

Научная статья / Original article

УДК 597.552.511:639.2.053

doi:10.15853/2072-8212.2023.68.5-41



## АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР ИТОГОВ ЛОСОСЕВЫХ ПУТИН В КАМЧАТСКОМ КРАЕ В 2018–2022 ГГ. (ПРОГНОЗЫ, ПРОМЫСЕЛ, ЗАПАСЫ). СООБЩЕНИЕ 1 (ГОРБУША, КЕТА)

Бугаев Александр Викторович<sup>✉</sup>, Зикунова Ольга Владимировна, Шпигальская Нина Юрьевна, Артюхина Нина Борисовна, Шубкин Сергей Викторович, Коваленко Михаил Николаевич, Лозовой Алексей Петрович

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, bugaev.a.v@kamniro.ru<sup>✉</sup>

**Аннотация.** В работе рассмотрены результаты анализа итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. (для горбуши 2017–2022). Материал включает данные промысловой статистики, представляющие информацию о ежегодных, сезонных нарастающих и суточных уловах горбуши и кеты для основных единиц региональных запасов. Показаны главные закономерности и обозначены критические моменты, обуславливающие оправдываемость прогнозов численности подходов/вылова указанных видов. Кроме того, приводятся многолетние оценки изменчивости нерестовых запасов горбуши и кеты относительно целевых ориентиров пропуска на нерестилища.

**Ключевые слова:** горбуша, кета, промысел, прогнозирование динамики численности, нерестовые запасы

**Для цитирования:** Бугаев А.В., Зикунова О.В., Шпигальская Н.Ю., Артюхина Н.Б., Шубкин С.В., Коваленко М.Н., Лозовой А.П. Аналитический обзор итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. (прогнозы, промысел, запасы). Сообщение 1 (горбуша, кета) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. Вып. 68. С. 5–41.

## ANALYTICAL REVIEW OF THE RESULTS OF SALMON FISHERIES IN KAMCHATKA TERRITORY IN 2018–2022 (FORECASTS, FISHERIES, STOCKS). COMMUNICATION 1 (PINK SALMON, CHUM SALMON)

Alexandr V. Bugaev<sup>✉</sup>, Olga V. Zikunova, Nina Yu. Shpigalskaya, Nina B. Artyukhina, Sergey V. Shubkin, Mikhail N. Kovalenko, Alexey P. Lozovoy

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, bugaev.a.v@kamniro.ru<sup>✉</sup>

**Abstract.** The paper considers results of the analysis of salmon fisheries in Kamchatka Region in 2018–2022 (for pink salmon 2017–2022). The material analyzed includes commercial fishery statistics data presenting information on annual, seasonal and daily catches of pink salmon and chum salmon for the main units of the regional stocks. The main patterns are shown and critical points are outlined to justify predictions of the runs/catch of spawners. In addition, multi-year estimates of the variability of spawning stocks of pink salmon and chum salmon with respect to spawning escapement targets are presented.

**Keywords:** Pink salmon, Chum salmon, fishery, forecasting of stock abundance dynamics, spawning stocks

**For citation:** Bugaev A.V., Zikunova O.V., Shpigalskaya N.Yu., Artyukhina N.B., Shubkin S.V., Kovalenko M.N., Lozovoy A.P. Analytical review of the results of salmon fisheries in Kamchatka Territory in 2018–2022 (forecasts, fisheries, stocks). Communication 1 (Pink salmon, Chum salmon) // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 68. P. 5–41. (In Russian)

В зону ответственности КамчатНИРО (Камчатский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский институт рыбного хозяйства и океанографии») при проведении ресурсных лососевых исследований входят пресноводные водные объекты Камчатского края, а также морские акватории, прилегающие к территории указанного субъекта Российской Федерации. В грани-

цах Камчатского края выделяют пять промысловых районов, где осуществляется государственный мониторинг тихоокеанских лососей: 1) Западно-Беринговоморская зона — 61.01; 2) Карагинская подзона — 61.02.1; 3) Петропавловско-Командорская подзона — 61.02.2; 4) Западно-Камчатская подзона — 61.05.2; 5) Камчатско-Курильская подзона — 61.05.4. Несмотря на то, что представленная классификация про-

мысловых зон отражает ситуацию с осуществлением рыбохозяйственной деятельности в пределах территориального моря и исключительной экономической зоны Российской Федерации, в отношении промысла тихоокеанских лососей принятая система районирования экстраполируется и на внутренние пресноводные объекты. Это связано с биологией данных видов водных биоресурсов, которые, являясь анадромными видами рыб, в своем жизненном цикле имеют как пресноводный, так и морской/океанический этапы нагула.

Определение общих объемов прогнозируемого вылова (ПВ) тихоокеанских лососей Камчатского края выполняется по принципу промыслового районирования, то есть общий объем ПВ изначально распределяется по указанным выше зонам/подзонам. Далее в каждом промысловом районе по географическому принципу и закономерностям прохождения прибрежных преднерестовых миграций тихоокеанских лососей формируются группы водных объектов, включающие локальный комплекс морских и речных рыболовных участков (РЛУ). Как правило, объемы добычи (вылова) лососей устанавливаются по группам РЛУ, обеспечивающих промысел отдельных наиболее значимых по численности единиц запасов. В некоторых случаях, при наличии географической изоляции и промысловой значимости, в качестве единицы запаса определяют отдельное локальное стадо лососей, воспроизводящееся в конкретном водном объекте.

Организация регулирования лососевого промысла в регионе базируется на ежегодно готовящихся рекомендациях рыбохозяйственной науки по теме «Стратегия промысла тихоокеанских лососей в Камчатском крае». Стратегии включают следующие организационные моменты: 1) датирование открытия/закрытия промысла; 2) периодичность проходных дней/периодов для пропуска производителей на нерестилища; 3) ограничительные меры по осуществлению промысла в отношении отдельных видов лососей или конкретных водных объектов (групп РЛУ). Основные положения Стратегий утверждаются и предоставляются общественности в ежегодных протоколах заседаний региональной Комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб, находящейся в ведомстве Министерства рыбного хозяйства Камчатского края (<https://kamgov.ru/minfish>). Данный орган исполнительной власти формируется согласно Приказу Министерства

сельского хозяйства Российской Федерации № 170 от 8 апреля 2013 г. «Об утверждении Порядка деятельности комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб».

В пределах Камчатского края наиболее значимыми являются три вида рыболовства — промышленное, традиционное (коренные малочисленные народы Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации) и любительское. Их вклад в общее освоение объемов ПВ составляет почти 100%. При этом на долю промышленного рыболовства приходится более 95% освоения лососевых ресурсов в регионе.

Оперативное регулирование лососевого промысла осуществляется в рамках государственного мониторинга тихоокеанских лососей, проводимого региональной отраслевой научной организацией. В пределах Камчатского края данные исследования выполняют специалисты КамчатНИРО. Мониторинг лососевого промысла включает следующие основные направления научно-исследовательских работ: 1) оценка динамики уловов лососей; 2) оценка биологического состояния лососей; 3) оценка нерестовых запасов лососей. На основе данной информации готовятся рекомендации по оперативному регулированию лососевого промысла, которые рассматриваются и утверждаются региональной Комиссией.

Представленный комплекс мероприятий определяет систему организации и научного сопровождения лососевого промысла в Камчатском крае. В настоящее время сложившаяся практика оперативного регулирования добычи (вылова) тихоокеанских лососей в Камчатском крае показывает хорошие результаты, позволяющие формировать стабильное рыболовство и эффективное воспроизводство данных видов водных биологических ресурсов. Камчатский опыт организации путин был успешно внедрен в практику лососевого промысла других дальневосточных субъектов Российской Федерации.

В связи с необходимостью постоянного мониторинга лососевых ресурсов Камчатского края специалисты КамчатНИРО проводят ежегодный анализ прошедших путин. Уточним, что в отношении тихоокеанских лососей общепотребительный термин «динамика численности» обозначает ежегодную количественную оценку подхода (возврата) производителей к месту воспроизводства (нерестовый водоем). Понятие «подход (возврат)» определяется как сумма численности производителей, добытых

промыслом и пропущенных на нерест. Поэтому анализ итогов лососевых путин включает не только оценку оправдываемости прогнозируемого и фактического вылова, но и подходов. Это позволяет более адекватно оценивать динамику численности запасов тихоокеанских лососей, то есть непосредственно как промысловую составляющую, так и формирование нерестового потенциала. Ранее по теме аналитических обзоров путин был опубликован ряд статей, в которых рассматривались вопросы, связанные с верификацией оправдываемости промысловых прогнозов и оценками состояния региональных запасов тихоокеанских лососей (Бугаев и др., 2018, 2019, 2020а, б). Настоящая статья является тематическим продолжением работ, представляющих данное направление исследований.

Цель работы — обобщение аналитической информации по итогам лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг.

В Сообщении 1 подробно представлены результаты анализа итогов лососевых путин в отношении двух видов — горбуши и кеты.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для анализа динамики численности послужила статистика промысла (вылов) и мониторинга нерестовых запасов (пропуск на нерест) тихоокеанских лососей в Камчатском крае. По горбуше ряд наблюдений включал данные 2017–2022 гг., а для остальных видов (кета, нерка, кижуч, чавыча) — 2018–2022 гг. Уточним, что для горбуши ряд наблюдений был расширен до шести лет в связи с необходимостью проведения сравнительного анализа динамики численности возвратов производителей четных и нечетных поколений воспроизводства. В нашем случае для этого вида рассматриваются материалы трех четных и трех нечетных лет.

Данные промысловой статистики официально предоставлены Северо-Восточным территориальным управлением Росрыболовства. Информация о численности производителей на нерестилищах получена в результате проведения авиаучетных съемок КамчатНИРО. Подобные исследования проводятся с 1957 г. Классическая методология авиамониторинга разработана известным камчатским ученым А.Г. Остроумовым (1962, 1964, 1975). Впоследствии методика была адаптирована в сторону сокращения полетного времени путем включения в схему съемок только реперных водоемов, в которых формируется основной нерестовый

запас тихоокеанских лососей Камчатского края (Шевляков, Маслов, 2011).

Помимо статистики численности подходов (вылов + пропуск (заполнение нерестилищ)), для подготовки прогнозов динамики запасов тихоокеанских лососей используется стандартный набор биологических данных, характеризующий основные качественные показатели рыб (длина тела, масса тела, пол, возраст, плодовитость).

Оценка биологического состояния тихоокеанских лососей выполняется в результате проведения ежегодного мониторинга КамчатНИРО. Исследованиями охватываются все базовые единицы лососевых промысловых запасов Камчатского края. Сбор данных каждый год системно осуществляется приблизительно на 20 промыслово-значимых водных объектах Камчатского края (рис. 1). Основой полученной информации являются результаты полных биологических анализов (ПБА), проводимых по стандартной ихтиологической методике (Правдин, 1966). Для подготовки прогнозов динамики численности тихоокеанских лососей Камчатского края в 2017–2022 гг. были использованы данные ПБА более 124 тыс. экз. Общий объем собранного биологического материала по годам представлен в таблице 1.

Статистическую и графическую обработку данных проводили в программе Excel. Построение схем пространственного распределения численности тихоокеанских лососей в прибрежной зоне и на нерестилищах рек Камчатского края выполнено с помощью программы ArcGIS Pro 2.9.2 (<https://pro.arcgis.com/ru/pro-app/latest/get-started/whats-new-in-arcgis-pro.htm>).

Методика прогнозирования динамики численности запасов тихоокеанских лососей Камчатского края заметно отличается для видов с коротким (горбуша) и продолжительным (кета, нерка, кижуч, чавыча) жизненным циклом. Основные теоретические и методические аспекты современных принципов подготовки лососевых региональных прогнозов представлены в опубликованных работах специалистов КамчатНИРО (Дубынин и др., 2007; Фельдман, Шевляков, 2015; Фельдман и др., 2017; Фельдман, 2020; Зикунова и др., 2021; Фельдман, Бугаев, 2021).

В отношении горбуши Камчатского края применяли многоуровневый подход прогнозирования динамики численности, базирующийся на взаимосвязях, представленных в страти-



фицированных моделях на базе классических зависимостей типа «родители – потомство» (Ricker, 1954; Shepherd, 1982), а также общей ре-

грессионной модели с применением в качестве дополнительных предикторов данных климатических индексов (PDO — индекс Тихоокеан-



Рис. 1. Локализация станций сбора (водные объекты) биологических данных, характеризующих производителей тихоокеанских лососей в период пугин в Камчатском крае в 2017–2022 гг.  
Fig. 1. The chart of biological data sampling stations to characterize Pacific salmon spawners during the fishery season in Kamchatka Territory in 2017–2022



ской декадной осцилляции, WP — индекс циклонической активности западной части Тихого океана, АО — индекс Арктической осцилляции) (Neter et al., 1990). Кроме того, прогнозирование возвратов этого вида выполняли и с помощью моделируемого классификационного анализа на основе метода «случайный лес деревьев-решений» (Breiman, 2001). В качестве индикаторной информации в прогнозах обязательно учитывали данные учетно-мальковых работ по скату горбуши из реперных рек Восточной и Западной Камчатки. Однако следует подчеркнуть, что базовым критерием прогнозирования динамики региональных запасов вида являются оценки численности молоди, полученные в результате проведения специалистами ТИНРО (Тихоокеанский филиал ФГБНУ «ВНИРО») с участием сотрудников КамчатНИРО учетных траловых съемок во время осенней откочевки сеголетков в открытые воды Берингова и Охотского морей.

В качестве инструмента прогнозирования динамики численности камчатских стад кеты, нерки, кижуча и чавычи, при наличии достаточного уровня информационного обеспечения, использовали различные варианты моделирования на основе известных закономерностей взаимосвязи «родители – потомство» с учетом изменчивости численности поколений по возрастным группам (Ricker, 1954; Shepherd, 1982). При прогнозировании численности поколений старших возрастных групп в возвратах указанных видов применяется метод сиблингов, основанный на расчетах по остаточному принципу (Peterman, 1982).

Непосредственно определение количества тихоокеанских лососей, потенциально формирующих объем вылова и пропуска производителей на нерестилища, рассчитывается на основании разработанных специалистами КамчатНИРО правил регулирования промысла (ПРП) для основных видовых единиц запасов Камчатского края (Фельдман и др., 2022). Данные ПРП дают ориентировочные стартовые установки объемов добычи (вылова), которые

в ходе путины могут корректироваться на основе результатов оперативного мониторинга подходов тихоокеанских лососей в конкретных промысловых районах.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В рассматриваемый период 2018–2022 гг. (для горбуши с 2017 г.) лососевый промысел на Камчатке начинался в первой–второй декадах июня на восточном побережье и во второй декаде июля на западном побережье. На Восточной Камчатке основные районы добычи (вылова) тихоокеанских лососей были сосредоточены в Карагинской и Петропавловско-Командорской подзонах. В первом случае лов осуществляли с применением ставных неводов в Карагинском и Олюторском заливах, а во втором — в Камчатском и Кроноцком заливах. При этом более 80% от общей добычи (вылова) тихоокеанских лососей на восточном побережье Камчатки приходилось на морские РЛУ. Из речных РЛУ Восточной Камчатки наиболее значимый уровень рыболовства традиционно отмечался в бассейне р. Камчатки. На западном побережье Камчатки массовый лососевый промысел также был сосредоточен на морских РЛУ. В данном случае лов осуществляли с помощью ставных неводов в прибрежной акватории Камчатско-Курильской и Западно-Камчатской подзон. Здесь ежегодно добывали порядка 70–80% объемов прогнозируемого вылова тихоокеанских лососей. Наиболее значимый речной промысел на Западной Камчатке был сконцентрирован на РЛУ, расположенных в бассейнах рек Озерная и Большая. Общее окончание промышленного и традиционного рыболовства тихоокеанских лососей в Камчатском крае ежегодно приходилось на вторую–третью декады сентября. Любительское рыболовство завершалось в третьей декаде октября.

В пределах Камчатского края, по данным 2018–2022 гг., всего официально закреплено за пользователями в среднем около 1000 РЛУ, из которых к морским относятся приблизительно 560, к речным — 440. При этом по среднему-

Таблица 1. Объем выполненных ПБА тихоокеанских лососей Камчатки в 2017–2022 гг.  
Table 1. The size of Pacific salmon sample analyzed (complete biological analysis) for Kamchatka in 2017–2022

Год Year	Горбуша Pink	Кета Chum	Нерка Sockeye	Кижуч Coho	Чавыча Chinook	Всего Total
2017*	4403	5611	5497	3361	1239	20 111
2018	5279	4859	5229	3538	1126	20 031
2019	5792	6363	5993	4312	1516	23 976
2020	4918	5648	7018	3878	1661	23 123
2021	4997	5073	5439	1776	1701	18 986
2022	4263	5247	4460	2745	1534	18 249

Примечание. \* — данные 2017 г. включены в работу только для горбуши.  
Note.\* — marks data 2017 for pink salmon only used in this review.

голетним данным реальный промысел в рассматриваемый период вели лишь порядка 800 РЛУ (морские — ~470, речные — ~330). Более подробная информация о количестве РЛУ, осуществляющих промышленное, традиционное и любительское рыболовство тихоокеанских лососей в Камчатском крае в 2018–2022 г., представлена в таблице 2.

По данным международной Комиссии по анадромным рыбам северной части Тихого океана (North Pacific Anadromous Fish Commission, NPAFC), современное (2010-е и начало 2020-х гг.) состояние запасов тихоокеанских лососей Северной Пацифики характеризуется на высоком уровне (<https://npafc.org/statistics>). В этот период многие региональные (страны / географические центры воспроизводства) уловы массовых видов достигли исторических пиков за практически 100-летний ряд наблюдений (официальная статистика NPAFC ведется с 1925 г.). В полной мере это относится и к лососевым запасам, воспроизводимым как в целом на Дальнем Востоке России, так и непосредственно в Камчатском крае. На рисунке 2 представлены сравнительные данные о динамике и структуре уловов тихоокеанских лососей Дальнего Востока и Камчатки в современный период (2011–2022 гг.).

Анализ представленных данных показал, что среднесноголетний вылов тихоокеанских лососей за последние 12 лет на Дальнем Востоке соответствовал приблизительно 428 тыс. т. Аналогичный промысловый показатель на Камчатке достигал 258 тыс. т. Таким образом, вклад камчатских стад в дальневосточный лососевый промысел составил порядка 40%.

В обоих случаях максимальные уловы были отмечены в 2018, 2019 и 2021 гг. В эти годы доля тихоокеанских лососей Камчатки в общих дальневосточных уловах достигала 74–82%.

Среднесноголетняя структура лососевых уловов на Дальнем Востоке, по данным 2011–2022 гг., приблизительно имела следующий вид: горбуша — 64%, кета — 24%, нерка — 10%, остальные виды — 2%. Аналогичные показатели для Камчатки соответствовали: горбуша — 68%, кета — 13%, нерка — 16%, остальные виды — 3%. Сопоставление полученных данных показало, что для Камчатки характерно преобладание в уловах горбуши и нерки, а в целом на Дальнем Востоке — горбуши и кеты.

Рассматриваемый в работе ряд наблюдений 2018–2022 гг. в отношении Камчатского края характеризуется высоким уровнем добычи (вылова) тихоокеанских лососей. На данном этапе среднесноголетний вылов всех видов в регионе достигал 328 тыс. т (рис. 3). Это максимальный показатель даже для последних 12 лет, когда был зафиксирован экстремально высокий рост численности запасов лососей. Пики добычи были зафиксированы в 2018 г. (498 тыс. т), 2019 г. (378 тыс. т) и 2021 г. (441 тыс. т). В региональной структуре промысла на рубеже 2010–2020-х гг. также были отмечены определенные изменения, связанные с увеличением в промысле доли горбуши (до 70–80%).

