100% от оптимума. Однако такое стремление вряд ли следует считать продуктивным. Нерестовая площадь тестируется с определённой погрешностью, кроме этого присутствует погрешность и при количественном учёте производителей, зашедших в реку. В связи с этим

добиваться декларативного заполнения рек на 100% лишено смысла. С учётом таких погрешностей в «Методических рекомендациях по учёту численности тихоокеанских лососей в реках Сахалинской области» [Шевляков и др., 2013] была предложена градация для оценки заполнения нерестилищ: от 0 до 5% – единичное, от 6 до 40% – неудовлетворительное, от 41 до 80% – удовлетворительное, от 81 до 120% – хорошее, выше 121% – избыточное.

Необходимость заполнения на 100% была ранее возведена в абсолют общественными природоохранными организациями. Причём, поводом обращения с их стороны в надзорные органы было даже заполнение нерестилищ на 90% на фоне продолжающегося в море промысла и подходов производителей к рекам. Радикальная идея этих общественных организаций заключалась в том, что промысел можно начинать только после полного заполнения нерестилищ. Причём, эта идея в том или ином виде озвучивается радикальными «зелёными» и в настоящее время в процессе выработки решений Комиссии по регулированию промысла.

Отдельной, но важной проблемой остаётся ситуация с относительно крупными сахалинскими реками Тымь, Поронай, Найба и Лютога, в которых сосредоточено до трети нерестового фонда лососей на Сахалине. В последние десятилетия указанные реки не заполняются производителями горбуши. Причин тому множество и одна из них в том, что горбуша, воспроизводящаяся в указанных водоёмах, имеет самостоятельный популяционный статус [Гриценко, 2002]. Поэтому отсутствие нереста в данных реках не может обеспечить заполнение их нерестилищ за счёт мигрантов из других районов. Иными словами, если из этих рек не скатилась молодь, то ожидать возврат горбуши в них бессмысленно. Однако в расчётах прогнозируемого вылова из общего возврата горбуши вычитается количество рыб, необходимое для заполнения нерестилищ этих крупных рек, так как они были учтены в общем нерестовом фонде региона. При этом очевидно, что «зарезервированная» для нерестилищ этих рек горбуша будет выловлена в других местах. Выход из данной ситуации видится в ежегодном исключении из промысла горбуши рыболовных участков, прилегающих к устьям названных рек, с надеждой на восстановление в будущем численности этих, видимо, самостоятельных популяций. Мы считаем, что необходимо рассматривать горбушу в бассейнах перечисленных выше рек как отдельные единицы прогноза и промысла.

Ранее эффективная система управления промыслом горбуши в большей степени основывалась на

оперативных оценках, что позволило добиться рекордно больших уловов горбуши в первом десятилетии этого века без сколь-нибудь значимого ущерба для воспроизводства даже в условиях массового перекрытия рек РУЗ с отловом излишних производителей для предотвращения возможных заморозов. При разработке оперативных прогнозов подходов горбуши к побережью учитывали результаты её лова дрифтерными сетями в прикурильских водах Тихого океана (южнее $46^{\circ}30'$ с. ш.), тралового учёта рыб, мигрирующих в направлении Охотского моря, динамики уловов ставными неводами и биологических показателей рыб в этих уловах. Сопоставление динамик уловов горбуши дрифтерными сетями в океане и ставными неводами прибрежного промысла (рис. 3) позволяло судить о примерном соотношении в подходах рыб ранней и поздней темпоральных форм.

Наличие темпоральных форм просматривается и по результатам тралового учёта горбуши на траверзе южных Курильских островов. Однако под ними на основании значений гонадо-соматического индекса подразумевают ныне фактически разные географические группировки [Шевляков и др., 2020], не принимая во внимание как сходный профиль склеритограмм первой годовой зоны на чешуе рыб из этих группировок, соответствующий горбуше южной части Сахалина и о. Итуруп [Каев, 2002]. Кроме того, нет объяснений, почему рыбы «северной группировки», заходящие в реки западнокамчатского и магаданского побережья Охотского моря в среднем

раньше, чем «южной группировки» (локальные стада в основном Сахалино-Курильского региона), позже мигрируют к проливам Курильской гряды. Результаты морской траловой съёмки на огромной прикурильской акватории океана в силу того, что облавливаются не нагульное скопление, а нерестовый поток горбуши, не позволяют установить соотношение между её темпоральными формами, мигрирующими в одни и те же районы нереста. В то же время результаты такого учёта позволяют сравнительно точно оценить численность рыб в нерестовом потоке и примерное соотношение в нём представителей разных территориальных группировок – северной и южной, что необходимо для понимания масштабов предстоящей путины в регионах. Уточняющие оценки вероятных подходов горбуши к побережью осуществляются уже на основании анализа промысловой статистики и динамики биологических показателей рыб. В первую очередь, устанавливается момент, когда в подходах горбуши начинают доминировать рыбы поздней темпоральной формы. К примеру, в 2010 г. на юго-восточном побережье Сахалина переход к доминированию поздней формы, судя по замедлению темпа снижения доли самцов в уловах и укрупнения их размеров тела в сравнении с самками (рис. 4), произошёл в конце июля. С этого момента следует рассматривать темп изменения предстоящих уловов в соответствии с динамикой соотношения полов как следствие развития очередной «волны» подходов горбуши.