Следует уточнить, что данные промысловой статистики, представленной на сайте NPAFC (<https://npafc.org/statistics>), показывают значительное увеличение добычи (вылова) тихоокеанских лососей России в 2010-е годы. При этом

Таблица 2. Количество рыболовных участков (РЛУ), определенных для пользователей для осуществления различных видов рыболовства тихоокеанских лососей в пределах Камчатского края в 2018–2022 гг.  
Table 2. Number of fishing plots allocated for users to provide various types of Pacific salmon fisheries within Kamchatka Territory in 2018–2022

Год Year	РЛУ Fishery plots	Вид рыболовства / Type of fishery			Всего Total
		Промышленное Commercial	Традиционное Traditional	Любительское Amateur	
2018	Морские / Marine	438 (374)	101 (73)	31 (20)	570 (467)
	Речные / River	200 (168)	149 (110)	121 (55)	470 (333)
	Все / All	638 (542)	250 (183)	152 (75)	1040 (800)
2019	Морские / Marine	438 (391)	101 (80)	31 (21)	570 (492)
	Речные / River	200 (173)	149 (113)	119 (62)	468 (348)
	Все / All	638 (564)	250 (193)	150 (83)	1038 (840)
2020	Морские / Marine	434 (372)	91 (78)	28 (19)	553 (469)
	Речные / River	191 (158)	141 (111)	80 (59)	412 (328)
	Все / All	625 (530)	232 (189)	108 (78)	965 (797)
2021	Морские / Marine	435 (388)	91 (84)	29 (16)	555 (488)
	Речные / River	194 (159)	144 (107)	82 (56)	420 (322)
	Все / All	629 (547)	235 (191)	111 (72)	975 (810)
2022	Морские / Marine	436 (364)	91 (82)	35 (8)	562 (454)
	Речные / River	194 (144)	144 (105)	96 (57)	434 (306)
	Все / All	630 (508)	235 (187)	131 (65)	996 (760)

Примечание. В скобках указано количество РЛУ, которые реально осуществляли промысел тихоокеанских лососей в конкретный год.  
Note. The number of plots with actual fishing for Pacific salmon in particular year is shown in parentheses.

данная тенденция прослеживается при рассмотрении почти 100-летнего периода как на Дальнем Востоке России, так и непосредственно на Камчатке. Анализируя почти столетний ряд данных промысловой статистики, можно констатировать, что период 2018–2022 гг. относится к наиболее продуктивным годам по численности региональных лососевых запасов, как в XX веке, так и в первые два десятилетия XXI века.

Аналитический обзор лососевых путин проводится для каждого вида тихоокеанских лососей на уровне главных промысловых единиц запасов, формирующих структуру лососевого промысла в Камчатском крае. Предоставляемые данные включают данные о численности подходов и вылове, оценки оправданности прогнозируемых/фактических подходов/уловов, характеристику межгодовой и сезонной

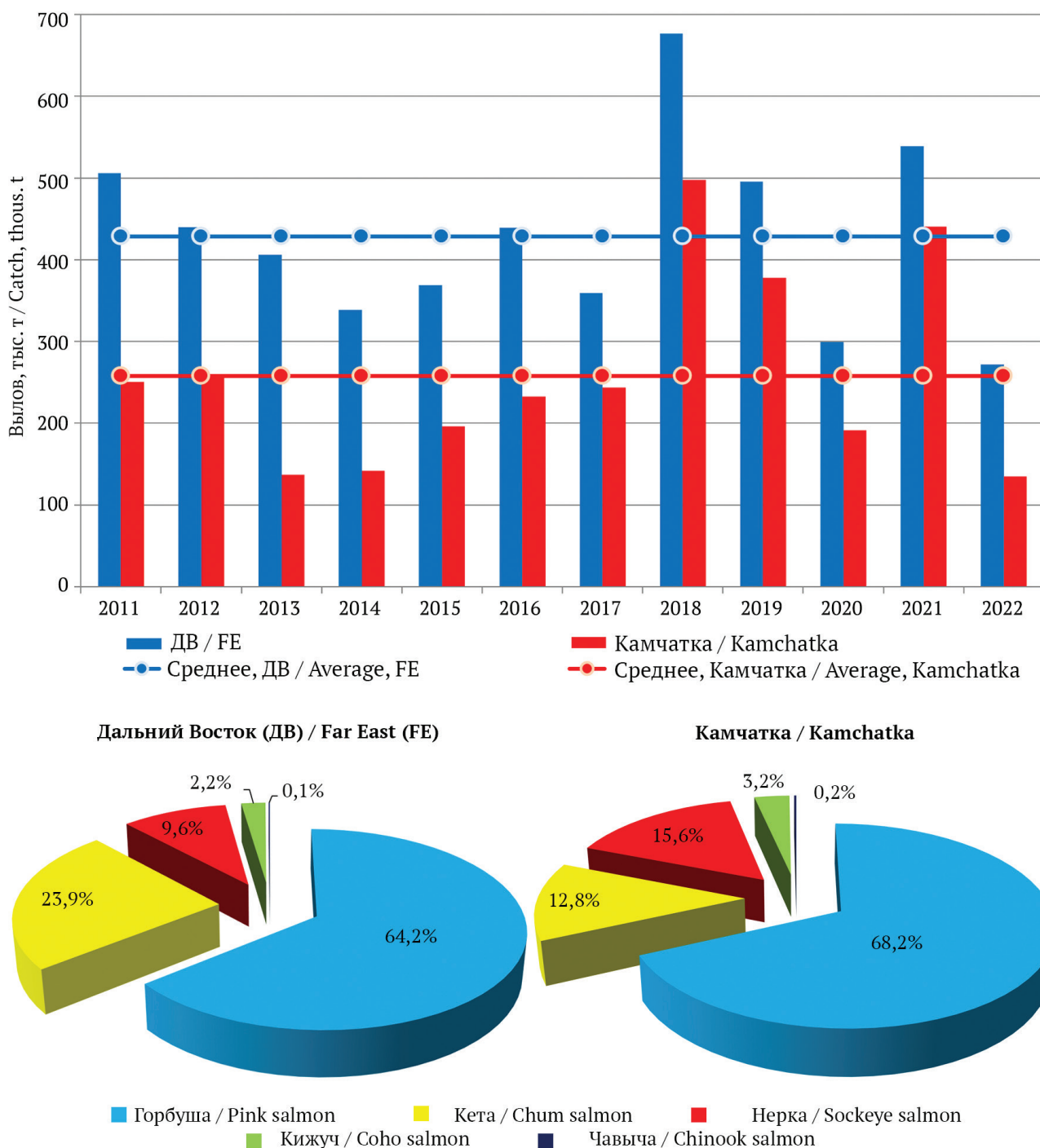


Рис. 2. Сравнительная динамика и структура уловов тихоокеанских лососей Дальнего Востока и Камчатки по данным 2011–2022 гг.  
Fig. 2. Comparative dynamics and structure of the catches of Pacific salmon in the Far East and Kamchatka on the data for 2011–2022



динамики промысла, а также информацию об уровне нерестовых запасов.

### Горбуша

Основные промысловые запасы вида в пределах Камчатского края формируются в двух географических регионах, представляющих группировки нерестовых рек берингоморского (северо-восток) и охотоморского (запад) побережий (Бугаев, Шевляков, 2008). Здесь добывается более 95% горбуши камчатских стад. Поэтому целесообразно рассмотреть ситуацию с современным состоянием запасов вида для указанных районов.

**Северо-Восточная Камчатка.** В границах Камчатского края данный регион представлен двумя промысловыми районами — Карагинской подзоной и Западно-Берингоморской

зоной. Традиционно промысел горбуши Северо-Восточной Камчатки начинается в середине июня и заканчивается в середине августа. Пик промысла приходится на вторую половину июля, когда осваивается большая часть объема ПВ. Основной промысел горбуши (более 90%) ведется на морских РЛУ.

Уточним, что на северо-востоке Камчатки в 2017–2022 гг. динамика подходов горбуши подчинялась многолетней цикличности (более 70 лет) чередований урожайных (нечетных) и неурожайных (четных) лет (Бугаев, Шевляков, 2008). Соответственно, прогнозирование численности региональных подходов и объемов ПВ строится, исходя из указанной закономерности.

Следует подчеркнуть, что в практике прогнозирования динамики численности горбуши

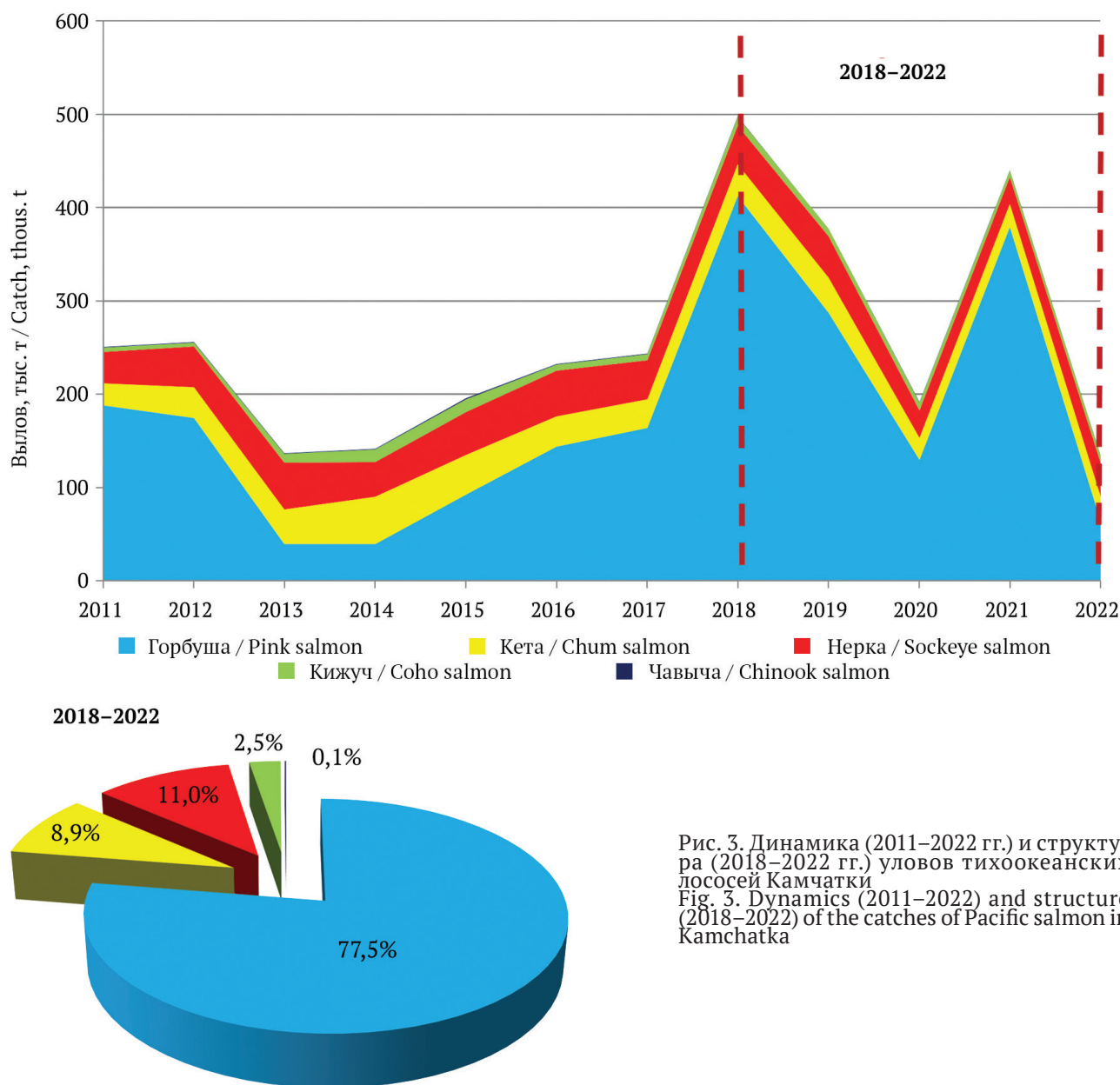


Рис. 3. Динамика (2011–2022 гг.) и структура (2018–2022 гг.) уловов тихоокеанских лососей Камчатки  
Fig. 3. Dynamics (2011–2022) and structure (2018–2022) of the catches of Pacific salmon in Kamchatka

Северо-Восточной Камчатки принято, что в регионе воспроизводится единый промысловый запас. Это подразумевает формирование общей стратегии нагульных миграций всех локальных стад вида на ранних этапах морского периода жизни. Поэтому имеется возможность строить прогнозы, исходя из данных количественных оценок молоди горбуши в скоплениях, осуществляющих нагул в морской акватории Карагинской подзоны.

В настоящее время силами специалистов ТИНРО ежегодно проводятся траловые съемки по учету численности сеголетков горбуши в открытых водах юго-западной части Берингова моря. Это позволяет оценить потенциальную численность возвратов производителей вида на следующий год после проведения съемки. В рассматриваемый период подобные съемки были выполнены в 2017–2021 гг. (рис. 4а–д). Отметим, что в значительной степени на основе этих данных строился прогноз подходов горбуши Северо-Восточной Камчатки в 2018–2022 гг. При этом сравнительный анализ региональной динамики численности вида был выполнен для последних шести лет (2017–2022 гг.). Поэтому понятно, что в пред-

ставленном ряду лет проведения учетных траловых съемок отсутствуют данные 2016 г. Уточним, что в этот год съемка не была выполнена по организационным и техническим причинам.

В рассматриваемый период 2017–2022 гг. среднемноголетний уровень фактических подходов горбуши северо-востока Камчатки в нечетные годы составил 261 млн экз., а в четные годы — 70 млн экз. (рис. 5). Показатели фактического вылова в эти годы достигли 193 и 53 тыс. т соответственно. Максимальные подходы/уловы были зафиксированы в 2019 г. (302 млн экз. / 225 тыс. т) и 2021 г. (288 млн экз. / 199 тыс. т), а минимальные пришлось на 2020 г. — 27 млн экз. / 17 тыс. т.

Анализируя представленные данные, можно отметить, что оправдываемость прогнозов подходов и вылова горбуши имеет общую тенденцию, связанную с превышением фактических показателей относительно прогнозируемых. Данная закономерность напрямую связана с методикой подготовки прогнозов динамики численности запасов как непосредственно горбуши, так и других видов тихоокеанских лососей. Дело в том, что действующий порядок ос-

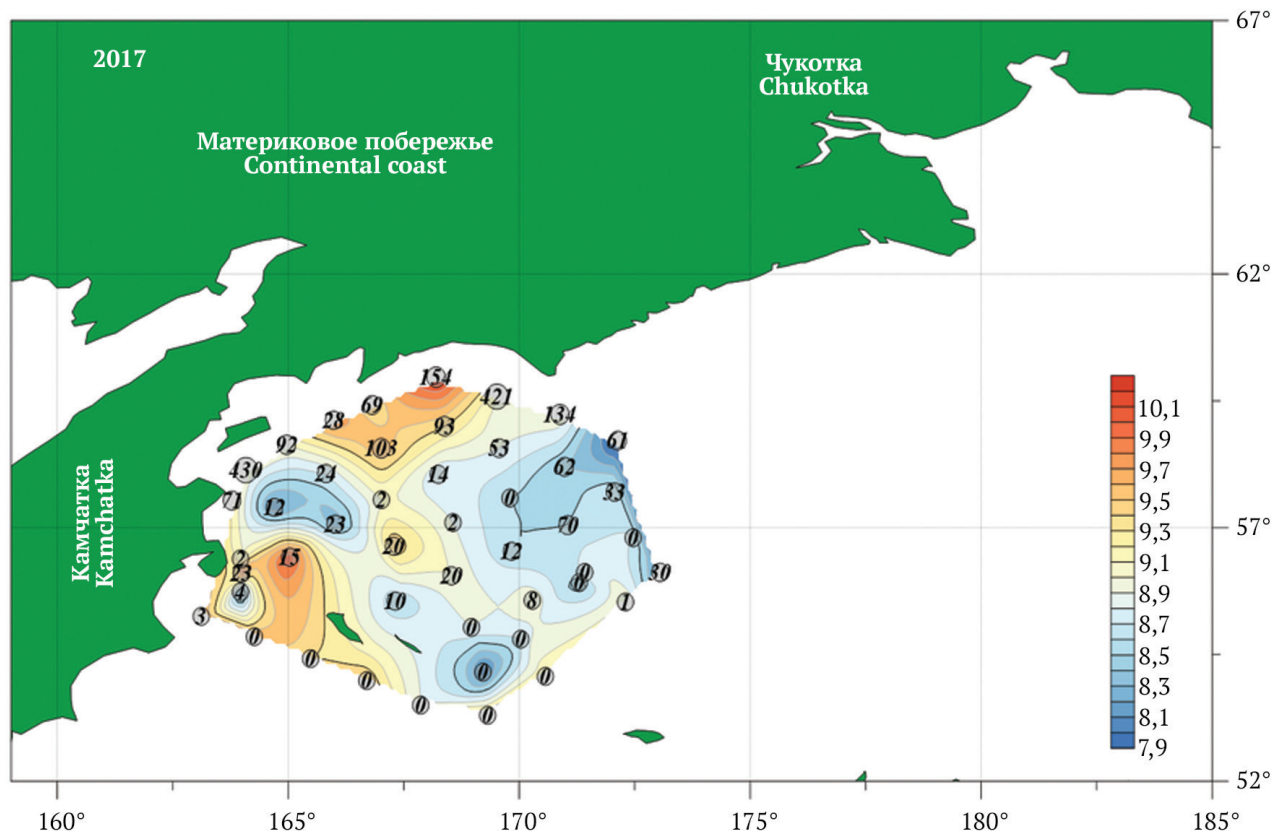


Рис. 4а. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°C) в юго-западной части Берингова моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2017 г.  
Fig. 4a. Distribution of the catches of underyearling pink salmon (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the southwestern part of the Bering Sea on the autumn trawl survey data by TINRO for 2017

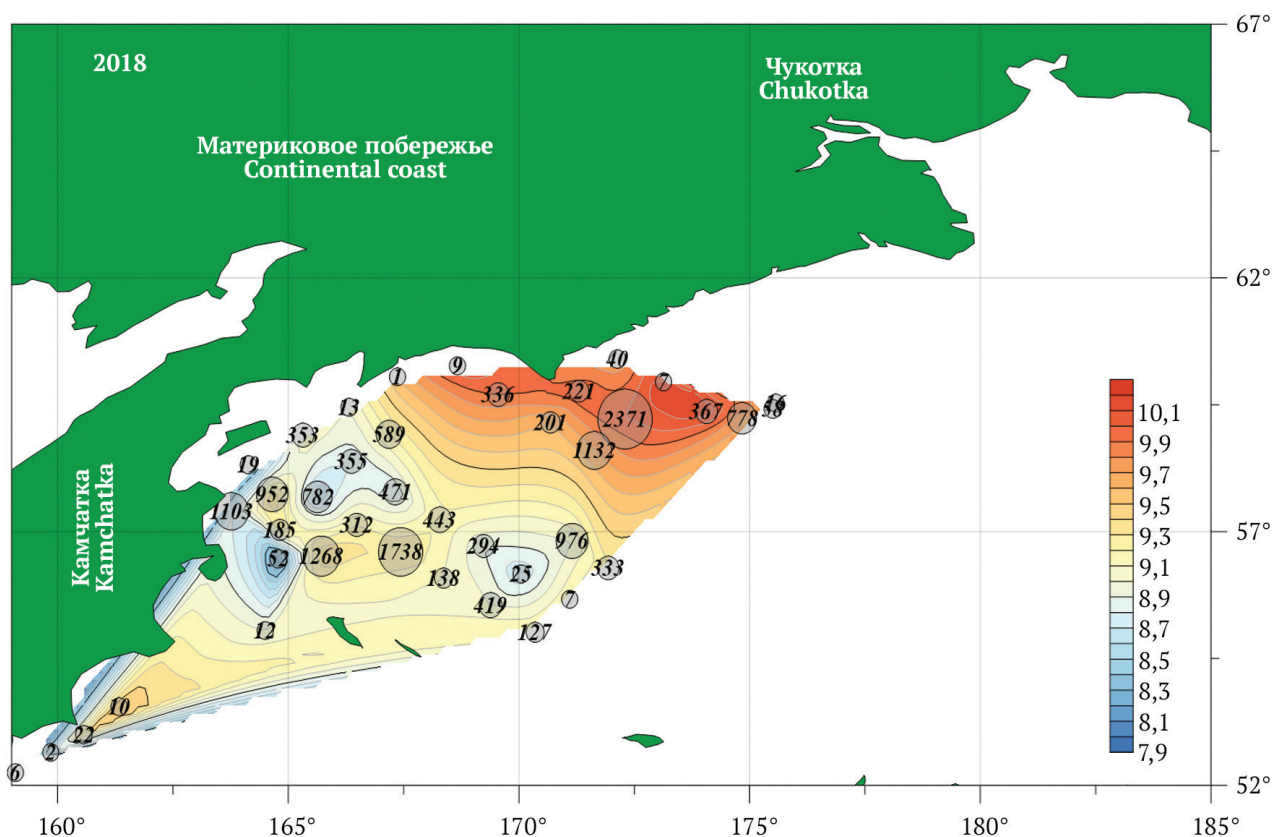


Рис. 4б. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°C) в юго-западной части Берингова моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2018 г.  
Fig. 4б. Distribution of the catches of underyearling pink salmon (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the southwestern part of the Bering Sea on the autumn trawl survey data by TINRO for 2018