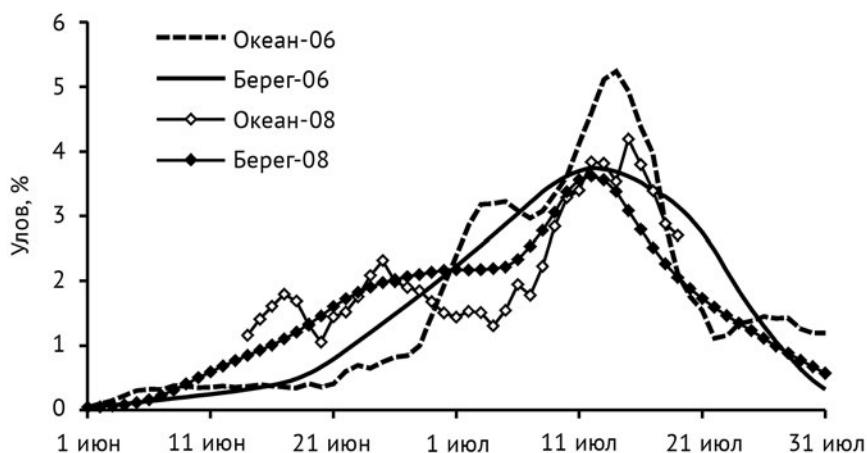


Рис. 3. Динамика уловов горбуши дрифтерными сетями в южной части прикурильских вод Тихого океана и ставными неводами при береговом промысле в южной части Восточного Сахалина и на о. Итуруп в 2006, 2008 гг., совмещение распределений дрифтерных и береговых уловов по пикам хода рыб поздней группировки, даты относятся к срокам миграции в океане (по: [Каев, 2011])

Fig. 3. Dynamics of the pink salmon catches by driftnets in the Pacific waters at southern Kuril Islands and by fixed nets at the southern part of East Sakhalin and Iturup Island in 2006 and 2008: combining distributions both driftnet and fixed net catches according to the peaks of pink's late temporal form course, the dates of the migration in the sea shown (from: [Kaev, 2011])

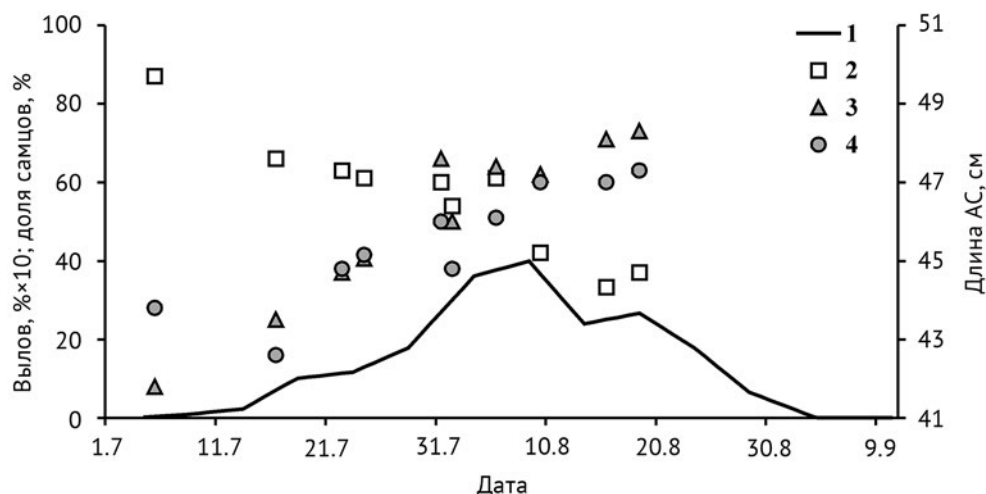


Рис. 4. Динамика уловов горбуши и биологических показателей рыб на юго-восточном побережье Сахалина в 2010 г.: 1 – вылов, 2 – доля самцов, 3 и 4 – длина тела соответственно самцов и самок (фрагмент рисунка по: [Каев, 2011])