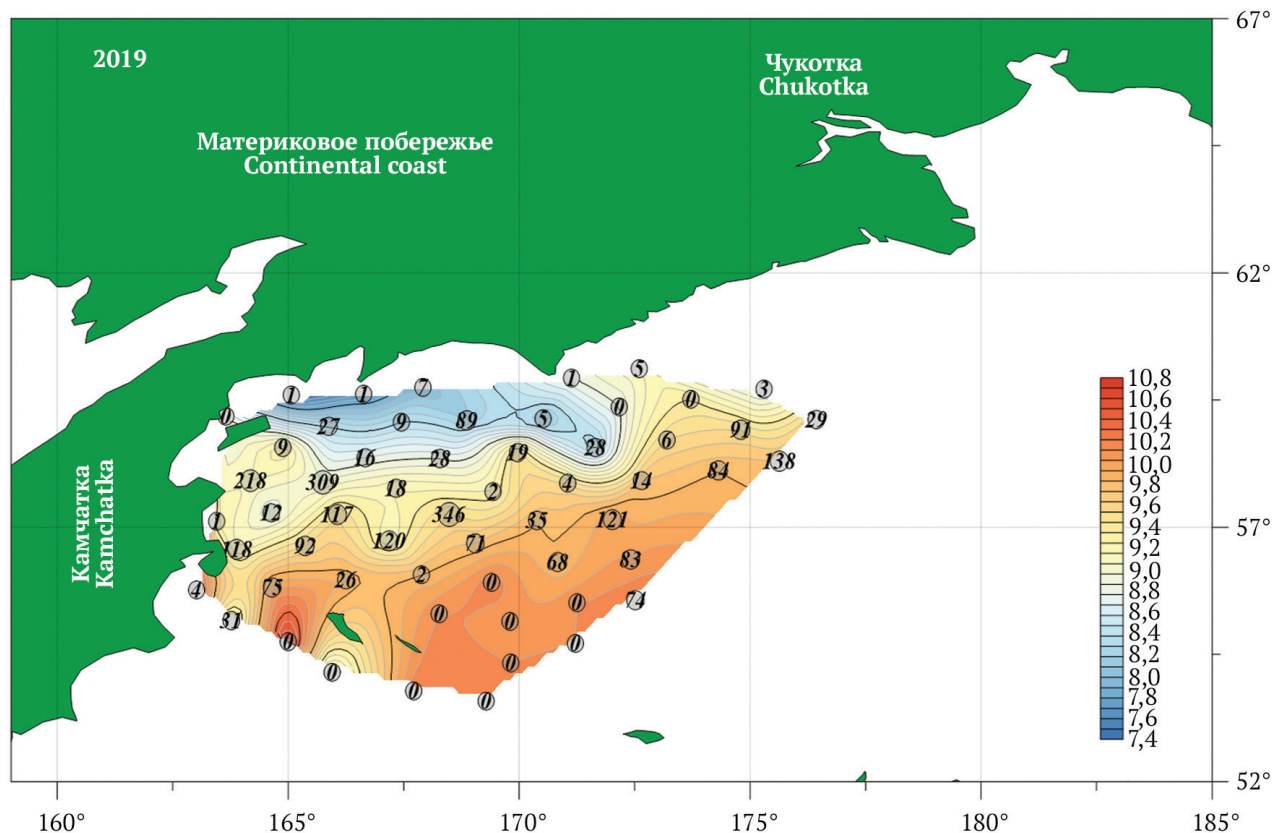


Рис. 4в. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°C) в юго-западной части Берингова моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2019 г.  
Fig. 4в. Distribution of the catches of underyearling pink salmon (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the southwestern part of the Bering Sea on the autumn trawl survey data by TINRO for 2019



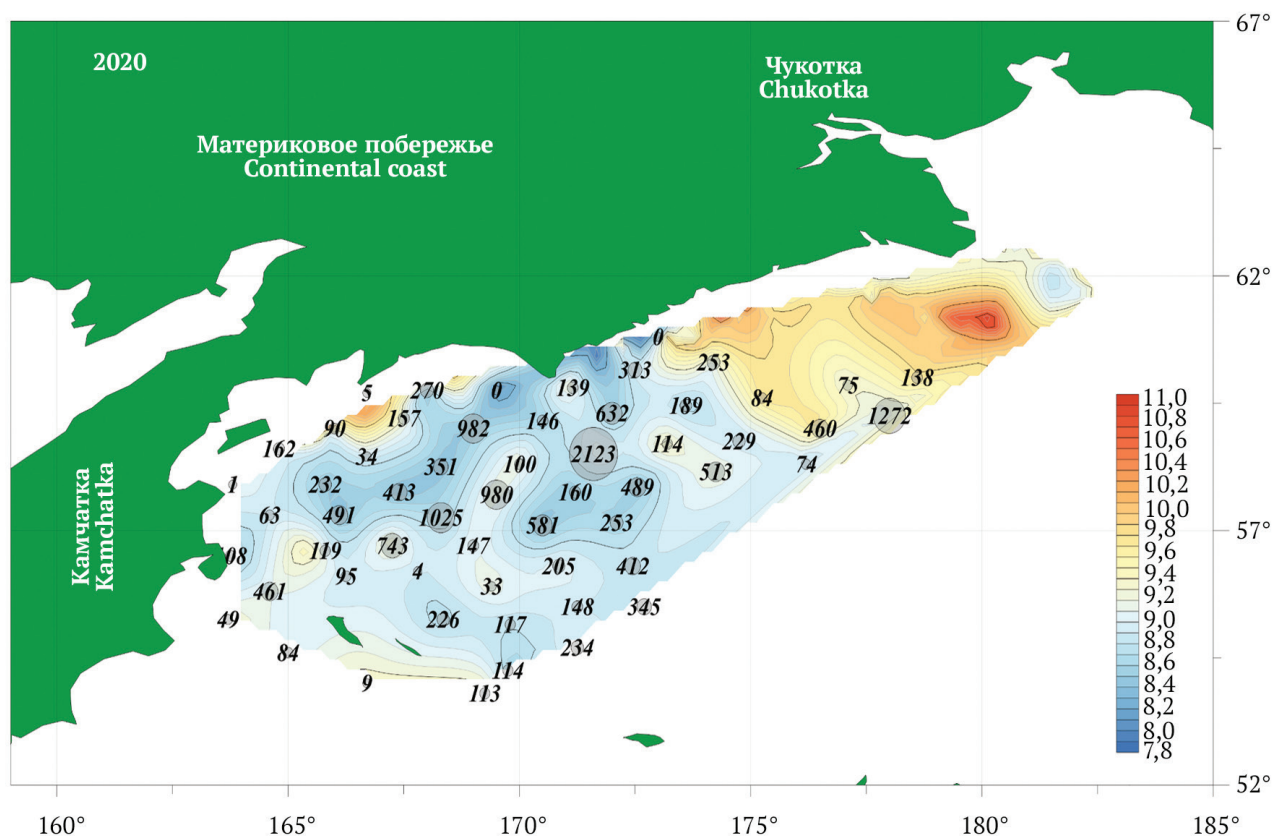


Рис. 4г. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°C) в юго-западной части Берингова моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2020 г.  
Fig. 4г. Distribution of the catches of underyearling pink salmon (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the southwestern part of the Bering Sea on the autumn trawl survey data by TINRO for 2020

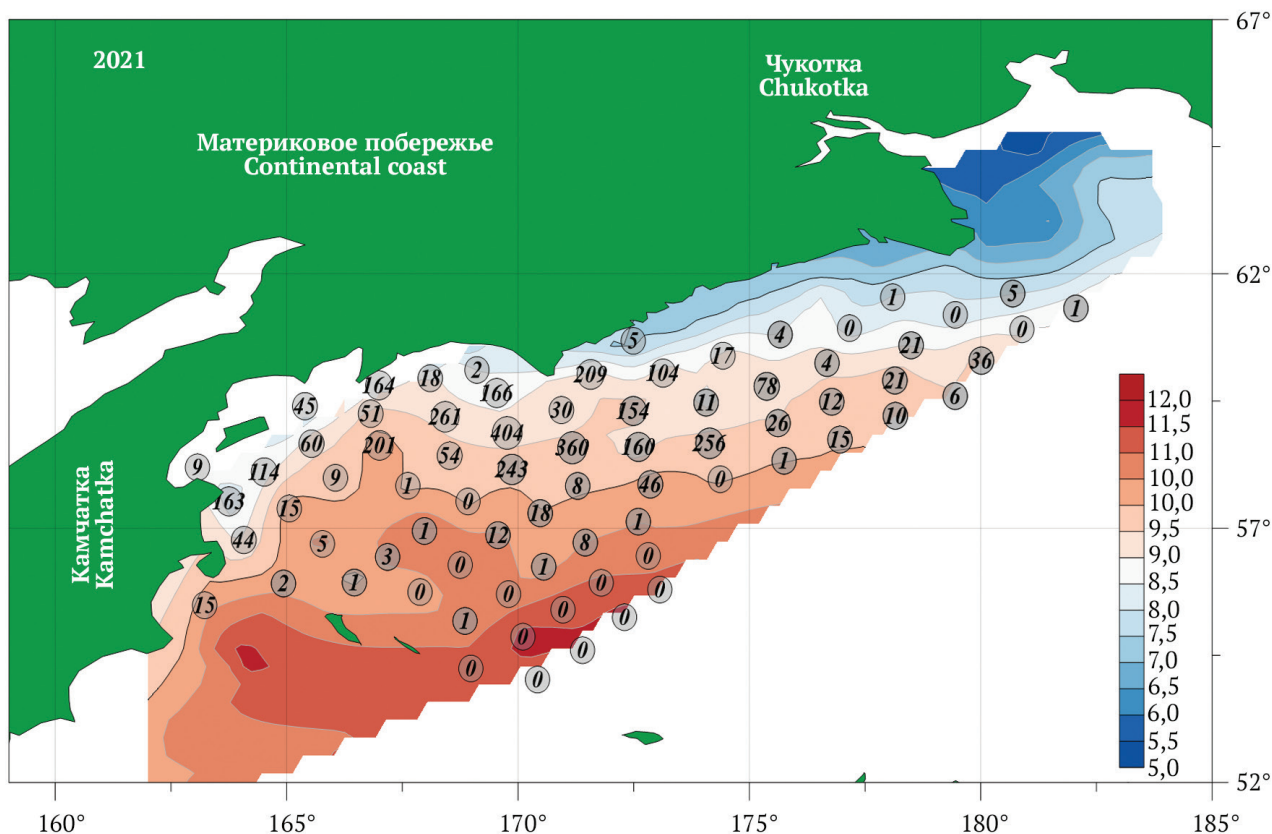


Рис. 4д. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°C) в юго-западной части Берингова моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2021 г.  
Fig. 4д. Distribution of the catches of underyearling pink salmon (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the southwestern part of the Bering Sea on the autumn trawl survey data by TINRO for 2021

воения объемов ПВ анадромных рыб предусматривает возможность их корректировки на основе оперативного мониторинга мощности фактических подходов производителей в конкретный год наблюдений. Поэтому, учитывая данную возможность, прогноз всегда готовится по наиболее предосторожному сценарию, что вполне оправданно, принимая во внимание имеющиеся факторы неопределенности условий морского/океанического нагула тихоокеанских лососей. По сути, прогноз численности подходов и последующее определение объемов ПВ практически всегда делается по минимальной оценке существующих доверительных интервалов, определяемых статистикой моделирования.

Особенно это актуально для горбуши, как представителя короткоциклового и наиболее массового вида с высокой флуктуацией численности. Причем, учитывая высокий уровень запасов этого вида на Дальнем Востоке, логично предположить, что предсказать уровень возвратов горбуши с точностью до десятков, сотен и даже тысяч тонн представляется нереалистичной задачей. В связи с этим главной зада-

чей прогнозирования динамики численности горбуши можно обозначить точность определения тренда изменчивости ее запасов в год возврата.

Понятно, что для каждого региона Дальнего Востока подобная классификация трендов подходов/уловов горбуши будет отличаться, в зависимости от уровня запасов вида. На Камчатке, где сосредоточены основные запасы дальневосточной горбуши, трендовые уровни запасов вида можно выполнить по объемам потенциального вылова. Ранее данная идея была представлена в публикации специалистов КамчатНИРО (Бугаев и др., 2020б). Таким образом, учитывая имеющуюся информацию о современной динамике добычи (вылова) камчатской горбуши, предлагаем принять следующую градацию трендов ее запасов:

- низкий запас — вылов на уровне порядка 10–30 тыс. т;
- средний запас — вылов на уровне порядка 30–70 тыс. т;
- высокий запас — вылов на уровне порядка 70–130 тыс. т;

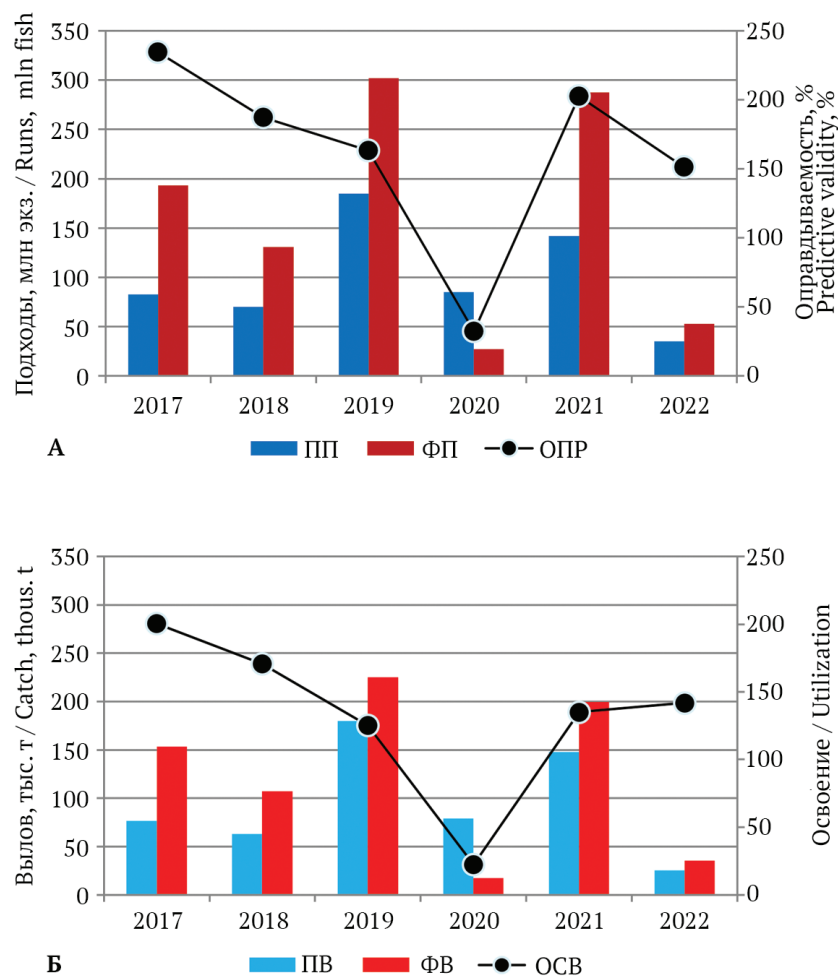


Рис. 5. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) горбуши Северо-Восточной Камчатки (Карагинская подзона) по данным 2017–2022 гг.: ПП — прогнозируемый подход, ФП — фактический подход, ПВ — прогнозируемый вылов, ФВ — фактический вылов

Fig. 5. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of pink salmon in Northeast Kamchatka (in Karaginskaya subzone) based on the data for 2017–2022: ПП — predicted run, ФП — actual run, ПВ — predicted catch, ФВ — actual catch

– сверхвысокий запас — вылов на уровне от 130 тыс. т и выше.

Следует уточнить, что в случае с горбушей Камчатки, как правило, градация низкого запаса характерна для неурожайных поколений горбуши. В отношении урожайных поколений нижнюю границу среднего запаса также можно считать как низкий уровень запаса.

Исходя из представленных выше данных, полагаем, что на современном этапе (2017–2022 гг.) на северо-восточном побережье Камчатки несоответствие прогнозируемому тренду было зафиксировано лишь в 2020 г. Причем ошибка прогноза была отмечена как при оценке уровня подхода, так и непосредственно вылова. Одной из причин несоответствия прогноза послужили модельные расчеты, ориентированные на ранее зафиксированную высокую численность возвратов горбуши северо-востока Камчатки в четный 2018 г. Предполагалось, что ранее неурожайная линия лет выходит на продуктивный уровень.

На основе итогов путины 2020 г. были сделаны выводы о необходимости принципиальной ориентации прогнозов по горбуше на данные региональных учетных траловых съемок. Результаты математического моделирования

стали рассматриваться специалистами КамчатНИРО как вспомогательное средство для определения общего тренда потенциальной динамики численности. Результаты прогнозирования последующих лет (2021 и 2022 гг.) подтвердили правильность подобного подхода.

Характеризуя промысел горбуши Северо-Восточной Камчатки, можно выделить некоторые общие закономерности, наблюдаемые в нечетные и четные годы. Активный промысел в обоих случаях начинается приблизительно с середины июля (рис. 6 и 7). По среднемуголетним данным, во второй половине июля в нечетные годы осваивается приблизительно 60–70% объема ПВ горбуши, а в четные — 50–60%. При этом в урожайные годы нарастающие и суточные уловы заметно выше, чем в неурожайные. В первом случае многолетние среднепентадные уловы в период рунного хода (вторая декада июля – первая декада августа) составляли порядка 30–35 тыс. т, а во втором — около 5–8 тыс. т. В августе промысловая обстановка уже практически не изменялась как в нечетные, так и в четные годы.

Дополнительно следует отметить, что по принятой нами классификации подход горбу-

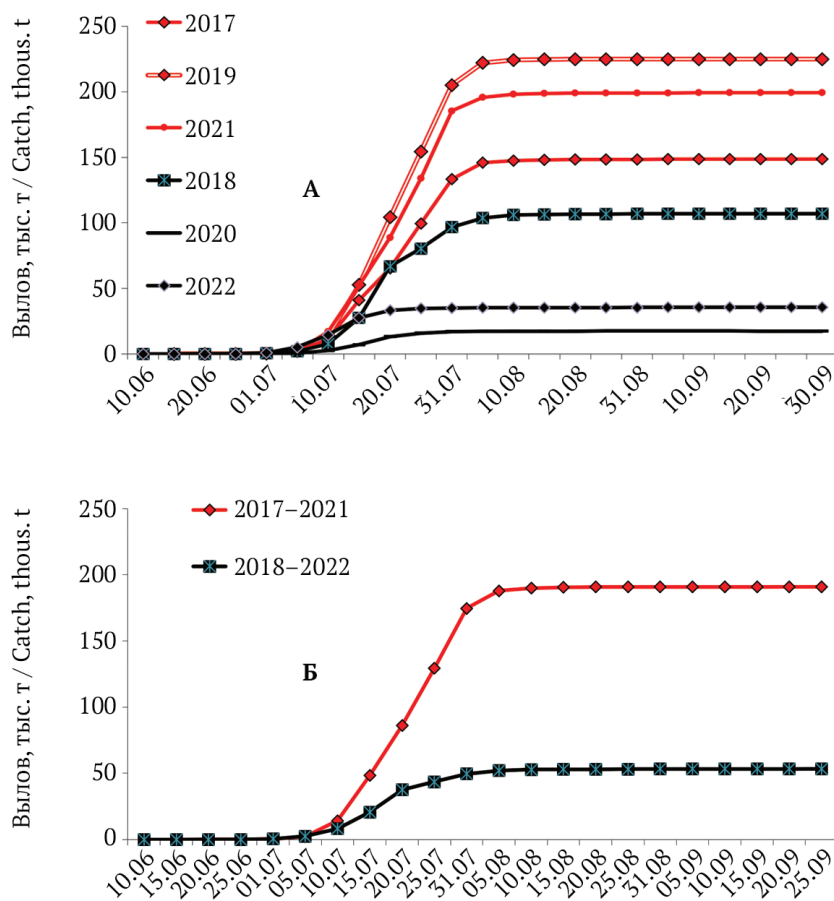


Рис. 6. Динамика нарастающих уловов горбуши Северо-Восточной Камчатки (Карагинская подзона) по данным 2017–2022 гг.: верхний график — по ежегодным данным, нижний график — по среднемуголетним данным для нечетных и четных лет  
Fig. 6. Dynamics of increasing pink salmon catches on Northeast Kamchatka (in Karaginskaya subzone) based on the data for 2017–2022: upper graph — based on annual data, lower graph — based on average annual data for odd and even years



ши Северо-Восточной Камчатки в 2018 г. также следует относить к высокочисленному поколению. Фактический региональный вылов вида в этот год составил около 107 тыс. т. Причем это произошло несмотря на то, что возврат был произведен производителями четного поколения воспроизводства, то есть потенциально низкоурожайного.

**Западная Камчатка.** На западном побережье Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) на протяжении почти 40 последних лет горбуша является основным промысловым объектом в четные годы (Бугаев, Шевляков, 2008). Активизация промысла горбуши в регионе приходится на вторую–третью декады июля. Приблизительно во второй декаде августа массовый ход вида завершается. В урожайные (четные) годы промысел горбуши на Западной Камчатке осуществляется главным образом в морском прибрежье с помощью морских ставных неводов, которыми осваивается до 70% суммарного регионального вылова вида. В неурожайные (нечетные) годы акцент добычи (вылова) как непосредственно горбуши, так и других видов тихоокеанских лососей несколько смещается на речные РЛУ. Поэтому на

морских РЛУ в эти годы добывают порядка 60% тихоокеанских лососей.

Основой прогноза динамики численности запасов горбуши Западной Камчатки являются данные учетных траловых съежек, которые проводятся силами специалистов ТИНРО с участием сотрудников КамчатНИРО во время осенних нагульных миграций молоди в бассейне Охотского моря. Прогноз подходов и вылова западнокамчатской горбуши в 2017–2022 гг. в значительной степени базировался на результатах съежек 2016–2021 гг. (рис. 8а–е).

Однако ситуация с оценкой запаса молоди горбуши Западной Камчатки не столь однозначная, как в случае с группировкой стад Северо-Восточной Камчатки. В бассейне Охотского моря, помимо западнокамчатских рыб, нагуливается значительное количество молоди, имеющей происхождение из других центров воспроизводства — Сахалин, Курильские о-ва, бассейн р. Амур, материковое побережье Охотского моря и северные Японские о-ва (Хоккайдо и Хонсю). Поэтому, начиная с 2009 г., специалисты КамчатНИРО проводят генетическую идентификацию регионального состава охотоморской горбуши из траловых

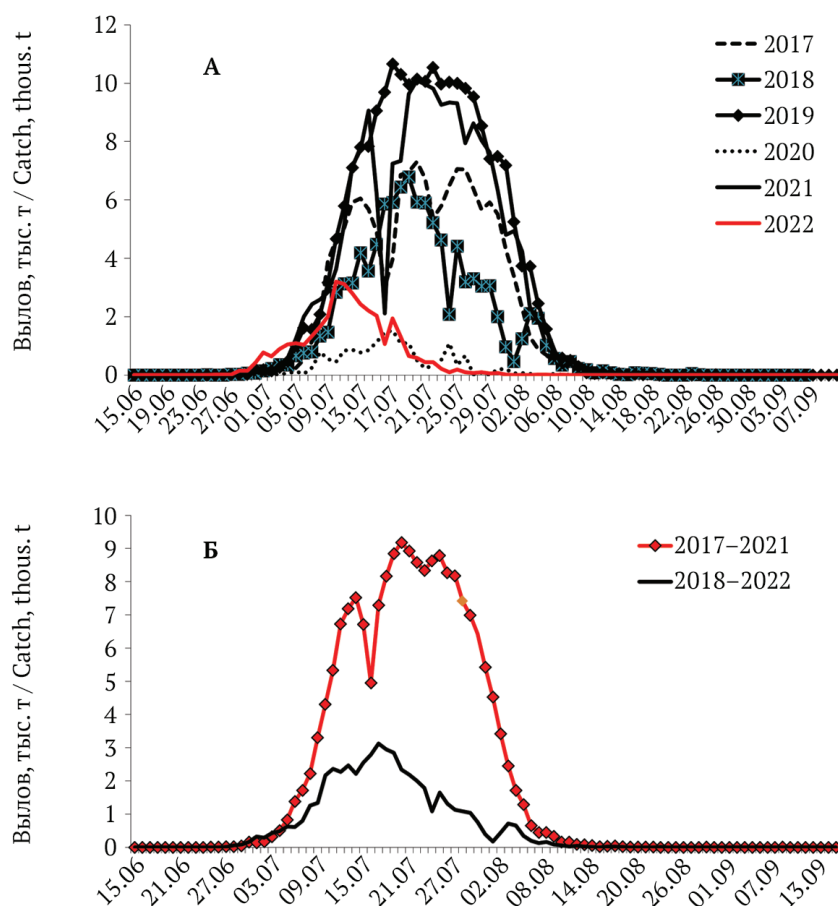
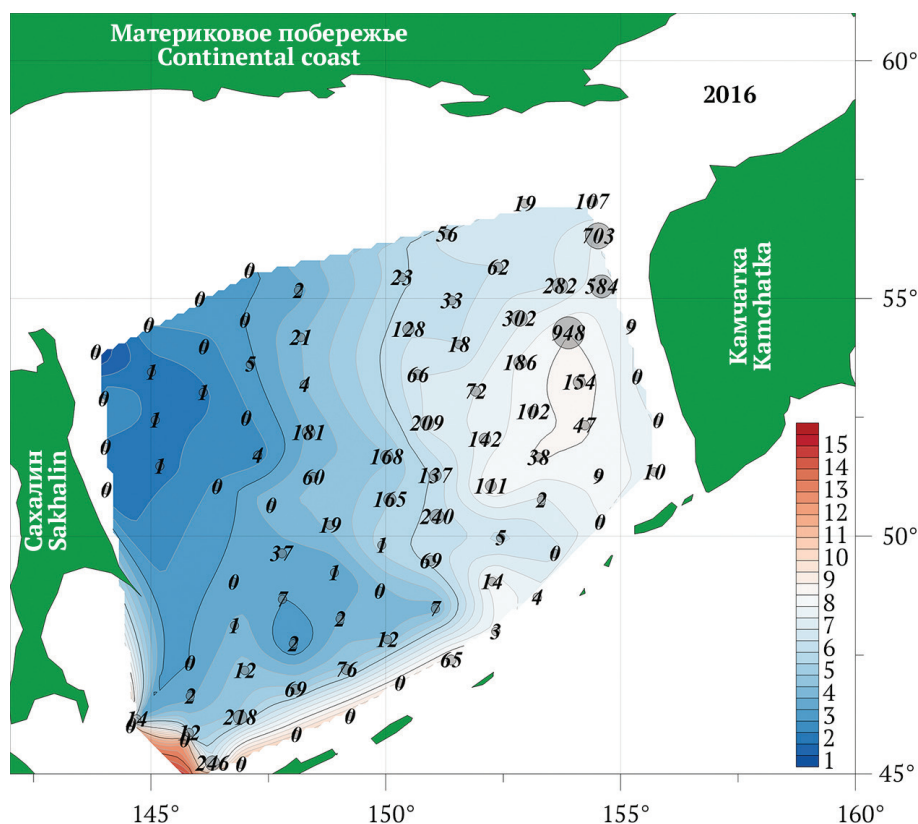


Рис. 7. Динамика суточных уловов горбуши Северо-Восточной Камчатки (Карагинская подзона) по данным 2017–2022 гг.: верхний график — по ежегодным данным, нижний график — по среднееголетним данным для нечетных и четных лет  
Fig. 7. Dynamics of daily pink salmon catches in Northeast Kamchatka (in Karaginskaya subzone) based on the data for 2017–2022 гг.: upper graph — based on annual data, lower graph — based on average annual data for odd and even years

уловов указанных учетных съемок (Шпигальская и др., 2011; Косицына и др., 2022). В результате этих работ удастся выделить «северный» комплекс стад горбуши, воспроизводя-

щийся в реках Западной Камчатки и северо-охотоморского материкового побережья. При этом рыбы западнокамчатского происхождения занимают в данной группировке стад бо-



лее 90%. Это позволяет оценить численность непосредственно горбуши Западной Камчатки из общих смешанных уловов в бассейне Охотского моря. Таким образом специалисты

КамчатНИРО получают исходную информацию для моделирования прогнозов динамики численности западнокамчатской горбуши. В таблице 3, в качестве примера, представлены

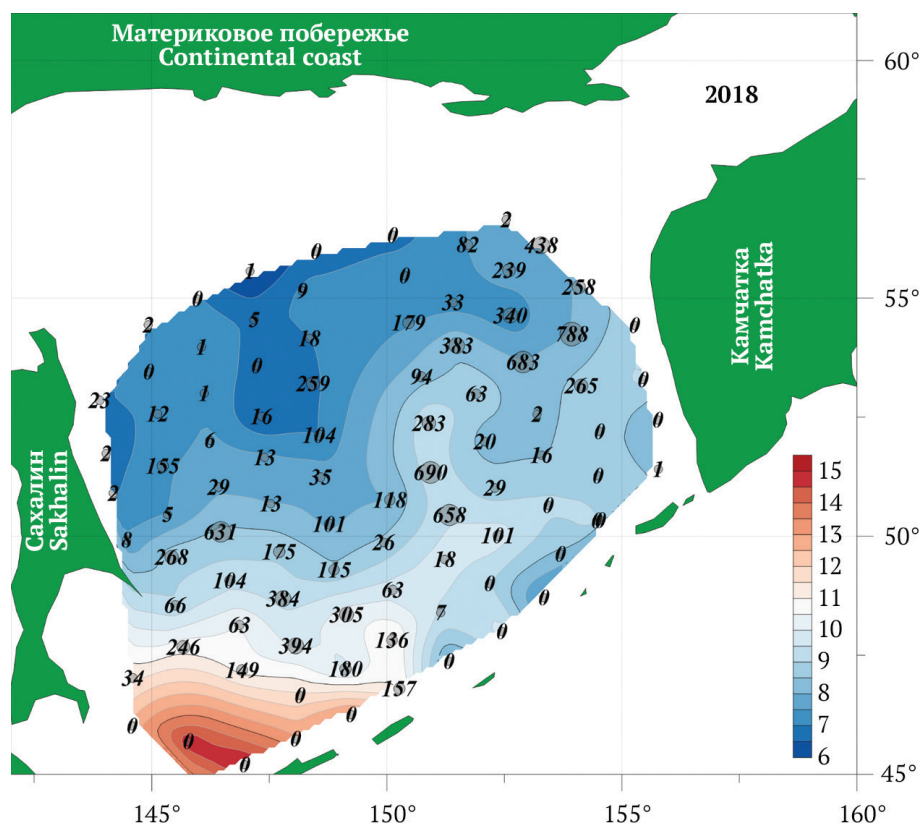


Рис. 8в. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°C) в бассейне Охотского моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2018 г.  
Fig. 8в. Distribution of under-yearling pink salmon catches (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the basin of the Sea of Okhotsk based on the autumn trawl survey data by TINRO in 2018

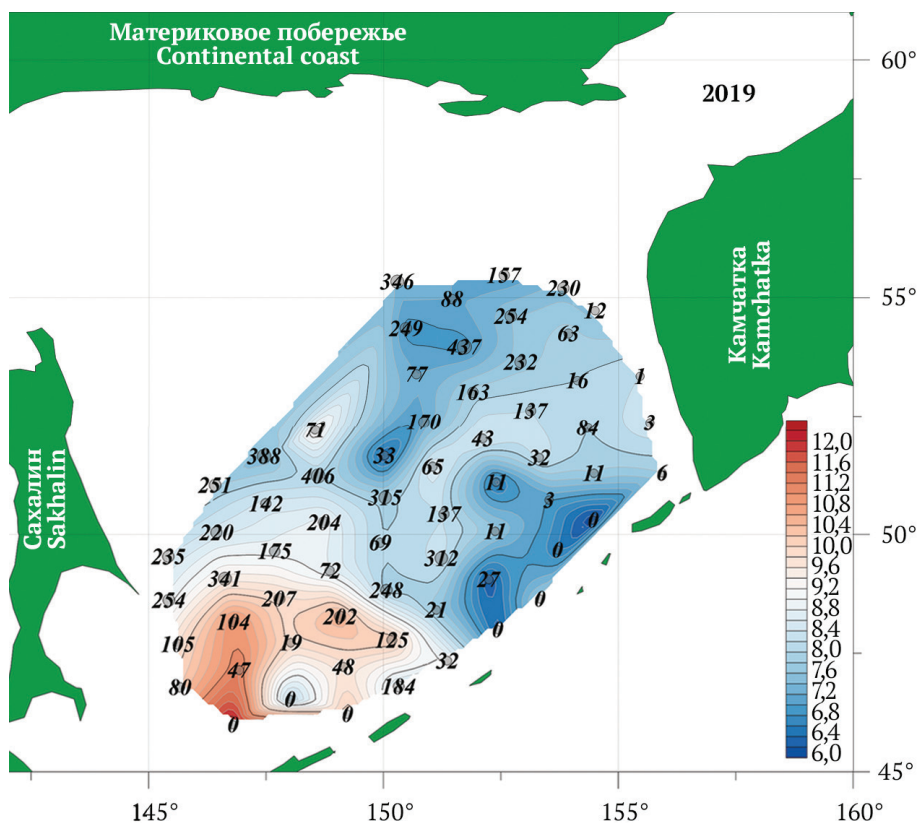


Рис. 8г. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°C) в бассейне Охотского моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2019 г.  
Fig. 8г. Distribution of under-yearling pink salmon catches (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the basin of the Sea of Okhotsk based on the autumn trawl survey data by TINRO in 2019



исходные данные для прогнозирования региональных подходов вида в 2017–2022 гг., полученные в результате генетической идентификации регионального состава молоди горбуши,

нагуливающейся в бассейне Охотского моря в 2016–2021 гг.

Анализ фактических подходов горбуши Западной Камчатки в период 2017–2022 гг. показал,

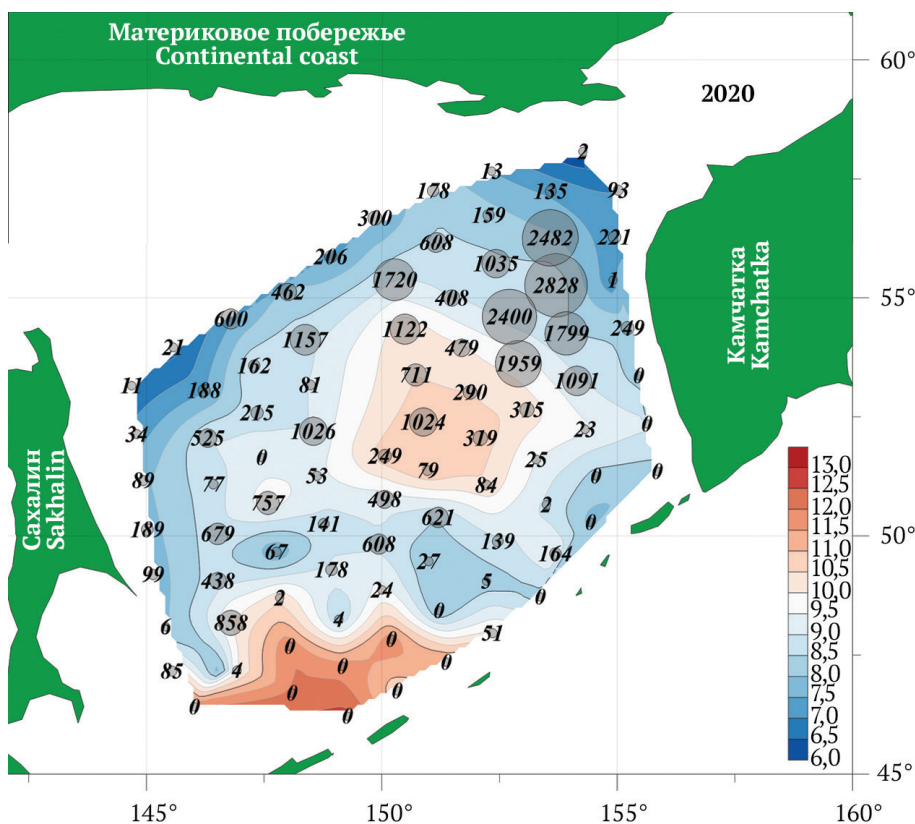


Рис. 8д. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°C) в бассейне Охотского моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2020 г.

Fig. 8d. Distribution of under-yearling pink salmon catches (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the basin of the Sea of Okhotsk based on the autumn trawl survey data by TINRO in 2020

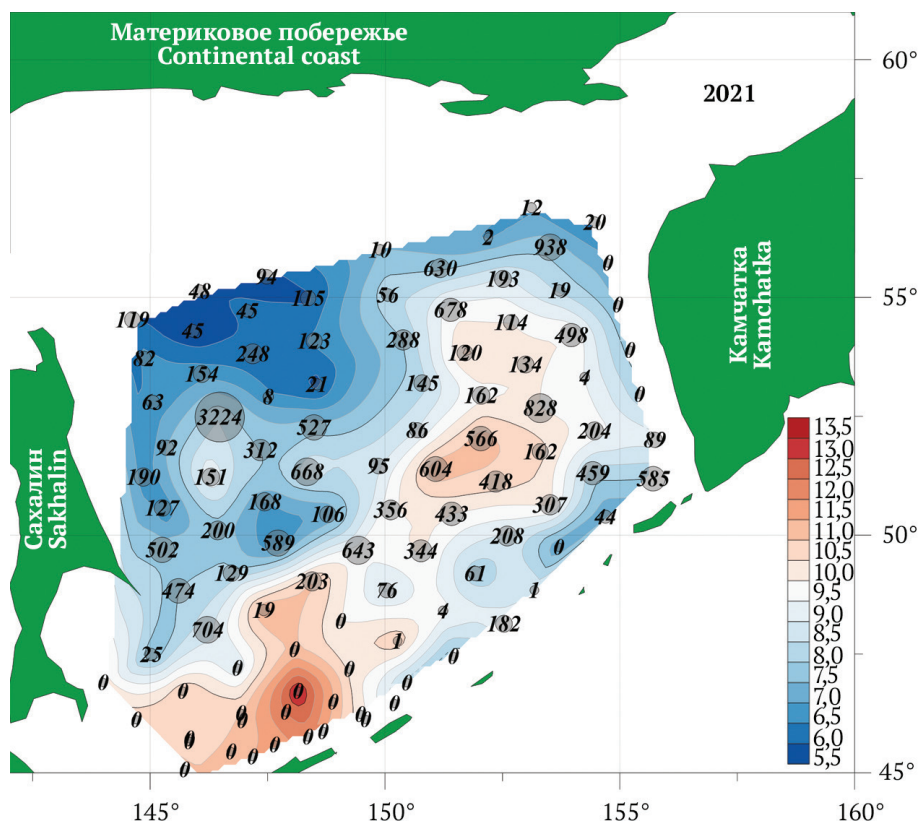


Рис. 8е. Распределение уловов сеголетков горбуши (экз./ч) и температуры поверхностных вод (°C) в бассейне Охотского моря по данным учетных траловых съемок ТИНРО в осенний период 2021 г.