Fig. 4. Dynamics of pink salmon catches and biological parameters in Southeast Sakhalin in 2010: 1 – catch, 2 – males proportion, 3 – males length, 4 – females length (fragment of Figure from: [Kaev, 2011])

Изначально вводимый запрет на промышленный лов горбуши в условиях, когда при слабых подходах всё же сохраняется возможность ведения промысла с суммарно небольшим выловом, фактически ведёт к потере научной информации о численности и динамике подхода рыб данного поколения. Получаемые данные по заходам производителей горбуши в реки во многом носят субъективный характер и информативно запаздывают на несколько дней. К примеру, на тотальный учёт численности производителей горбуши в такой небольшой реке как Дудинка (общая протяжённость 14 км) требуется практически весь день, не говоря уже о более крупных водотоках, что сказывается на оперативности оценок. Выходом из такой ситуации являются ориентировочные (оценочные) обследования [Шевляков и др., 2013] как важнейшее дополнение к оперативным прогнозам для выработки мер по управлению промыслом. Обследования рек в полном объёме проводятся, как правило, во второй половине массового нереста, результаты которых являются основой для количественной оценки воспроизводства очередного поколения горбуши.

Ранее основным регуляторным инструментом для обеспечения прохода горбуши к нерестилищам было поднятие береговой части центрального крыла ставного невода, что вполне обеспечивало равномерный проход горбуши к устьям рек при продолжении промысла, а при урожайных поколениях и угрозах переполнения рек – от дополнительного выставления каравок (малый ставной невод) вблизи устья рек до перекрытия их русла с установкой РУЗ для изъятия излишних производителей. Подобная практика в Са-

халинской области длилась десятилетиями и прекратилась в 2015 г. с наступившей депрессией запаса горбуши вследствие природных катаклизмов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Точность разрабатываемых прогнозов промысловых подходов горбуши в настоящее время невысока и оставалась таковой на протяжении всей истории наблюдений. Оперативное регулирование промысла горбуши наукой и Комиссиями по своей сути является продолжением реализации прогноза, так как корректировки величины возможного вылова производятся практически до конца путины. Следует признать, что целесообразен возврат к следующей системе оценок прогноза: успешным можно считать прогноз, правильно показавший тенденцию изменения численности в сравнении с родительским поколением (меньше, на уровне, больше), что вполне достаточно для подготовки к путине рыбохозяйственного комплекса. Иными словами, неточность прогноза в целом может быть компенсирована сравнительно точной оценкой тренда изменения численности по отдельным районам промысла, что, собственно, и востребовано рыбохозяйственным комплексом.

Важнейшей, на наш взгляд, задачей для разработки мероприятий по регулированию промысла горбуши в Сахалино-Курильском регионе является восстановление системы оперативного прогнозирования подходов горбуши к побережью, для чего необходим регулярный сбор проб для биологического анализа рыб из уловов ставных неводов в модельных районах. Ориентировочные данные по заходу рыб в реки на

нерестилища не должны являться единственной основой, а лишь одним из важнейших элементов, наряду с прогнозами походов, для разработки рекомендаций по регулированию промысла горбуши и обеспечения условий её эффективного воспроизводства при максимально возможном промысловом изъятии.

Для этого необходимо:

- производить ответственный сбор первичных данных, ведь значительные ошибки прогноза возникают не только из-за широкого спектра неопределённостей в процессах («чёрный ящик»), но и вследствие использования некорректных первичных данных;
- восстанавливать и продолжать использовать ряды стандартно рассчитываемых многолетних данных, характеризующих уровень воспроизводства каждого поколения горбуши. Ведь даже самые совершенные математические модели будут вводить нас в заблуждение при введении некорректных первичных данных, особенно количественных показателей выживаемости у лососей (на этапах икра – личинки – молодь). Логика до банальности проста, если молодь данного локального стада не скатилась, то и ожидать промыслового возврата горбуши не имеет смысла;
- считать приоритетной работу по подготовке специалистов, способных такие данные получать;
- разработать эффективный алгоритм корреспондирования и унификации различных групп первичных данных, используемых для прогнозирования горбуши (пресноводных, морских, климатических, молекулярно-генетических), которые в настоящее время по сути дела конкурируют при оценках величины промысловых подходов.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Соблюдение этических норм

Все принятые этические нормы соблюдены.

Финансирование

Работа выполнена в рамках бюджетного финансирования.

ЛИТЕРАТУРА

- Алтухов Ю.П. 1974. Популяционная генетика рыб. М.: Пищевая промышленность. 245 с.
- Бугаев А.В., Тепнин О.Б. 2015. Продуктивность тихоокеанских лососей: влияние термических условий вод в период первой зимы в бассейне Северной Пацифики // Труды ВНИРО. Т. 158. С. 89–111.
- Бугаев А.В., Тепнин О.Б., Радченко В.И. 2018. Климатическая изменчивость и продуктивность тихоокеанских лососей Дальнего Востока России // Исследования водных биол. ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Вып. 49. С. 5–50. DOI: 10.15853/2072-8212.2018.49.5-50.
- Воловик С.П. 1967. Структура нерестовых стад и эффективность естественного воспроизводства горбуши на Южном Сахалине // Автореф. ... канд. биол. наук. Калининград: КТИРПиХ. 25 с.
- Глубоковский М.К. 1995. Эволюционная биология лососёвых рыб. М.: Наука, 343 с.
- Глубоковский М.К., Животовский Л.А. 1986. Популяционная структура горбуши: система флуктуирующих стад // Биология моря. № 2. С. 39–44.
- Глубоковский М.К., Марченко С.Л., Темных О.С., Шевляков Е.А. 2017. Методические рекомендации по исследованию тихоокеанских лососей. М. ВНИРО. 79 с.
- Гриценко О.Ф. 1990. Популяционная структура сахалинской горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Вопросы ихтиологии. Т. 30. № 5. С. 825–835.
- Гриценко О.Ф. 2002. Проходные рыбы острова Сахалин (систематика, экология, промысел). М.: Изд-во ВНИРО. 248 с.
- Есин Е.В., Леман В.Н., Сорокин Ю.В., Чалов С.Р. 2012. Популяционные последствия высокочисленного подхода горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* к северо-восточному побережью Камчатки в 2009 году // Вопросы ихтиологии. Т. 52, № 4. С. 446–455.
- Животовский Л.А. 2022. Промысловое районирование и выделение районов воспроизводства дальневосточных лососей // Успехи современной биологии. Т. 142. № 5. С. 487–497. DOI: 10.31857/S004213242205012X.
- Зеленина Д.А., Животовский Л.А., Сошнина В.А., Глубоковский М.К. 2022. Внутривидовая дифференциация азиатской горбуши по данным о последовательности митохондриального гена *CYTB* // Генетика. Т. 58. № 11. С. 1280–1291. DOI: 10.31857/S0016675822110145.
- Иванков В.Н. 1967. Локальные стада горбуши Курильских островов // Гидробиологический ж. Т. 3. № 1. С. 62–67.
- Иванков В.Н. 1993. Популяционная организация у тихоокеанских лососей с коротким пресноводным периодом жизни // Вопросы ихтиологии. Т. 33. № 1. С. 78–83.
- Иванков В.Н. 2011. Внутривидовая дифференциация и популяционная организация горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в различных частях ареала // Известия ТИНРО. Т. 167. С. 64–76.
- Каев А.М. 1989. Некоторые методические аспекты прогнозирования численности кеты и горбуши // Биология моря. № 2. С. 61–66.
- Каев А.М. 2002. Временная структура миграционного потока горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* в Охотское море // Известия ТИНРО. Т. 130. С. 904–920.
- Каев А.М. 2007. Чья горбуша на Сахалине? // Рыбное хозяйство. № 2. С. 52–54.
- Каев А.М. 2010. Методические аспекты количественного учёта покатной молоди лососей в реках Сахалино-Курильского региона // Известия ТИНРО. Т. 162. С. 194–206.
- Каев А.М. 2011. Оценка эффективности прогнозирования и управления промыслом горбуши в Сахалино-Курильском регионе // Известия ТИНРО. Т. 167. С. 32–53.