Fig. 8e. Distribution of under-yearling pink salmon catches (fish/hour) and surface water temperature (°C) in the basin of the Sea of Okhotsk based on the autumn trawl survey data by TINRO in 2021

что среднесноголетний возврат производителей в четные годы составил более 155 млн экз., а в нечетные — около 100 млн экз. (рис. 9). Из этих данных видно, что разница численности горбуши обоих поколений воспроизводства относительно незначительна. При этом наблюдаются два абсолютных пика численности подходов — в 2018 г. (344 млн экз.) и 2021 г. (231 млн экз.). Отметим,

что первый пик был зафиксирован в четный год, а второй — в нечетный. Причем подход 2018 г. является историческим максимумом за практически столетний период имеющихся наблюдений. Аналогичная ситуация наблюдается и с распределением уловов горбуши в 2017–2022 гг. Среднесноголетний вылов в четные годы составил около 147 тыс. т, а в нечетные — 82 тыс. т. Пики

Таблица 3. Соотношение оценок численности молоди (учетные съемки в Охотском море — 2016–2021 гг.) и производителей (подходы к побережью — 2017–2022 гг.) горбуши Западной Камчатки, млн экз.  
Table 3. Ratio of estimated juvenile (surveys in the Sea of Okhotsk in 2016–2021) and adult stock (runs to the coast in 2017–2022) of pink salmon on West Kamchatka, mln fish

Параметр запаса Stock parameter	Год / Year					
	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Общая численность молоди в море Total juvenile abundance in the sea	442	2752	678	555	2113	1271
Доля молоди «северной» группировки стад, % Part of the “northern” group of juvenile stocks, %	46	82	56	62	55	25
Численность в море молоди «северной» группировки стад Abundance of the “northern” group of juvenile stocks in the sea	203	2257	380	344	1162	318
Численность в море молоди Западной Камчатки (–10% от «северной» группировки) Abundance of West Kamchatka juveniles in the sea (–10% of the “northern” group)	183	2031	342	310	1046	286
Численность подходов производителей Западной Камчатки (лаг + 1 год) Abundance of the spawning runs on West Kamchatka (with the lag of 1 year)	12	350	62	101	229	23

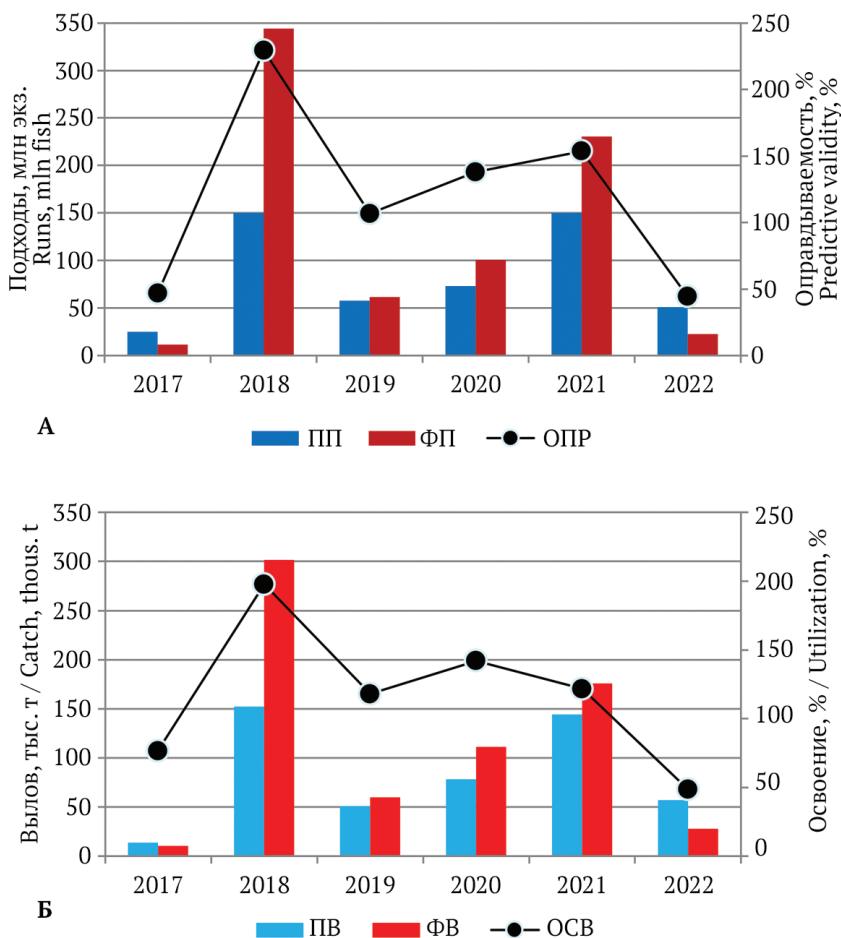


Рис. 9. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) горбуши Западной Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) по данным 2017–2022 гг.: ПП — прогнозируемый подход, ФП — фактический подход, ПВ — прогнозируемый вылов, ФВ — фактический вылов  
Fig. 9. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of pink salmon in West Kamchatka (in Kamchatka-Kuril and West Kamchatka subzones) based on the data for 2017–2022: ПП — predicted run, ФП — actual run, ПВ — predicted catch, ФВ — actual catch

вылова также были отмечены в 2018 и 2021 гг., составив 301 и 176 тыс. т соответственно.

В целом из представленных графиков видно, что после рекордных показателей подходов/вылова западнокамчатской горбуши в 2018 г. наметился перелом в динамике чередования урожайных и неурожайных поколений. Первые признаки смены доминант были отмечены в 2019 г., когда улов достиг среднего трендового уровня запасов. Причем это наблюдалось для ранее неурожайного нечетного года. В 2020 г. региональные уловы вида ожидаемо возросли. Однако в нечетный 2021 г. показатели вылова горбуши достигли сверхвысокого уровня. В 2022 г., несмотря на низкие прогнозные ожидания, фактический подход и вылов оказались еще ниже, что соответствовало уровню численности подходов предыдущих неурожайных нечетных лет.

На современном этапе оправдываемость прогнозов подходов и вылова горбуши Западной Камчатки в большинстве случаев соответствовали трендовым показателям. Исключением, как отмечено выше, был 2022 г. Освоение объемов ПВ вида в этот год составило всего около 50%. Полагаем, что здесь значительную роль сыграл фактор учета многолетней динамики

численности подходов, в которой линия поколений горбуши четных лет воспроизводства, как правило, была высокоурожайной. В результате ориентация прогноза была выполнена по максимальным допустимым критериям, несмотря на полученные данные генетической идентификации смешанных выборок молоди горбуши в бассейне Охотского моря в 2021 г., которые показывали долю «северного» комплекса стад на уровне 25–30% (Косицына и др., 2022). Итоги путины 2022 г. полностью подтвердили точность полученных генетических оценок в отношении западнокамчатской горбуши. Это указывает на необходимость более тщательного анализа этих данных при прогнозировании возвратов рассматриваемой единицы запасов.

Непосредственный анализ хода путин 2017–2022 гг. показал характерные тренды для двух сверхурожайных лет, 2018 и 2021 гг., когда нарастающие и суточные уловы горбуши Западной Камчатки достигали максимальных показателей (рис. 10 и 11). Как в четные, так и нечетные годы со второй декады июля до конца второй декады августа в регионе добывали порядка 85–95% вылова. В первом случае за пентаду в среднем вылавливали около 50 тыс. т, а

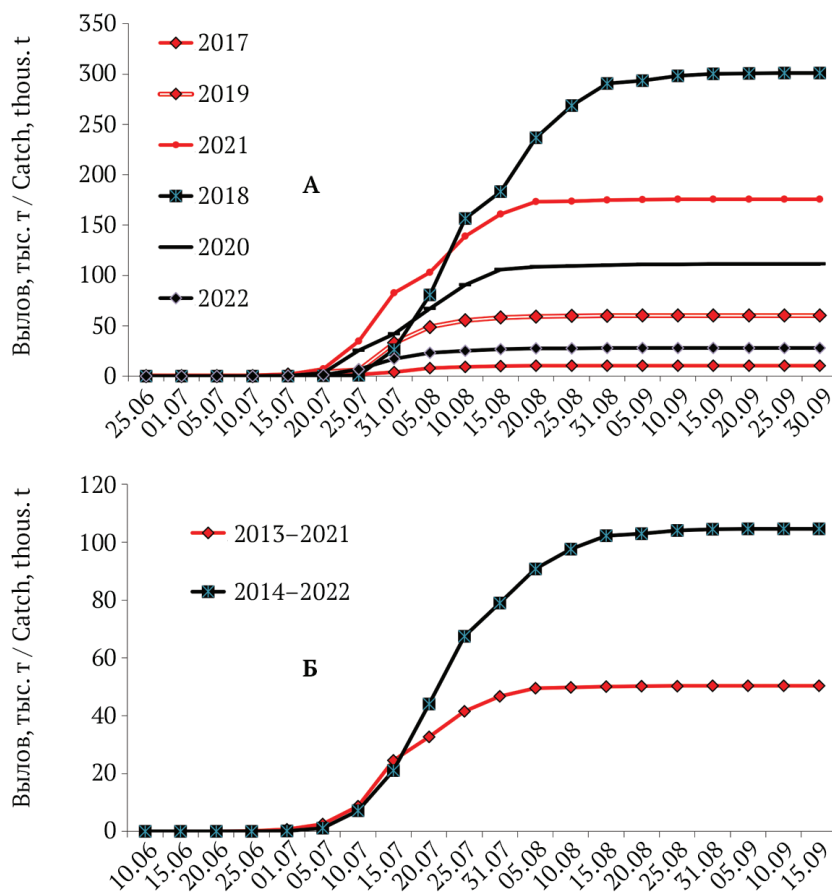


Рис. 10. Динамика нарастающих уловов горбуши Западной Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) по данным 2017–2022 гг.: верхний график — по ежегодным данным, нижний график — по среднемноголетним данным для нечетных и четных лет. Fig. 10. Dynamics of increasing pink salmon catches on West Kamchatka (in Kamchatka-Kuril and West Kamchatka subzones) based on the data for 2017–2022: upper graph – based on annual data, lower graph – based on average annual data for odd and even years

во втором — приблизительно 40 тыс. т. Из представленных данных видно, что, по сути, разницу в динамике нарастающих и суточных уловов создает 2018 г., который, как уже отмечено, является историческим максимумом региональных подходов вида.

Резюмируя раздел о динамике численности горбуши Западной Камчатки, следует уточнить, что имеются все предпосылки для смены доминант чередования урожайных и неурожайных поколений. Возможно, значительную роль в этом мог сыграть сверхвысокочисленный подход 2018 г. Сходная ситуация наблюдалась у гор-

буши Западной Камчатки в 1983 г., когда из-за высокочисленного возврата производителей нечетного года произошла смена доминанты с выводом ранее неурожайной четной линии лет на урожайный уровень. Однако в настоящее время пока преждевременно однозначно трактовать ситуацию именно таким образом, поскольку ряд наблюдений недостаточен для получения подтверждения данной тенденции.

В целом для Камчатского края в период 2017–2022 гг. характерна достаточно высокая оправдываемость трендов прогнозов ПВ горбуши (рис. 12). Из представленного графика

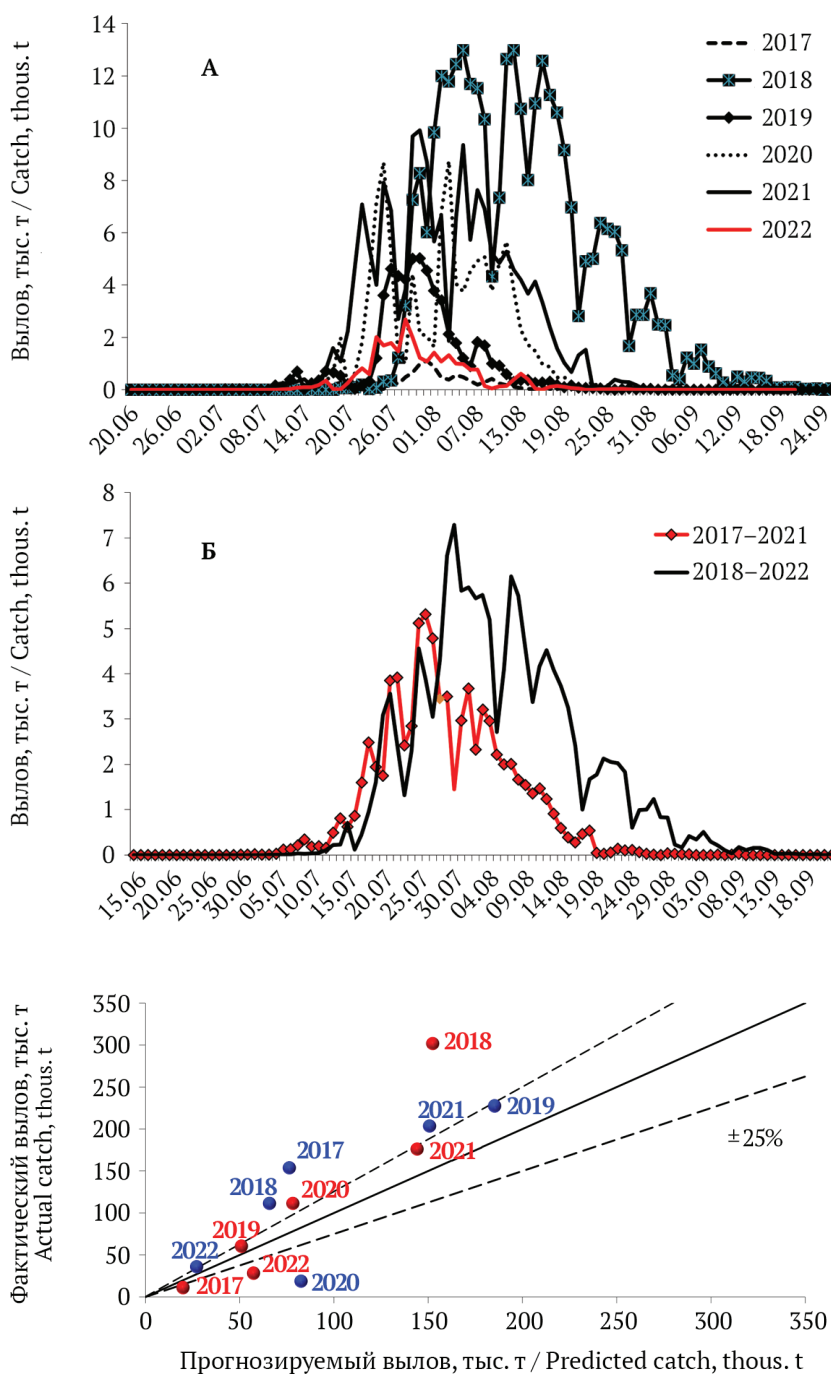


Рис. 11. Динамика суточных уловов горбуши Западной Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) по данным 2017–2022 гг.: верхний график — по ежегодным данным, нижний график — по среднееголетним данным для нечетных и четных лет  
Fig. 11. Dynamics of daily pink salmon catches on West Kamchatka (in Kamchatka-Kuril and West Kamchatka subzones) based on the data for 2017–2022: upper graph — based on annual data, lower graph — based on average annual data for odd and even years

Рис. 12. Соотношение прогнозируемого и фактического вылова горбуши Восточной (синие маркеры) и Западной (красные маркеры) Камчатки в 2017–2022 гг.: сплошная линия соответствует 100%-му соотношению прогноз/факт; пунктирные линии показывают верхний и нижний уровни допустимой ошибки прогноза (±25%)  
Fig. 12. Ratio between predicted and actual pink salmon catches of East (blue markers) and West (red markers) Kamchatka in 2017–2022: solid line corresponds to 100% forecast/actual ratio; dashed lines show the upper and lower levels of acceptable forecast error (±25%)



видно, что подавляющая часть определенных объемов вылова была освоена на уровне выше границы 100%-й оправдываемости прогнозов. Это свидетельствует о правильности заданных трендов динамики численности в рассматриваемый период. Тем не менее ошибки прогнозов, как уже отмечено выше, наблюдались на Восточной Камчатке в 2020 г. и на Западной Камчатке в 2022 г. Кроме того, имеется точка 2017 г., которая лежит на нижней границе допустимой ошибки. Однако данный год не показателен из-за крайне низкой численности неурожайного поколения западнокамчатской горбуши. Таким образом, можно сделать заключение, что в целом система прогнозирования динамики численности вида в пределах Камчатского края, разработанная специалистами КамчатНИРО, достаточно адекватна.

**Нерестовый запас.** В отношении тихоокеанских лососей данный показатель отражает ситуацию с количественной оценкой заполнения нерестилищ производителями во внутренних водных объектах конкретного региона воспроизводства. Величина нерестового запаса напрямую зависит от мощности возвратов половозрелых рыб. Поэтому для понимания общей ситуации с формированием нерестового потенциала тихоокеанских лососей Камчатского края логично рассматривать обстановку с подходами производителей в целом по региону, где сосредоточены основные центры воспроизводства. Данные о пространственном распределении численности подходов камчатской горбуши (вылов + пропуск (заполнение нерестилищ)) в 2017–2022 гг. представлены на рисунке 13.

Из показанных карт-схем видно, что наиболее высокие уловы и заполнение нерестилищ горбуши наблюдались в двух обозначенных выше основных центрах воспроизводства — Северо-Восточная Камчатка и Западная Камчатка. В первом случае максимальные уловы отмечены в нечетные (2017, 2019, 2021) годы в прибрежной зоне Карагинского и Олюторского заливов, а во втором — в четные (2018, 2020) и нечетные (2021) годы на акватории прибрежных вод в зоне от устья р. Большой до устья р. Ичи. Заполнение нерестилищ горбуши также было наиболее высоким в реках, входящих в бассейны указанных регионов.

Следует уточнить, что в настоящее время на северо-восточном побережье Камчатки наиболее высока численность горбуши в реках Карагинского залива (реки Хайлюля, Ивашка,

Дранка, Карага, Тымлат, Кичига-Белая и Анапка). В заливах Корфа и Олюторский наиболее значимыми для воспроизводства вида являются реки Вывенка, Пахача и Алука. На западном побережье Камчатки основные запасы горбуши сконцентрированы в группе рек Ича – Воровская (Западно-Камчатская подзона), а также в группе рек Коль, Пымта и Кихчик (Камчатско-Курильская подзона). Южнее в группе рек Опа-ла – Озерная численность запасов горбуши остается относительно низкой.

Тем не менее понятно, что только анализ пространственного распределения нерестовых запасов не дает ответа на вопрос о достаточности или недостаточности численности производителей в регионе для осуществления эффективного воспроизводства. Поэтому, говоря об изменчивости нерестовых запасов как горбуши, так и других видов тихоокеанских лососей необходимо обозначить некоторые теоретические аспекты, позволяющие аргументировать основные критерии для оценки их состояния.

В случае с моноциклическими видами рыб наиболее очевидно, что подобным критерием выступает оценка зависимости «нерест – возврат». Таким образом, имеется возможность определить тот уровень нерестовой численности рыб, который необходим для продуцирования достаточно высокого возврата, обеспечивающего максимальный устойчивый вылов (международное определение — Maximum Sustainable Yield, MSY). Следовательно, управление лососевыми ресурсами должно быть ориентировано на формирование необходимого уровня нерестового потенциала основных промысловых единиц запасов того или иного вида. Базовым критерием для получения оценки эффективности формирования нерестового запаса служат расчетные целевые ориентиры пропуска производителей на нерестилища.

В результате многолетнего изучения динамики численности нерестовых подходов производителей тихоокеанских лососей специалистами КамчатНИРО были определены необходимые количественные уровни оптимальных и граничных пропусков каждого вида на нерестилища Камчатского края, обеспечивающие стабильное воспроизводство и устойчивое рыболовство (Фельдман и др., 2016, 2018, 2019). Необходимый уровень пропуска в зависимости от численности подхода определяется с помощью разработанных правил регулирования промысла (Фельдман и др., 2022).

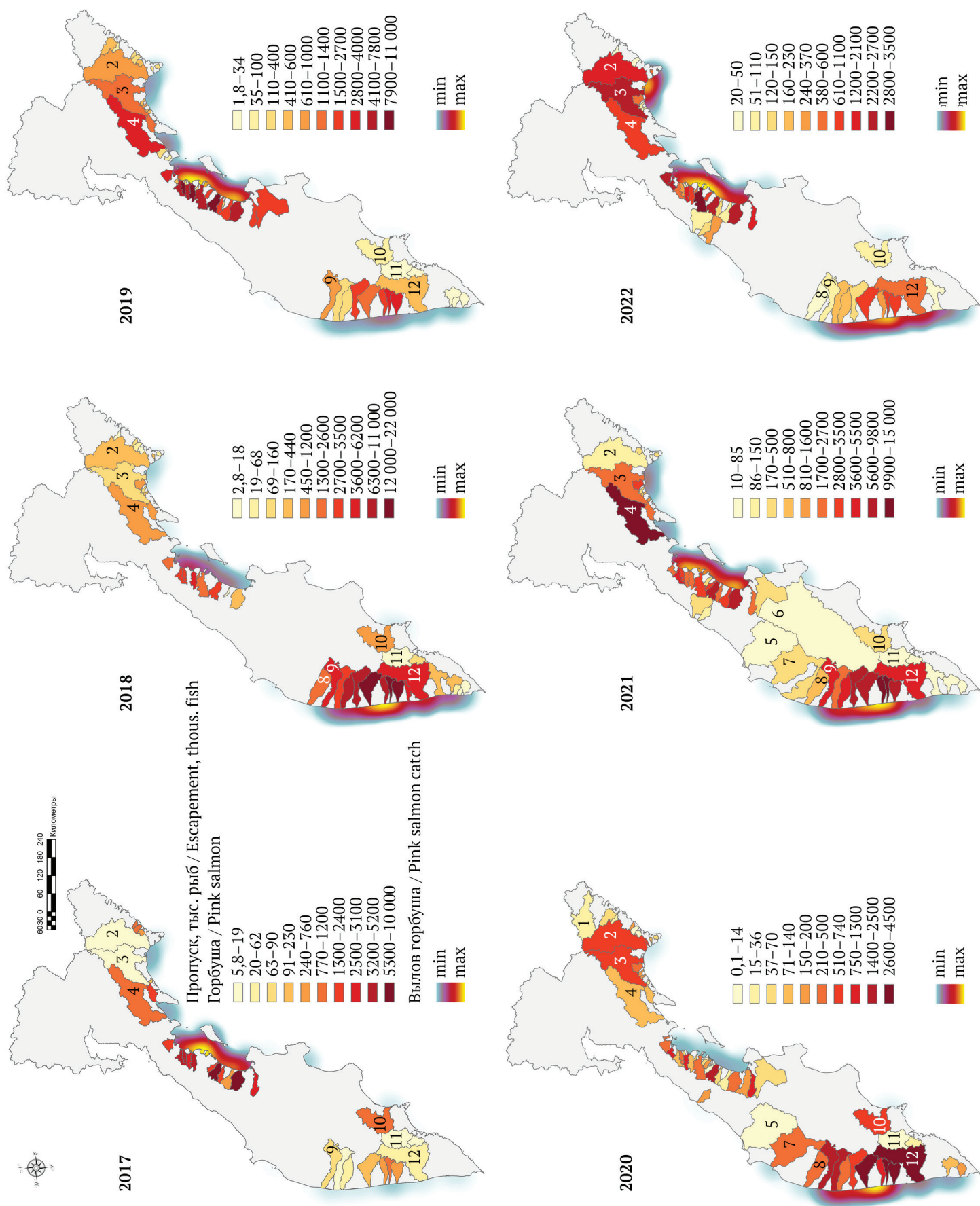


Рис. 13. Карты-схемы пространственного распределения численности подходов производителей горбуши (вылов + заполнение нерестилищ) Камчатского края в 2017–2022 гг.  
Fig. 13. Schematic maps of the spatial distribution of pink salmon spawning runs (catch + filling of spawning grounds) in Kamchatka Territory in 2017–2022

В современной трактовке управления лососевым промыслом целевые показатели (ориентиры) пропуска производителей на нерестилища водоемов воспроизводства принято дифференцировать по следующему принципу:

1)  $S_{MSY}$  — целевой (оптимальный) пропуск, стабильно обеспечивающий эффективное воспроизводство и MSY конкретной единицы запаса;

2)  $S_{MAX}$  — максимальный пропуск, обеспечивающий расширенное воспроизводство конкретной единицы запасов со снижением уровня эксплуатации;

3)  $S_{BUF}$  — буферный (промежуточный) ориентир пропуска, обеспечивающий пониженный, но достаточный уровень воспроизводства с целью формирования MSY.