- Каев А.М. 2017. Горбуша (*Oncorhynchus gorbuscha*) Сахалино-Курильского региона: мониторинг и его некоторые результаты // Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление. Мат. Всеросс. науч. конф. с межд. участием. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 148–155. <https://doi.org/10.15853/978-5-902210-51-1>
- Каев А.М. 2018. О влиянии экстремальных факторов среды на динамику численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* // Вопросы ихтиологии. Т. 58. № 2. С. 179–191. DOI: 10.7868/S0042875218020078.
- Каев А.М. 2019. Критические замечания к публикациям по воспроизводству тихоокеанских лососей в реках северной части о. Сахалин // Известия ТИНРО. Т. 198. С. 19–32. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-198-19-32.
- Каев А.М. 2020. Полемические заметки о публикации данных мониторинга в 2019 г. покатной миграции молодежи из рек и подходам горбуши к районам своего нереста в Сахалино-Курильском регионе // Изучение тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. Бюлл. № 15. С. 225–229.
- Каев А.М., Антонов А.А., Ким Хе Юн, Руднев В.А. 2004. Показатели воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* южной части острова Сахалин // Труды СахНИРО. Т. 6. С. 3–38.
- Каев А.М., Животовский Л.А. 2017. О вероятном перераспределении горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* между районами воспроизводства разных стад в Сахалино-Курильском регионе // Вопросы ихтиологии. Т. 57. № 3. С. 264–274. DOI: 10.7868/S0042875217030080.
- Каев А.М., Ромасенко Л.В. 2023. Численность и некоторые показатели воспроизводства горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* сахалинского побережья Татарского пролива // Известия ТИНРО. Т. 203. Вып. 2. С. 309–324. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-203-309-324.
- Карпенко В.И., Андриевская Л.Д., Коваль М.В. 2013. Питание и особенности роста тихоокеанских лососей в морских водах. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 303 с.
- Кляшторин Л.Б. 1989. Хоминг горбуши // Рыбное хозяйство. № 1. С. 56–58.
- Коновалов С.М. 1980. Популяционная биология тихоокеанских лососей. Л.: Наука. 237 с.
- Коновалов С.М. 1985. Факторы, лимитирующие численность и биомассу тихоокеанских лососей // Биологические исследования лососёвых. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 5–25.
- Котенёв Б.Н., Кровнин А.С., Кловач Н.В., Мордасова, Н.В. Мурый Г.П. 2015. Влияние климато-океанологических факторов на состояние основных запасов горбуши в 1950–2015 гг. // Труды ВНИРО. Т. 158. С. 143–161.
- Криксунов Е.А. 1995. Теория пополнения и интерпретация динамики популяций рыб // Вопросы ихтиологии. Т. 35. № 3. С. 302–321.
- Кровнин А.С., Кивва К.К., Мурый Г.П., Сумкина А.А. 2021. Влияние климатических факторов на межгодовые колебания запасов камчатской горбуши в 2014–2020 гг. // Вопросы рыболовства. Т. 22. № 4. С. 35–45. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-35-45.
- Максимчук О.О. 2015. Проблемы долгосрочного прогнозирования погоды // Научная сессия ГУАП. С. 239–245.
- Михеев А.А., Ковтун М.В. 2013. Новые подходы к прогнозированию уловов горбуши // Математическое моделирование и информационные технологии в исследовании биоресурсов Мирового океана. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 9–12.
- Островский В.И. 2007. О брошюре Б.Н. Котенева, О.Ф. Гриценко, Н.В. Кловач «Об организации промысла тихоокеанских лососей» (М.: ВНИРО, 2006) // Бюлл. № 2 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Владивосток: ТИНРО. С. 105–110.
- Шевляков Е.А., Дедерер Н.А. 2022. Динамика численности и внутривидовая структура горбуши западного и северо-восточного побережий Камчатки // Известия ТИНРО. Т. 202. С. 369–389. DOI: 10.26428/1606-9919-2022-202-369-389.
- 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. Ориентиры и оперативная оценка пропуска производителей на нерестилища как инструменты перспективного и краткосрочного управления запасами тихоокеанских лососей в реках дальневосточного рыбохозяйственного бассейна // Известия ТИНРО. 2019. Т. 196. С. 23–62. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-23-62.
- Шевляков Е.А., Шубкин С.В., Дубынин В.А., Малых К.М., Голубь Е.В., Голубь А.И., Каев А.М., Коваль М.В. 2013. Методики учёта производителей тихоокеанских лососей на нерестилищах и путях миграции к ним // Бюлл. № 8 «Изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке». Владивосток: ТИНРО-центр. С. 36–57.
- Шевляков Е.А., Фельдман М.Г., Шевляков В.А., Канзепарова А.Н. 2020. К методике разделения мигрирующих популяционных комплексов охотоморской горбуши в прикурильских водах Тихого океана с использованием гонадосоматического индекса // Известия ТИНРО. Т. 200. С. 24–37. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-24-37.
- Шубин А.О., Коряковцев Л.В., Коваленко С.А., Стоминок Д.Ю. 2007. Молодь горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* и кеты *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) в ихтиоценозах верхней эпипелагиали шельфа и свала глубин Восточного Сахалина и южных Курильских островов в летний период 2002–2004 гг. // Труды СахНИРО. Т. 9. С. 16–36.
- Шунтов В.П. 2000. Результаты изучения макроэкосистем дальневосточных морей России: задачи, итоги, сомнения // Вестник ДВО РАН. № 1. С. 19–29.
- Шунтов В.П., Темных О.С. 2011. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Т. 2. Владивосток: ТИНРО. 473 с.
- Шунтов В.П., Темных О.С., Найдено О.С. 2019. Еще раз о факторах, лимитирующих численность тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus spp.*, сем. Salmonidae) в океанический период их жизни // Известия ТИНРО. Т. 196. С. 3–22. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-3-22.
- Ivanova I.M. 2000. Early summer movements of tagged pink salmon off southwestern Sakhalin Island // Bull. NPAFC. № 2. P. 277–282.
- Каев А.М. 2012. Production trends of pink salmon in the Sakhalin-Kuril region from the viewpoint of run timing // International workshop on explanations for the high

- abundance of pink and chum salmon and future trends. NPAFC Technical Report. № 8. P. 21–25.
- Kaev A.M., Irvine J.R. 2016. Population Dynamics of Pink Salmon in the Sakhalin-Kuril Region, Russia // Bull. NPAFC № 6. P. 297–305. DOI: 10.23849/npafcb6/297.305.
- Morbey Y. 2000. Protandry in Pacific salmon // Can. J. Fish. and Aquat. Sci. V. 57, № 6. P. 1252–1257. DOI: 10.1139/f00-064.
- Ricker W.E. 1972. Hereditary and environmental factors affecting certain salmonid populations // The stock concept in pacific salmon. H.R. MacMillan lectures in fisheries. Univ. Brit. Columbia. Vancouver. P. 19–160.
- Shubin A.O., Koryakovtsev L.V., Malinyak T.A., et al. 2007. Result of trawl counting juvenile salmon and attendant fish species along the southern Sakhalin coast (south-western part of the Okhotsk Sea) in July-August 2005 during the R/V «Dmitry Peshkov» survey // Doc. NPAFC. № 1070. P. 1–34.
- // Genetika. V. 58. No. 11. P. 1280–1291. DOI: 10.31857/S0016675822110145. (In Russ.).
- Ivankov V.N. 1967. Local herds of pink salmon of the Kuril Islands // Hydrobiological J.V. 3. No. 1. P. 62–67. (in Russ.).
- Ivankov V.N. 1993. Population organization in Pacific salmon with a short freshwater life span // J. of Ichthyology. V. 33. No. 1. P. 78–83. (in Russ.).
- Ivankov V.N. 2011. Intraspecific differentiation and population organization of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in different parts of the range // Izvestiya TINRO. V. 167. P. 64–76. (in Russ.).
- Kaev A.M. 1989. Some methodological aspects of forecasting the abundance of chum salmon and pink salmon // Russian J. of Marine Biology. No. 2. P. 61–66. (in Russ.).
- Kaev A.M. 2002. Temporal structure of the migration flow of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* to the Sea of Okhotsk // Izvestiya TINRO. V. 130. P. 904–920. (in Russ.).
- Kaev A.M. 2007. Whose pink salmon is on Sakhalin? // Fisheries. No. 2. P. 52–54. (in Russ.).
- Kaev A.M. 2010. Methodological aspects of quantitative accounting of downstream salmon fry in the rivers of the Sakhalin-Kuril region // Izvestiya TINRO. V. 162. P. 194–206. (in Russ.).
- Kaev A.M. 2011. Assessment of the effectiveness of forecasting and management of the pink salmon fishery in the Sakhalin-Kuril region // Izvestiya TINRO. V. 167. P. 32–53. (in Russ.).
- Kaev A.M. 2017. Pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) of the Sakhalin-Kuril region: monitoring and some results on // Aquatic biological resources of Russia: status, monitoring, management. Proceedings of the All-Russian scientific conference with international participation (October 3–6, 2017, Petropavlovsk-Kamchatsky). Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, P. 148–155. DOI: 10.15853/978-5-902210-51-1. (in Russ.).
- Kaev A.M. 2018. On the influence of extreme environmental factors on the population dynamics of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* // J. of Ichthyology. V. 58. No. 2. P. 179–191. DOI: 10.7868/S0042875218020078 (In Russ.).
- Kaev A.M. 2019. Critical remarks on publications on the reproduction of Pacific salmon in the rivers of the northern part of the island. Sakhalin // Izvestiya TINRO. V. 198. P. 19–32. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-198-19-32. (In Russ.).
- Kaev A.M. 2020. Polemic notes on the publication of monitoring data in 2019 on the downstream migration of juveniles from rivers and the approaches of pink salmon to their spawning areas in the Sakhalin-Kuril region // Bulletin Izucheniya tikhookeanskikh lososy na Dalnem Vostoke. No. 15. P. 225–229. (in Russ.).
- Kaev A.M., Antonov A.A., Kim Hye Yun, Rudnev V.A. 2004. Reproduction rates of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in the southern part of Sakhalin Island // Trudy SakhNIRO, V. 6. P. 3–38. (in Russ.).
- Kaev A.M., Zhivotovsky L.A. 2017. On the probable redistribution of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* between areas of reproduction of different herds in the Sakhalin-Kuril region // J. of Ichthyology. V. 57. No. 3. P. 264–274. DOI: 10.7868/S0042875217030080. (In Russ.).