Для обеспечения стабильного рыболовства и эффективного воспроизводства тихоокеанских лососей необходимо, чтобы ориентиры пропуска были не ниже  $S_{BUF}$ . Однако следует учитывать, что данный ориентир достаточно рискован, так как любой природный фактор, негативно влияющий на воспроизводство тихоокеанских лососей, может привести к сокращению численности возвратов и, соответственно, снижению промыслового изъятия того или иного вида. В тех случаях, когда в течение ряда

лет наблюдается уровень пропуска ниже  $S_{BUF}$ , промысел необходимо ограничивать или полностью закрывать. Поэтому наиболее предпочтительным ориентиром пропуска все-таки является  $S_{MSY}$ . Применение в качестве ориентира пропуска  $S_{MAX}$  может быть оправдано в случае общего значительного и устойчивого сокращения численности конкретной единицы запасов тихоокеанских лососей.

Данные о динамике численности нерестовых запасов горбуши Камчатского края в основных центрах воспроизводства в 2017–2022 гг. относительно целевых ориентиров пропуска представлены на рисунке 14. Информация о расчетных показателях граничных ориентиров пропуска горбуши Северо-Восточной и Западной Камчатки опубликована в статьях М.Г. Фельдмана с соавторами (2018, 2019).

Полученные результаты позволили определить, что у группировки стад горбуши Северо-Восточной Камчатки уровень заполнения нерестилищ в течение 2017, 2018, 2019 и 2021 гг. был выше максимального ориентира пропуска  $S_{MAX}$  (35 млн экз.). Пропуск 2022 г. соответствовал ориентиру  $S_{MSY}$  (18 млн экз.). И лишь в 2020 г. заполнение нерестилищ находилось на уровне буферного ориентира пропуска  $S_{BUF}$  (11 млн экз.). Отметим, что этот год был минимальным по

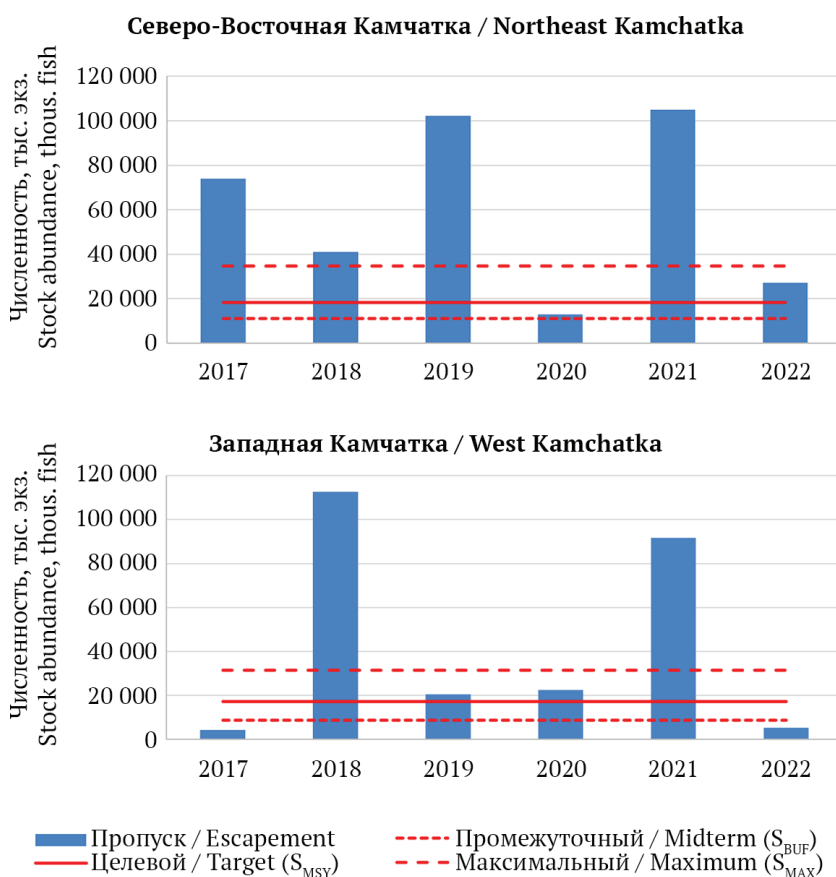


Рис. 14. Динамика численности основных нерестовых запасов горбуши Камчатского края относительно целевых ориентиров пропуска производителей на нерестилища по данным 2017–2022 гг.  
Fig. 14. Dynamics of stock abundance of the major pink salmon spawning stocks in Kamchatka Territory in relation to the target escapements to spawning grounds according to 2017–2022 data



численности подхода производителей в рассматриваемый период.

На Западной Камчатке ситуация с формированием нерестовых запасов горбуши менее однозначная. Отметим, что максимальный ориентир пропуски  $S_{MAX}$  (31 млн экз.) был ожидаемо превышен в 2018 и 2021 гг. В промежуточные (2019 и 2020) годы уровень пропуска соответствовал оптимальному ориентиру  $S_{MSY}$  (17 млн экз.). Соответственно, в 2017 и 2022 гг. пропуск был немного ниже буферного ориентира  $S_{BUF}$  (9 млн экз.). Однако следует учитывать, что нерест 2017 г. продуцировал возврат 2019 г., который был максимальным в ряду нечетных лет практически за 40 лет наблюдений. Поэтому имеющиеся показатели минимального пропуска нельзя считать критической ситуацией с состоянием нерестовых запасов западнокамчатской горбуши. Это было бы актуальным в случае многолетнего повторения подобного уровня заполнения нерестилищ в четные и нечетные годы.

В целом состояние нерестовых запасов горбуши Камчатского края в 2017–2022 гг. можно охарактеризовать как стабильно высокое. Среднепогодный пропуск в указанных регионах соответствовал: Северо-Восточная Камчатка: нечетные годы — 93,7 млн экз. (74,0–104,9 млн экз.), четные — 27,0 млн экз. (13,0–41,0 млн экз.); Западная Камчатка: нечетные годы — 38,8 млн экз. (4,2–91,8 млн экз.), четные — 46,8 млн экз. (5,2–112,6 млн экз.). В большинстве случаев пропуск производителей вида на нерестилища варьировал на уровне максимального и оптимального ориентиров. Данная тенденция прослеживалась для обоих основных центров воспроизводства (Северо-Восточной и Западной Камчатки). При этом позитивная обстановка с заполнением нерестилищ отмечена как для четной, так и нечетной линий лет.

### Кета

По среднепогодным данным, вид является вторым или третьим по численности из всех тихоокеанских лососей Камчатского края. Как правило, второе и третье места кета делит с неркой. При этом в 2000–2010-е гг. встречаемость кеты в промысловых уловах была несколько ниже, чем нерки. Основными центрами воспроизводства камчатской кеты традиционно, по аналогии с горбушей, считаются два региона — северо-восточное и западное побережье (Заварина, 2008; Макоедов и др., 2009). Третьим центром воспроизводства вида можно обозна-

чить бассейн р. Камчатки (Бугаев и др., 2007). Во всех указанных регионах суммарно добывается порядка 90–95% кеты Камчатского края.

**Северо-Восточная Камчатка.** Промысел кеты в данном регионе сосредоточен практически на 100% в Карагинской подзоне. Основные районы промысла локализованы на морских РЛУ в бассейнах заливов Карагинский, Корфа и Олюторский, где добывается порядка 80% от общего вылова в подзоне. При этом в Карагинском заливе, по среднепогодным данным, добывают приблизительно 70% вида, а в заливах Корфа и Олюторский — около 30%. Активный промысел кеты Северо-Восточной Камчатки начинается одновременно с горбушей приблизительно в середине июня, а заканчивается в конце августа. В динамике добычи (вылова) вида условно можно выделить два пика: в первой половине июля и в первой половине августа. В первый пик добывается порядка 60–70% кеты Северо-Восточной Камчатки. Добыча (вылов) вида ведется совместно с горбушей.

Анализ фактических подходов и вылова кеты северо-восточного побережья Камчатки в 2018–2022 гг. показал, что среднепогодный возврат производителей составлял 4,0 млн экз. (2,1–5,2 млн экз.), а промысловое изъятие — 8,6 тыс. т (3,6–14,4 тыс. т) (рис. 15). Сопоставление прогнозируемых и фактических подходов/уловов кеты показало, что в большинстве случаев прогнозы были выше, чем факт. Однако практически во все годы уровень отклонения данных величин не превышал 25%-й порог стандартной ошибки прогнозирования. Исключением был только 2020 г., когда прогноз возвратов/вылова кеты не оправдался. Напомним, что аналогичная ситуация в этот год наблюдалась и с горбушей Северо-Восточной Камчатки. Возможные причины неоправдавшихся прогнозных ожиданий возвратов/вылова горбуши и кеты представлены в статье А.В. Бугаева с соавторами (2020б). В целом, уточним, что без учета 2020 г. подходы кеты в рассматриваемый период в среднем колебались на уровне 4–5 млн экз., а вылов — в пределах 7–14 тыс. т.

Характеризуя динамику промысла кеты Северо-Восточной Камчатки, можно отметить, что практически 90–95% вылова вида приходится на период со второй декады июля до второй декады августа (рис. 16). На этот же период приходятся два пика суточных уловов. Наиболее вероятно, это связано с подходами в район промысла кеты двух рас — ранней летней и



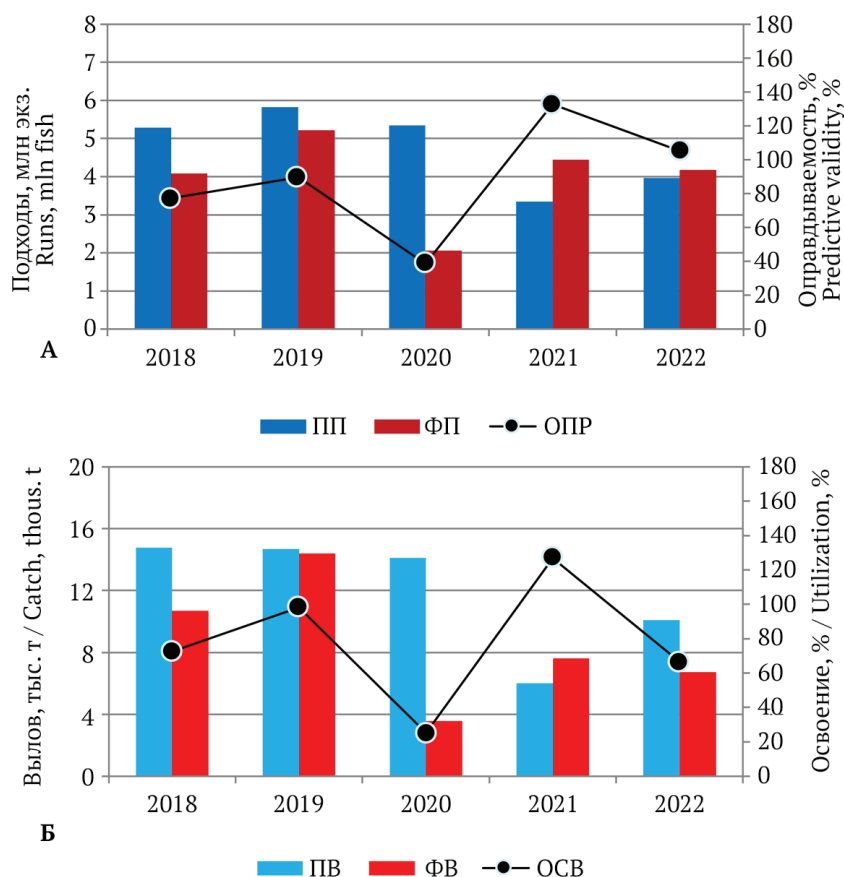


Рис. 15. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) кеты Северо-Восточной Камчатки (Карагинская подзона) по данным 2018–2022 гг.: ПП – прогнозируемый подход, ФП – фактический подход, ПВ – прогнозируемый вылов, ФВ – фактический вылов  
Fig. 15. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of chum salmon on Northeast Kamchatka (in Karaginskaya subzone) based on the data for 2018–2022 гг.: ПП – predicted run, ФП – actual run, ПВ – predicted catch, ФВ – actual catch

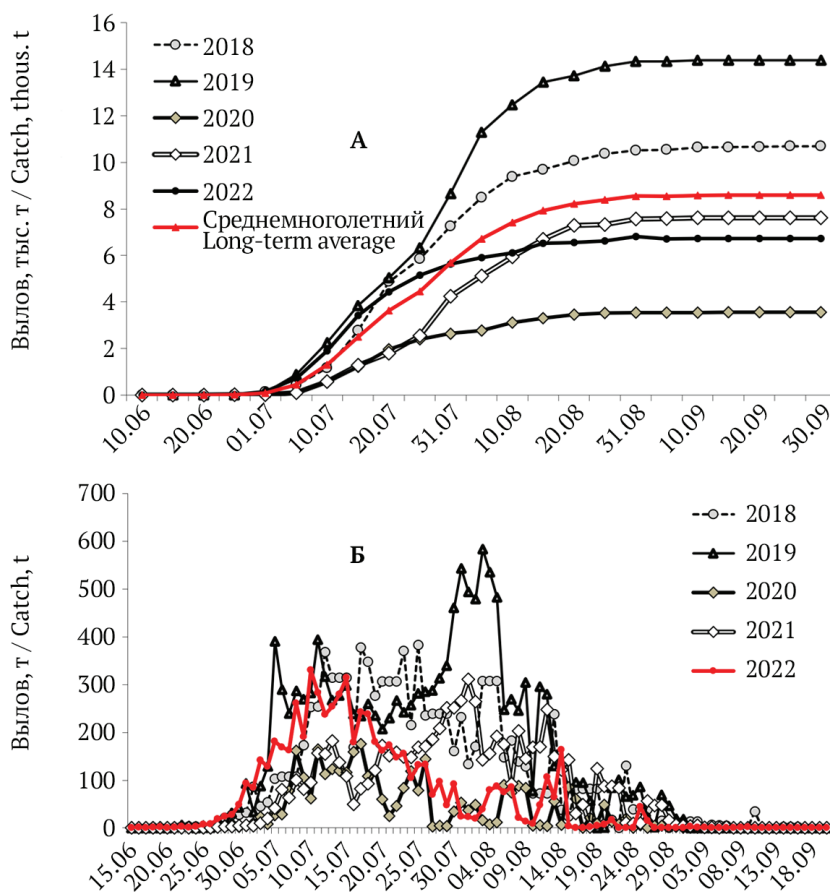


Рис. 16. Динамика нарастающих (верхний график) и суточных (нижний график) уловов кеты Северо-Восточной Камчатки (Карагинская подзона) по данным 2018–2022 гг.  
Fig. 16. Dynamics of increasing (upper) and daily (lower) catches of chum salmon on Northeast Kamchatka (in Karaginskaya subzone) based on the data for 2018–2022

поздней летней. К сожалению, биологические особенности темпоральных группировок локальных стад вида, воспроизводящихся в реках Северо-Восточной Камчатки, еще достаточно не изучены. Поэтому затруднительно дать более подробную информацию по данному вопросу. В целом нарастающие уловы кеты, по среднемноголетним данным 2018–2022 гг., во второй–третьей декадах июля по пятидневкам достигали более 1000 т, а суточные уловы — в среднем около 200 т. В первой–второй декадах августа аналогичные показатели составляли около 600 и 120 т соответственно. Интенсивность промысла напрямую была связана с численностью подходов кеты данного региона.

**Восточная (р. Камчатка) и Юго-Восточная Камчатка.** В данном регионе (Петропавловско-Командорская подзона) воспроизводится достаточно большое количество локальных стад кеты. Однако порядка 80% вылова вида обеспечивает только стадо р. Камчатки (Бугаев и др., 2007). Заход производителей кеты в бассейн р. Камчатки и другие реки региона наблюдается в начале июля. Активизация промысла, как правило, приходится на вторую половину июля. К концу августа массовый анадромный ход вида заканчивается. Непосредственно добыча (вылов) кеты р. Камчатки в основном осу-

ществляется ставными неводами на морских РЛУ в Камчатском заливе (около 80%) (Бугаев и др., 2022). Облов вида происходит совместно с поздней расой нерки и кижучем.

Анализ фактических подходов и вылова кеты Восточной и Юго-Восточной Камчатки в 2018–2022 гг. показал, что среднемноголетний возврат производителей вида составлял около 1,3 млн экз. (0,8–1,7 млн экз.), а промысловое изъятие — 2,9 тыс. т (1,1–4,4 тыс. т) (рис. 17). Сопоставление величин прогнозируемых и фактических подходов кеты свидетельствует о более высоких показателях прогнозов. При этом оценки соотношения подходов по принципу «прогноз – факт» в большинстве случаев очень близки, что указывает на достаточную точность прогнозирования общего запаса численности вида. Исключением является 2021 г., когда возврат был заметно выше прогнозируемого.