REFERENCES

- Altukhov Y.P. 1974. Fish population genetics. Moscow: Pischevaya promyshlennost. 245 p. (in Russ.).
- Bugaev A.V., Tepnin O.B. 2015. Productivity of Pacific salmon: influence of thermal conditions of waters during the first winter in the North Pacific basin // Trudy VNIRO. V. 158. P. 89–111. (in Russ.).
- Bugaev A.V., Tepnin O.B., Radchenko V.I. 2018. Climatic variability and productivity of Pacific salmon in the Russian Far East // Issledovaniya vodnykh biologicheskikh resursov Kamchatki i Severo-Zapadnoj chasti Tihogo okeana. Iss. 49. P. 5–50. DOI: 10.15853/2072-8212.2018.49.5-50. (in Russ.).
- Volovik S.P. 1967. The structure of spawning stocks and the efficiency of natural reproduction of pink salmon in South Sakhalin // PhD Abstracts. Kaliningrad: KGTU. 25 p. (in Russ.).
- Glubokovsky M.K. 1995. Evolutionary biology of salmonids. Moscow: Nauka. 343 p. (in Russ.).
- Glubokovsky M.K., Zhivotovsky L.A. 1986. Population structure of pink salmon: a system of fluctuating stocks // Russian J. of Marine Biology. No. 2. P. 39–44. (in Russ.).
- Glubokovsky M.K., Marchenko S.L., Temnykh O.S., Shevlyakov E.A. 2017. Guidelines for the study of Pacific salmon. Moscow: VNIRO Publish. 79 p. (in Russ.).
- Gritsenko O.F. 1990. Population structure of the Sakhalin pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* // J. of Ichthyology. V. 30. No. 5. P. 825–835. (in Russ.).
- Gritsenko O.F. 2002. Anadromous fish of Sakhalin Island (systematics, ecology, fisheries). Moscow: VNIRO Publish. 248 p. (in Russ.).
- Esin E.V., Leman V.N., Sorokin Yu.V., Chalov S.R. 2012. Population consequences of the high abundance of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* approaching the northeastern coast of Kamchatka in 2009 // J. of Ichthyology. V. 52. No. 4. P. 446–455. (in Russ.).
- Zhivotovsky L.A. 2022. Commercial zoning and allocation of areas of reproduction of the Far Eastern salmon // Uspekhi sovremennoy biologii. V. 142. No. 5. P. 487–497. DOI: 10.31857/S004213242205012X. (In Russ.).
- Zelenina D.A., L. Zhivotovsky L.A., Soshnina V.A., Glubokovsky M.K. 2022. Intraspecific differentiation of Asian pink salmon based on mitochondrial CYTB gene sequence data