Относительно освоения объемов ПВ кеты Восточной и Юго-Восточной Камчатки можно сказать, что тенденции в целом схожие с динамикой подходов. Однако в большинстве случаев этот показатель ниже 25%-го порога точности прогнозов. Если исключить 2021 г., когда возврат и вылов были заметно выше прогнозируемых величин, то среднемноголетнее освоение регионального объема ПВ кеты в рассма-

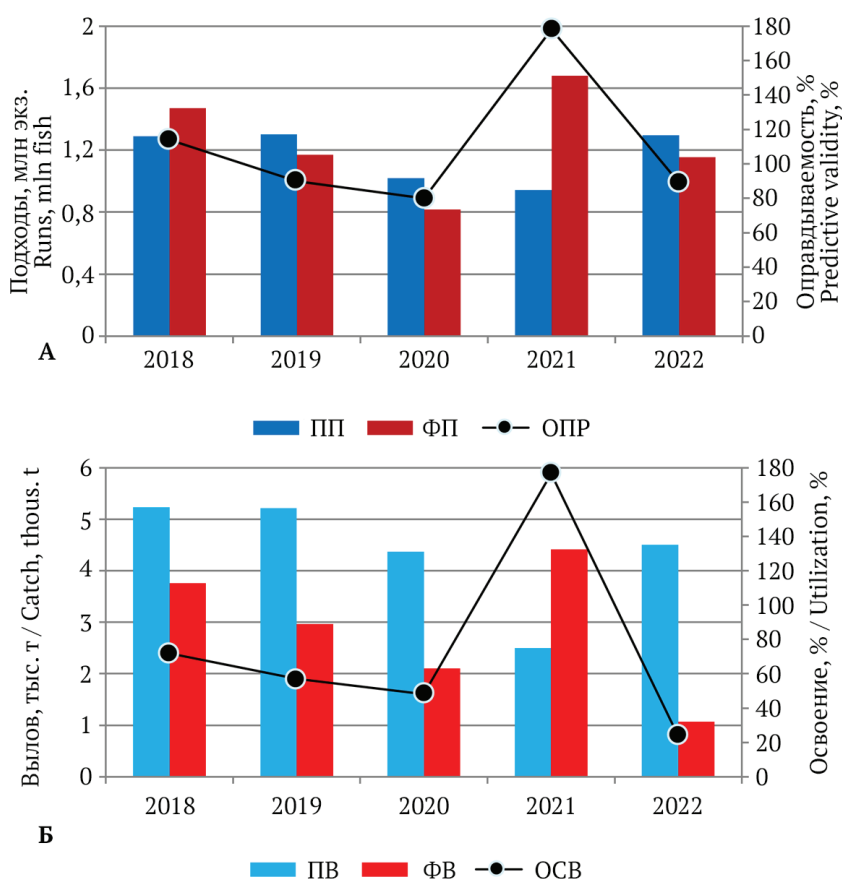


Рис. 17. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) кеты Восточной и Юго-Восточной Камчатки (Петропавловско-Командорская подзона) по данным 2018–2022 гг.: ПП — прогнозируемый подход, ФП — фактический подход, ПВ — прогнозируемый вылов, ФВ — фактический вылов  
Fig. 17. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of chum salmon on East and Southeast Kamchatka (in Petropavlovsk-Komandorskaya subzone) based on the data for 2018–2022: ПП — predicted run, ФП — actual run, ПВ — predicted catch, ФВ — actual catch

триваемый период составляло около 50%. Причем минимальный показатель освоения объема ПВ был зафиксирован в 2022 г. (24%). Подчеркнем, что недостаточное промысловое изъятие кеты Восточной и Юго-Восточной Камчатки в основном связано с общим снижением численности вида в бассейне р. Камчатки, наблюдаемым в 2010-е гг. Кроме того, анадромный ход кеты растянут во времени, а в середине августа многие рыбодобывающие предприятия зачастую заканчивают работу ставных неводов в Камчатском заливе. Это связано со снижением рентабельности неводного промысла. Соответственно, все отражается на данных промысловой статистики.

В качестве примера для анализа динамики нарастающих и суточных уловов кеты в 2018–2022 гг. рассмотрим крупнейшую региональную единицу запасов вида — стадо р. Камчатки (рис. 18). Из представленных данных видно, что заметное увеличение уловов происходит во второй–третьей декадах июля. Пик добычи (вылова) приходится на конец июля – начало августа. Ближе ко второй декаде августа интенсивность промысла кеты заметно падает. Во второй декаде сентября промысел вида в

р. Камчатке практически заканчивается. Во время рунного хода среднепентадные уловы кеты достигают приблизительно 200 т, а суточные уловы — в среднем около 40 т. В течение путины формируются два пика вылова. Первый максимальный пик приходится на период со второй декады июля до первой декады августа. В этот период добывают порядка 80–90% от общего вылова кеты р. Камчатки. Второй, относительно небольшой пик обычно наблюдается во второй–третьей декадах августа. При этом снижение уловов кеты, наблюдаемое во второй–третьей декадах июля, как правило, вызвано закрытием промысла в Камчатском заливе и бассейне р. Камчатки. Данная мера ежегодно вводится для осуществления пропуска производителей кеты и поздней формы нерки к местам нереста.

**Западная Камчатка.** На западном побережье Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) кета воспроизводится в большинстве рек региона (Макоедов и др., 2009). Как правило, многие локальные стада вида достаточно близки по уровню численности запасов. Исключением можно считать стадо кеты р. Большой (Юго-Западная Камчатка),

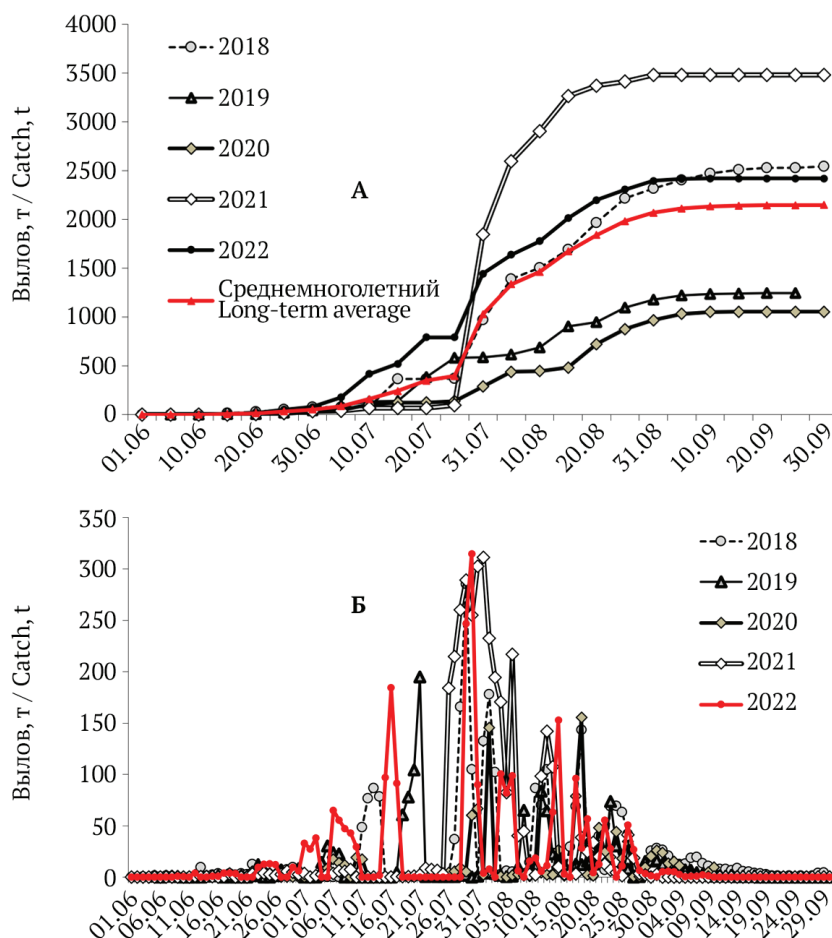


Рис. 18. Динамика нарастающих (верхний график) и суточных (нижний график) уловов кеты р. Камчатки (Петропавловско-Командорская подзона) по данным 2018–2022 гг. Fig. 18. Dynamics of increasing (upper) and daily (lower) catches of chum salmon in the Kamchatka R. (Petropavlovsk-Komandorskaya subzone) based on the data for 2018–2022

где численность запасов относительно высокая. Тем не менее промысел кеты Западной Камчатки осуществляется практически на всей прилегающей прибрежной акватории, а также во всех промыслово-значимых внутренних водных объектах региона. Активная добыча (вылов) западнокамчатской кеты начинается приблизительно с середины июля, а окончание приходится на первую половину сентября. Рунный ход вида наблюдается с третьей декады июля по вторую декаду августа. Кета является сопутствующим видом при промысле горбуши. Поэтому основной ее лов на Западной Камчатке сосредоточен на морских РЛУ, где добывают порядка 70–80% от общего регионального вылова вида. В неурожайные для горбуши годы доля кеты, добываемой на речных РЛУ, возрастает.

Фактические подходы и вылов кеты западного побережья Камчатки по среднемуголетним данным 2018–2022 гг. составили около 6,2 млн экз. (4,7–7,3 млн экз.) и 17,2 тыс. т (12,9–20,0 тыс. т) соответственно (рис. 19). Сопоставление величин прогнозируемых и фактических подходов/уловов кеты показало, что в большинстве случаев прогнозы были ниже. Это указывает на нормальный алгоритм прогнозирования, когда на начальном этапе дается более

предосторожная оценка потенциальных величин возвратов и вылова. Исключением можно считать 2021 г. Однако имеющийся уровень отклонения показателей прогноз/факт в этот год вполне согласовывается со стандартной 25%-й методической ошибкой прогнозирования тихоокеанских лососей.

Динамика нарастающих и суточных уловов кеты Западной Камчатки вполне согласуется с общей численностью региональных подходов производителей вида в 2018–2022 гг. (рис. 20). В целом ход путин достаточно равномерен относительно среднемуголетних показателей. Это указывает на сходство характера преднерестовых миграций западнокамчатской кеты, независимо от общей численности подходов и чередования урожайных и неурожайных поколений горбуши. Рунный ход приходится на третью декаду июля и вторую декаду августа, когда формируется пик вылова (конец июля – начало августа). В течение массового хода среднепентадные нарастающие уловы вида могут достигать 1750 т, а суточные уловы — в среднем 350 т. На данном этапе путины изымается порядка 80% общего регионального объема добычи (вылова) вида. В конце августа и середине сентября также могут наблюдаться относительно небольшие пики вылова кеты. Это связано

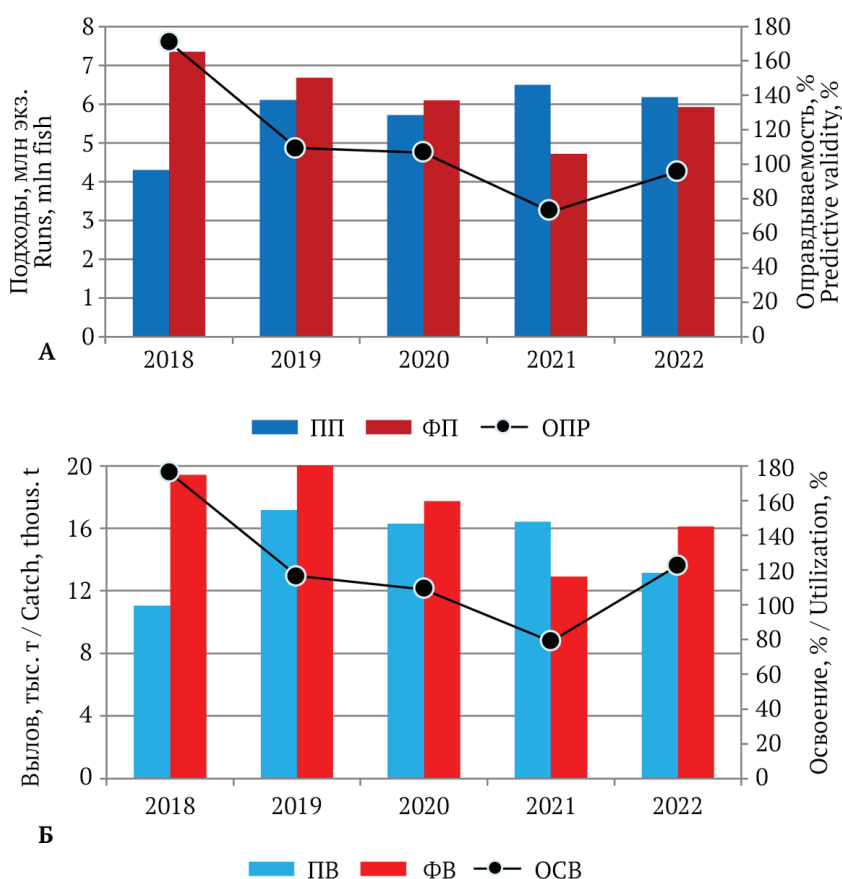


Рис. 19. Динамика прогнозируемых/фактических подходов (А) и вылова (Б) кеты Западной Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) по данным 2018–2022 гг.: ПП — прогнозируемый подход, ФП — фактический подход, ПВ — прогнозируемый вылов, ФВ — фактический вылов  
Fig. 19. Dynamics of predicted/actual runs (A) and catches (B) of chum salmon on West Kamchatka (in Kamchatka-Kuril and West Kamchatka subzones) based on the data for 2018–2022: ПП — predicted run, ФП — actual run, ПВ — predicted catch, ФВ — actual catch



с региональными закономерностями миграций темпоральных группировок (рас) вида (Кузичин и др., 2010).

Оценивая в целом ситуацию для Камчатского края с оправдываемостью прогнозов численности кеты в 2018–2022 гг., отметим, что уровень их достоверности для комплексов стад Восточной и Западной Камчатки достаточно высок (рис. 21). Из представленных данных видно, что подавляющая часть определенных объемов ПВ была освоена в диапазоне границ, близких к  $\pm 25\%$ -й методической погрешности. Исключения были зафиксированы лишь в 2020 г. на Вос-

точной Камчатке (ниже прогноза) и в 2018 г. на Западной Камчатке (выше прогноза). Подчеркнем, что оба эти года были нетипичны для возврата производителей горбуши, при промысле которой осуществляется и лов кеты.

В качестве пояснения уточним, что в 2020 г. был зафиксирован минимальный уровень подходов восточнокамчатской горбуши за рассматриваемый период. При этом непосредственно численность подхода кеты Северо-Восточной Камчатки в данный год была достаточно высокой и сопоставимой с таковыми показателями двух предыдущих лет, когда возвраты вида на-

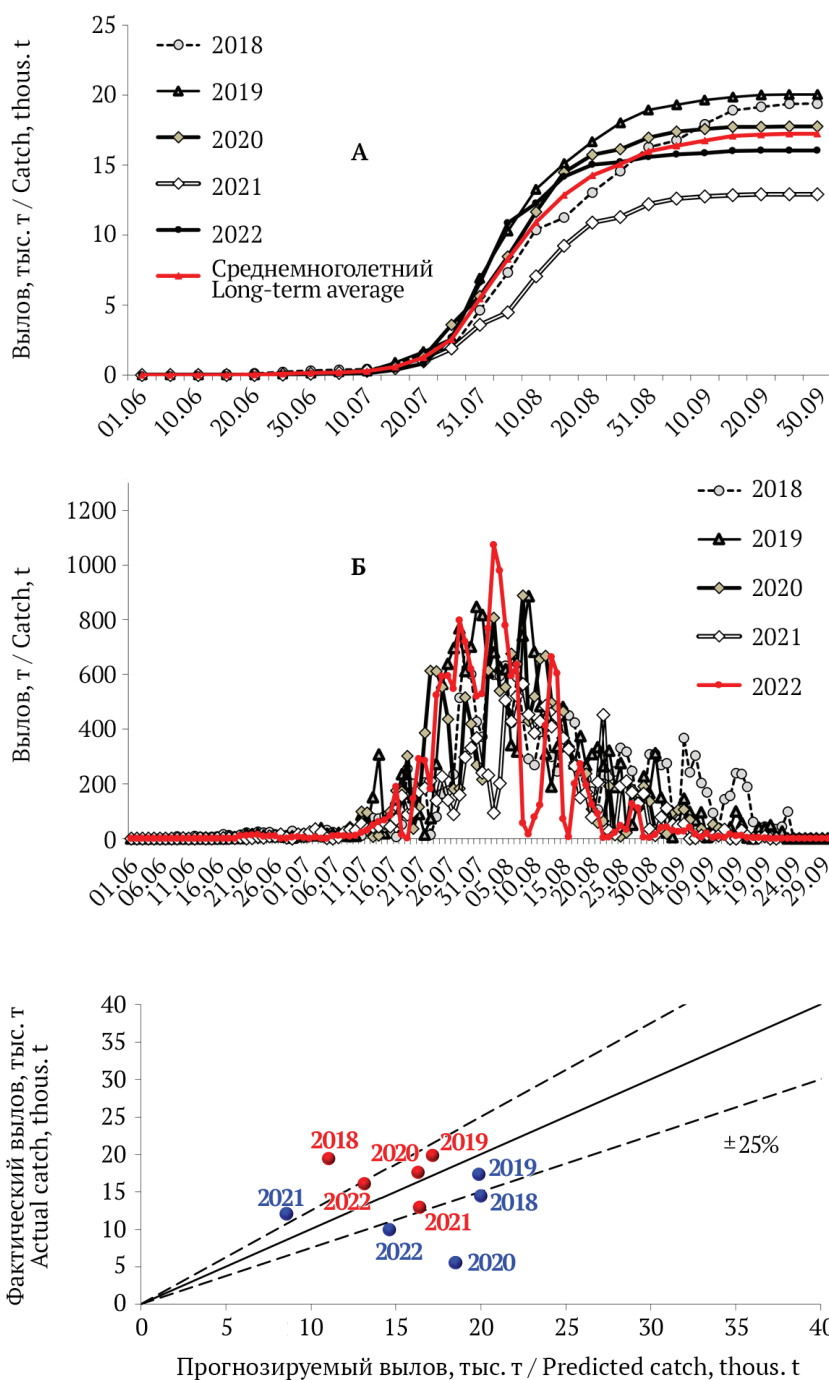


Рис. 20. Динамика нарастающих (верхний график) и суточных (нижний график) уловов кеты Западной Камчатки (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны) по данным 2018–2022 гг.  
Fig. 20. Dynamics of increasing (upper) and daily (lower) catches of chum salmon on West Kamchatka (in Kamchatka-Kuril and West Kamchatka sub-zones) based on the data for 2018–2022

Рис. 21. Соотношение прогнозируемого и фактического вылова кеты Восточной (синие маркеры) и Западной (красные маркеры) Камчатки в 2018–2022 гг.: сплошная линия соответствует 100%-му соотношению прогноз/факт; пунктирные линии показывают верхний и нижний уровни допустимой ошибки прогноза ( $\pm 25\%$ )  
Fig. 21. Ratio between predicted and actual chum salmon catches of East (blue markers) and West (red markers) Kamchatka in 2018–2022: solid line corresponds to 100% forecast/actual ratio; dashed lines show the upper and lower levels of acceptable forecast error ( $\pm 25\%$ )

ходила на уровне 5–6 млн экз. производителей. По сути, низкие подходы горбуши сыграли отрицательную роль в освоении кеты Северо-Востока Камчатки, так как рентабельность неводного промысла определяет одновременный облов обоих видов. В результате часть рыбодобывающих предприятий в 2020 г. рано закончили промысел, недоиспользовав выделенный объем ПВ по кете.

Сходная ситуация, только со знаком плюс, произошла и в 2018 г., когда численность подходов западнокамчатской горбуши была экстремально высокой почти за 100-летний период наблюдений. Это привело к сохранению максимально высокого уровня неводного промысла в прибрежной зоне Западной Камчатки, который продлился почти до середины сентября. Отметим, что обычно в данном регионе уже в конце августа многие предприятия заканчивают промысел на морских РЛУ, так как поздняя кета и кижуч не образуют массовых преднерестовых скоплений, на которые ориентированы ставные невода. В результате увеличение сроков ведения неводного промысла в 2018 г. позволило повысить не только добычу (вылов) горбуши, но и, соответственно, кеты.

В целом, можно сделать заключение о достаточно адекватной методической основе прогнозирования динамики численности кеты в пределах Камчатского края. Однако группировка стад Восточной Камчатки требует более детальной проработки прогностической методологии и повышения уровня информационной обеспеченности прогнозов, учитывая сложность внутривидовой структуры запасов.

**Нерестовый запас.** Данные о пространственном распределении численности подходов кеты Камчатского края в 2018–2022 гг. представлены на рисунке 22. Из показанных карт-схем видно, что наиболее массовые подходы производителей вида наблюдаются в рассматриваемых центрах воспроизводства/промысла — реки Северо-Восточной (Карагинский (рр. Хайлюля, Ивашка, Дранка, Карага, Тымлат, Кичига-Белая и др.) и Олюторский (рр. Апука, Имка, Пахача и др.) заливы) и Западной Камчатки (в районе, расположенном от устья р. Опала до устья р. Хайрюзова), а также р. Камчатка (Камчатский залив). Учитывая, что численность кеты не подвержена столь высокой флуктуации, как у горбуши, количественное распределение производителей в подходах более равномерно при рассмотрении межгодовой изменчивости запасов.

Как правило, заполнение нерестилищ наблюдается в традиционных центрах воспроизводства, представляющих кластеры рек восточного и западного побережья Камчатки. Более подробно информация о нерестовом запасе камчатской кеты в основных районах воспроизводства в 2018–2022 гг. относительно целевых ориентиров пропуска производителей на нерестилища представлена на рисунке 23.

Анализ имеющихся данных показал, что у группировки стад кеты Северо-Восточной Камчатки уровень заполнения нерестилищ в течение рассматриваемого ряда лет был выше максимального ориентира пропуска  $S_{MAX}$  (364 тыс. экз.). При этом сохранялся четкий тренд на последовательное увеличение региональных нерестовых запасов вида. Максимальный пропуск, отмеченный в 2022 г., составил более 2 млн экз. производителей.