- Kaev A.M., Romasenko L.V. 2023. Number and some indicators of reproduction of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* on the Sakhalin coast of the Tatar Strait // *Izvestiya TINRO*. V. 203. No. 2. P. 309-324. DOI: 10.26428/1606-9919-2023-309-324. «. (in Russ.).
- Karpenko V.I., Andrievskaya L.D., Koval M.V. 2013. Nutrition and growth characteristics of Pacific salmon in sea waters. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO. 313 p. (in Russ.).
- Klyashtorin L.B. 1989. Pink salmon homing // *Fisheries*. No. 1. P. 56–58. (in Russ.).
- Konovalov S.M. 1980. Population biology of Pacific salmon. Leningrad: Nauka. 237 p. (in Russ.).
- Konovalov S.M. 1985. Factors limiting the number and biomass of Pacific salmon // *Biological studies of salmon*. Vladivostok: FESC of the AS of the USSR. P. 5–25. (in Russ.).
- Kotenev B.N., Krovnin A.S., Klovach N.V., Mordasova N.V., Muriy G.P. 2015. Impact of climatic and oceanographic factors on the state of main pink salmon stocks, 1950–2015 // *Trudy VNIRO*. T. 158. S. 143–161. (in Russ.).
- Kriksunov E.A. 1995. Recruitment theory and interpretation of fish population dynamics // *J. of Ichthyology*. V. 35. No. 3. P. 302–321. (in Russ.).
- Krovnin A.S., Kivva K.K., Muriy G.P., Sumkina A.A. 2021. Influence of climatic factors on interannual fluctuations in the stocks of Kamchatka pink salmon in 2014–2020. // *Problems of Fisheries*. V. 22. No. 4. P. 35–45. DOI: 10.36038/0234-2774-2021-22-4-35-45. (in Russ.).
- Maksimtchuk O.O. 2015. Problems of long-range weather forecasting // *Nauchnaya sessiya GUAP*. P. 239–245. (in Russ.).
- Mikheev A.A., Kovtun M.V. 2013. New approaches to forecasting catches of pink salmon // *Matematicheskoe modelirovanie i informacionnye tekhnologii v issledovanii bioresursov Mirovogo okeana*. Vladivostok: TINRO-Center. P. 9–12. (in Russ.).
- Ostrovsky V.I. 2007. About brochure of B.N. Kotenev, O.F. Gritsenko, N.V. Klovach «On the organization of fishing for Pacific salmon» (Moscow: VNIRO, 2006) // *Konceptii dal'nevostochnoj bassejnovoj programmy izucheniya tihoookeanskih lososej*. Bull. No 2. P. 105–110. (in Russ.).
- Shevlyakov E.A., Dederer N.A. 2022. Number dynamics and intrapopulation structure of pink salmon on the western and northeastern coasts of Kamchatka // *Izvestiya TINRO*. V. 202. P. 369–389. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-23-62. (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. Landmarks and operational assessment of the passage of spawners to spawning grounds as tools for long-term and short-term management of Pacific salmon stocks in the rivers of the Far Eastern fishery basin // *Izvestiya TINRO*. V. 196. P. 369–389. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-23-62. (In Russ.).
- Shevlyakov E.A., Shubkin S.V., Dubynin V.A., Malykh K.M., Golub E.V., Golub A.I., Kaev A.M., Koval M.V. 2013. Methods of counting spawners of Pacific salmon on spawning grounds and migration routes to them // *Bulletenij Izucheniya tihoookeanskih lososej na Dal'nem Vostoke*. No. 8. P. 36–57. (in Russ.).
- Shevlyakov E.A., Feldman M.G., Shevlyakov V.A., Kanzeperova A.N. 2020. On the method of separating migratory population complexes of the Sea of Okhotsk pink salmon in the Kuril waters of the Pacific Ocean using the gonado-somatic index // *Izvestiya TINRO*. V. 196. P. 369–389. DOI: 10.26428/1606-9919-2020-200-24-37. (In Russ.).
- Shubin A.O., Koryakovtsev L.V., Kovalenko S.A., Stominok D.Yu. 2007. Juveniles of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* and chum salmon *Oncorhynchus keta* (Salmonidae) in the ichthyocenes of the upper epipelagic of the shelf and the continental slope of East Sakhalin and the southern Kuril Islands in the summer of 2002–2004 // *Trudy SakhNIRO*, V. 9. P. 16–36. (in Russ.).
- Shuntov V.P. 2000. Results of studying the macroecosystems of the Far Eastern seas of Russia: tasks, results, doubts // *Vestnik of Far Eastern Branch of Russian Academy of Science*. No. 1, pp. 19–29. (in Russ.).
- Shuntov V.P., Temnykh O.S. 2011. Pacific salmon in marine and ocean ecosystems. V. 2. Vladivostok: TINRO. 473 p. (in Russ.).
- Shuntov V.P., Temnykh O.S., Naidenko O.S. 2019. Once again about the factors limiting the abundance of Pacific salmon (*Oncorhynchus* spp., family Salmonidae) during the oceanic period of their life // *Izvestiya TINRO*. V. 196. P. 3–22. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-196-3-22. (In Russ.).
- Ivanova I.M. 2000. Early summer movements of tagged pink salmon off southwestern Sakhalin Island // *Bull. NPAFC*. № 2. P. 277–282.
- Kaev A.M. 2012. Production trends of pink salmon in the Sakhalin-Kuril region from the viewpoint of run timing // *International workshop on explanations for the high abundance of pink and chum salmon and future trends*. NPAFC Technical Report. № 8. P. 21–25.
- Kaev A.M., Irvine J.R. 2016. Population Dynamics of Pink Salmon in the Sakhalin-Kuril Region, Russia // *Bull. NPAFC* № 6. P. 297–305. DOI: 10.23849/npafcb6/297.305.
- Morbey Y. 2000. Protandry in Pacific salmon // *Can. J. Fish. and Aquat. Sci.* V. 57, № 6. P. 1252–1257. DOI: 10.1139/f00-064.
- Ricker W.E. 1972. Hereditary and environmental factors affecting certain salmonid populations // *The stock concept in pacific salmon*. H.R. MacMillan lectures in fisheries. Univ. Brit. Columbia. Vancouver. P. 19–160.
- Shubin A.O., Koryakovtsev L.V., Malinyak T.A., et al. 2007. Result of trawl counting juvenile salmon and attendant fish species along the southern Sakhalin coast (south-western part of the Okhotsk Sea) in July-August 2005 during the R/V «Dmitry Peskov» survey // *Doc. NPAFC*. № 1070. P. 1–34.

Поступила в редакцию 14.03.2023 г.
Принята после рецензии 05.04.2023 г.