В бассейне р. Камчатки нерестовые запасы кеты в 2018–2022 гг. были близки или несколько превышали оптимальный ориентир пропуска  $S_{MSY}$  (142 тыс. экз.). Исключением был 2022 г., когда пропуск превысил лишь буферный ориентир  $S_{BUF}$  (51 тыс. экз.). При этом следует отметить, что в бассейне р. Камчатки авиаучет производителей кеты на нерестилищах зачастую не проводится на необходимом уровне. Это связано как с нехваткой полетного времени из-за лимита финансирования, так и со значительной площадью водного бассейна. Следует уточнить, что кета в бассейне р. Камчатки не является объектом целевых авиаучетных исследований. Поэтому имеющиеся оценки нерестовой численности данной единицы запаса вида не всегда репрезентативны.

На Западной Камчатке ситуация с формированием нерестовых запасов кеты подвержена заметной межгодовой изменчивости. По имеющимся данным, в 2019, 2020 и 2022 гг. уровень пропуска производителей вида на нерестилища был близок к буферному ориентиру  $S_{BUF}$  (427 тыс. экз.). В 2021 г. показатель пропуска соответствовал оптимальному целевому ориентиру  $S_{MSY}$  (638 тыс. экз.). И лишь в 2018 г. достиг максимального показателя пропуска  $S_{MAX}$  (844 тыс. экз.). Дополнительно отметим, что в водных объектах Западной Камчатки нерестовый запас кеты нередко недоучитывается. В основном это связано с большой продолжительностью анадромного хода вида в регионе. В результате чего авиаучетные съемки не могут в полной мере охватить все стадии нереста западнокамчатской кеты.

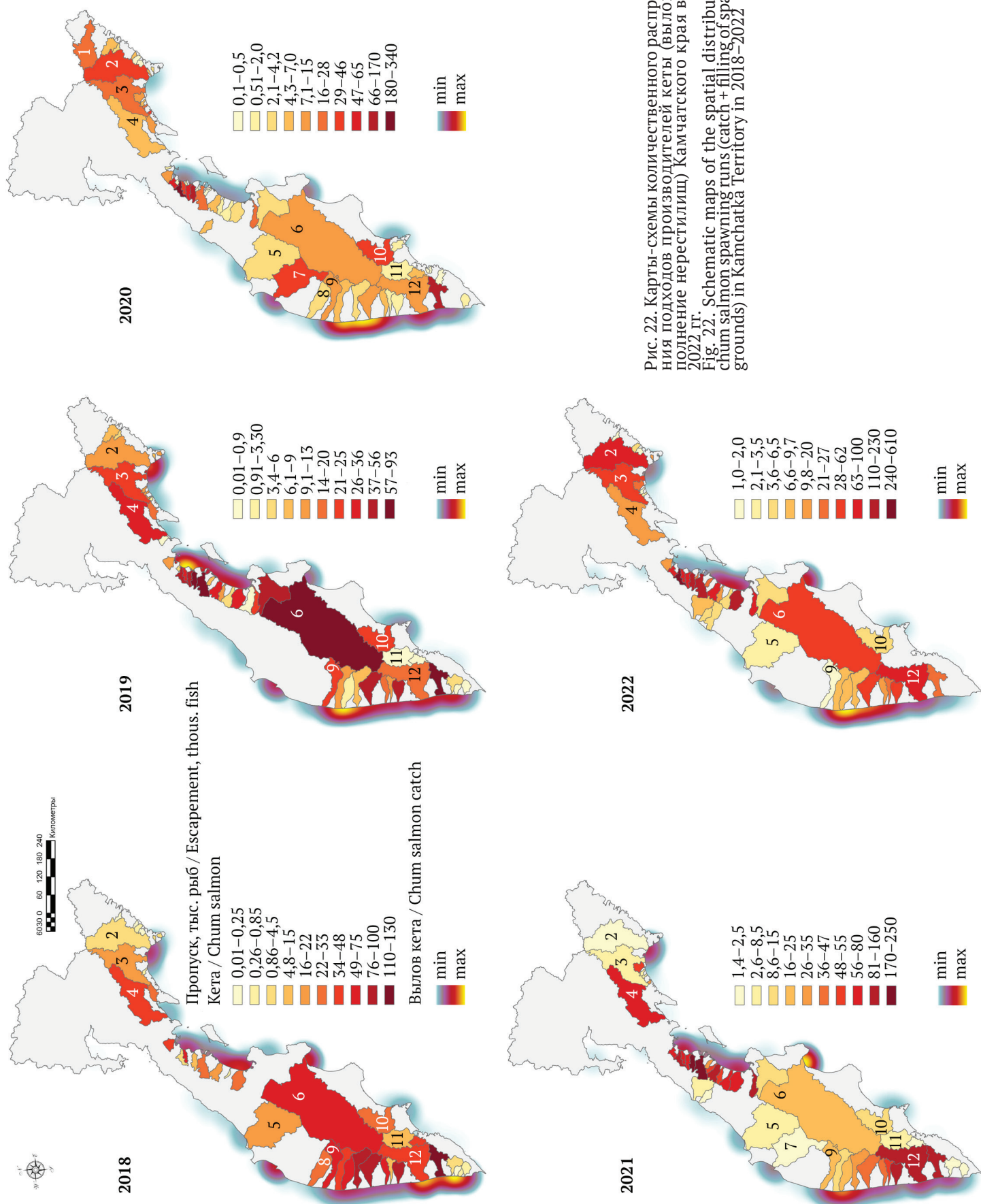


Рис. 22. Карты-схемы количественного распределения подходов производителей кеты (вылов + заполнение нерестилищ) Камчатского края в 2018–2022 гг.  
Fig. 22. Schematic maps of the spatial distribution of chum salmon spawning runs (catch + filling of spawning grounds) in Kamchatka Territory in 2018–2022



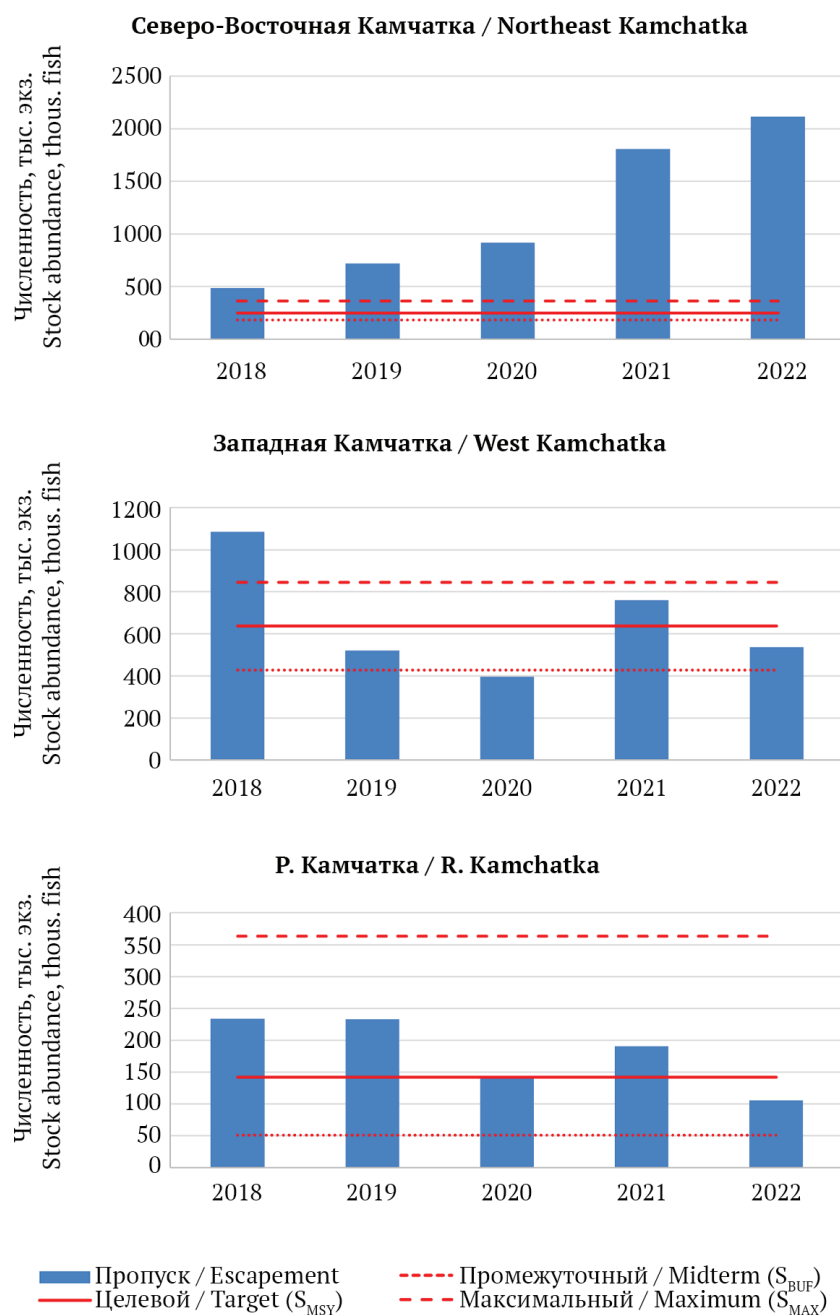


Рис. 23. Динамика численности основных нерестовых запасов кеты Камчатского края относительно целевых ориентиров пропуска производителей на нерестилища по данным 2017–2022 гг.

Fig. 23. Dynamics of stock abundance of the major chum salmon spawning stocks in Kamchatka Territory in relation to the target escapements to spawning grounds according to 2017–2022 data

В целом состояние нерестовых запасов кеты Камчатского края в 2018–2022 гг. можно охарактеризовать как стабильно хорошее. Среднеголетний пропуск производителей на нерестилища в указанных регионах соответствовал: Северо-Восточная Камчатка — 1209 тыс. экз. (487–2114 тыс. экз.); р. Камчатка — 181 тыс. экз. (106–234 тыс. экз.); Западная Камчатка — 660 тыс. экз. (396–1085 тыс. экз.). На северо-востоке Камчатки уровень пропуска в течение всего периода наблюдений соответствовал максимальному показателю  $S_{MAX}$ . На Западной Камчатке и в бассейне р. Камчатки пропуск варьировал на уровне оптимальных и буферных ориентиров  $S_{MSY}$  и  $S_{BUF}$ .

Однако необходимо понимать, что в данном случае речь идет о генеральном состоянии основных запасов камчатской кеты. В реальности есть отдельные водные объекты, как на Восточной, так и на Западной Камчатке, где запасы этого вида могут находиться в неудовлетворительном состоянии. Например, на восточном побережье к таким водоемам относятся реки Авача и Паратунка, а на западном побережье — речная система Опала-Голыгина.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате выполненных исследований проведен анализ итогов лососевых путин в Камчатском крае в 2018–2022 гг. В работе рассмо-

трены данные промысловой статистики, включающие информацию о ежегодных, сезонных нарастающих и суточных уловах тихоокеанских лососей для основных единиц региональных запасов. Определены закономерности и обозначены критические моменты, обуславливающие оправдываемость прогнозов численности подходов/вылова производителей. Кроме того, приводятся многолетние оценки изменчивости нерестовых запасов всех видов тихоокеанских лососей относительно целевых ориентиров пропуска на нерестилища.

Полученные данные показали, что средне-многолетний уровень запасов тихоокеанских лососей Камчатского края в 2018–2022 гг. достиг исторического максимума за почти столетний период наблюдений. В настоящее время в регионе добывается порядка 70–80% лососевых ресурсов Дальнего Востока России. Основу вылова составляла горбуша (~77%), а нерка и кета занимали второе (~11%) и третье (~9%) места соответственно. Суммарная доля кижуча и чавычи не превышала 3%. Многолетние закономерности динамики нарастающих и суточных уловов полностью соответствовали фактической численности подходов отдельных региональных единиц запасов тихоокеанских лососей.

По отдельным видам тихоокеанских лососей (горбуша, кета) проведенный анализ итогов путин 2018–2022 гг. показал следующие результаты.

1. У горбуши Восточной Камчатки в рассматриваемый период максимальные подходы и уловы были зафиксированы в 2019 и 2021 гг., а на Западной Камчатке — в 2018 и 2021 гг. Отмечена тенденция потенциальной смены доминанты урожайных и неурожайных поколений на западном побережье. Предположительно, ранее неурожайные поколения нечетных лет воспроизводства западнокамчатской горбуши сейчас выходят на урожайный уровень. Возможной причиной считаем экстремально высокий уровень возврата производителей данной группировки стад в 2018 г. Оценка основных нерестовых запасов горбуши Камчатского края показала их динамику на уровне оптимальных и максимальных ориентиров пропуска на нерестилища.

2. У кеты Северо-Восточной Камчатки в рассматриваемый период наблюдается снижение фактических подходов и вылова в 2021 и 2022 гг. По кете р. Камчатки также минимальный уровень запаса был зафиксирован в 2021 г. На Западной Камчатке ситуация с динамикой запаса

са вида относительно стабильная. При этом нерестовая численность кеты Камчатского края по основным единицам запасов находится на уровне оптимальных или максимальных ориентиров пропуска на нерестилища. У кеты Северо-Восточной Камчатки нерестовый запас в 2021 и 2022 гг. многократно превосходит показатели пропуска, необходимые для расширенного воспроизводства данной региональной группировки стад.

В целом, сложившаяся система прогнозирования динамики запасов горбуши и кеты Камчатского края в 2018–2022 гг. показала достаточно высокий уровень оправдываемости возвратов и вылова производителей. Уровень критической (отрицательной) среднемноголетней ошибки прогнозирования по отдельным единицам запасов был относительно невелик. Например, к подобным ошибкам можно отнести низкие возвраты горбуши и кеты на Восточной Камчатке в 2020 г., а на Западной Камчатке — низкие подходы горбуши в 2022 г. Разумеется, для отдельных промысловых единиц запасов тихоокеанских лососей в некоторые годы фиксировали ошибки прогнозов. Но они были не критичны, так как, в большинстве случаев, отклонения от прогнозных величин не превышали уровень  $\pm 25\%$ -й стандартной методической ошибки прогнозирования.

Дополнительно уточним, что в отношении горбуши и кеты имеется общая тенденция занижения прогнозных величин подходов/вылова относительно фактических показателей, что объясняется предосторожными принципами формирования прогнозов. Последнее напрямую связано с возможностью корректировки объемов ПВ тихоокеанских лососей по данным фактических подходов той или иной региональной единицы запасов.

#### СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

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

The authors declare that this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic refer-

ences to all data of other authors used in the review are formatted in accordance with the state standards (GOST). The authors declare that they have no conflict of interest.

#### ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ AUTHOR CONTRIBUTIONS

Авторы в равной мере участвовали в сборе и обработке данных, обсуждении полученных результатов и написании статьи.

The authors jointly collected, processed and analyzed the data, discussed the results and wrote the text of article, with equal contribution.

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Бугаев А.В., Лепская Е.В., Коваль М.В., Тепнин О.Б., Зикунова О.В., Фельдман М.Г. 2020б. Обзор итогов лососевой путины-2020 в Камчатском крае (Сообщение 2): анализ оправдываемости прогнозов и возможных причин их несоответствия // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 141–170.

Бугаев А.В., Шевляков Е.А. 2008. Флюктуации численности горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Западной и Восточной Камчатки на рубеже XX и XXI веков // Бюл. № 3 реализации «концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». С. 63–74.

Бугаев А.В., Шпигальская Н.Ю., Зикунова О.В., Артюхина Н.Б., Фельдман М.Г., Шубкин С.В., Коваленко М.Н. 2019. Аналитический обзор итогов лососевой путины-2019 (Камчатский край) // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 23–52.

Бугаев А.В., Шпигальская Н.Ю., Зикунова О.В., Артюхина Н.Б., Фельдман М.Г., Шубкин С.В., Коваленко М.Н. 2020а. Обзор итогов лососевой путины-2020 в Камчатском крае (Сообщение 1): динамика и статистика промысла, оценки нерестового фонда // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 17–43.

Бугаев А.В., Шпигальская Н.Ю., Зикунова О.В., Фельдман М.Г., Заварина Л.О., Дубынин В.А., Артюхина Н.Б., Шубкин С.В., Ерохин В.Г., Коваль М.В., Коваленко М.Н., Бирюков А.М., Фадеев Е.С., Нагорнов А.А. 2018. Аналитический обзор итогов лососевой путины-2018 (Камчатский край) // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 14–40.

Бугаев В.Ф., Вронский Б.Б., Заварина Л.О., Зорбиди Ж.Х., Остроумов А.Г., Тиллер И.В. 2007. Рыбы реки Камчатка. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 459 с.

Бугаев А.В., Зикунова О.В., Тепнин О.Б., Шубкин С.В., Коваль М.В., Сошин А.В., Фадеев Е.С., Артюхина Н.Б., Малых К.М. 2022. Оценка комплексного воздействия промысла и гидрологических условий Камчатского залива на формирование нерестовых запасов тихоокеанских лососей р. Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. № 66. С. 5–51.

Дубынин В.А., Шевляков Е.А., Ильин О.И. 2007. К методике прогнозирования численности поколений нерки *Oncorhynchus nerka* стада р. Озерной // Изв. ТИНРО. Т. 149. С. 219–225.

Заварина Л.О. 2008. Биология и динамика численности кеты *Oncorhynchus keta* северо-восточного побережья Камчатки: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 25 с.

Зикунова О.В., Дубынин В.А., Заварина Л.О., Шубкин С.В., Бугаев А.В. 2021. Тенденции изменения численности, прогноз, управление запасами нерки *Oncorhynchus nerka* и кеты *Oncorhynchus keta* в Камчатском крае // Вопр. рыболовства. Т. 22. № 4. С. 75–85.

Косицына А.И., Шпигальская Н.Ю., Сергеев А.А., Сошнина В.А., Савенков В.В., Денисенко А.М., Муравская У.О., Зеленина Д.А. 2022. Генетическая идентификация молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) Охотоморского бассейна по результатам рестрикционного анализа митохондриальной ДНК и анализа однонуклеотидных полиморфизмов // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 66. С. 52–67.

Кузищин К.В., Груздева М.А., Савваитова К.А., Павлов Д.С. 2010. Сезонные расы кеты *Oncorhynchus keta* (Walb.) и их взаимоотношения в реках Камчатки // Вопр. ихтиологии. Т. 50, № 2. С. 202–215.

Макоедов А.Н., Коротаев Ю.А., Антонов Н.П. 2009. Азиатская кета. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 356 с.

Остроумов А.Г. 1962. Опыт применения аэрометодов учета тихоокеанских лососей в реках Камчатки. Петропавловск-Камчатский: Кн. ред. «Камчатской правды». 41 с.

Остроумов А.Г. 1964. Опыт применения аэрометодов для заполнения нерестилищ лососями / Лососевое хозяйство Дальнего Востока. С. 90–100.

Остроумов А.Г. 1975. Нерестовый фонд и состояние запасов дальневосточных лососей в водоемах п-ова Камчатка и Корякского нагорья в 1957–1971 гг. (по матер. авиаучетов и аэрофото съемок) // Тр. ВНИРО. Т. 106. С. 21–33.

- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М. 376 с.
- Фельдман М.Г. 2020. Использование метода случайных лесов деревьев решений Random Forest в целях прогнозирования подходов горбуши северо-востока Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 59. С. 76–96.
- Фельдман М.Г., Бугаев А.В. 2021. Современные принципы управления запасами горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* Камчатского края (динамика численности, прогнозирование, регулирование промысла) // Вопр. рыболовства. Т. 22. № 4. С. 86–95.
- Фельдман М.Г., Бугаев А.В., Зикунтова О.В., Шубкин С.В., Дубынин В.А. 2022. Обоснование правил регулирования лососевого промысла Камчатки с учетом концепции предосторожного подхода и обеспечения максимального устойчивого вылова // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 64. С. 5–34.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А. 2015. Выживаемость камчатской горбуши как результат совокупного воздействия плотностной регуляции и внешних факторов среды // Изв. ТИНРО. Т. 182. С. 88–114.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. 2016. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Восточной и Юго-Восточной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 41. С. 51–80.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. 2018. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Северо-Восточной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 51. С. 5–26.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. 2019. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Западной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 52. С. 50–78.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Дубынин В.А. 2017. Оценка величины, прогноз и управление запасами тихоокеанских лососей в Камчатском крае / Современное состояние и перспективы лососевого хозяйства на Дальнем Востоке России: Сб. матер. науч. конф. (Южно-Сахалинск, 7–8 ноября 2017 г.). С. 25–27.
- Шевляков Е.А., Маслов А.В. 2011. Реки, определяющие воспроизводство тихоокеанских лососей на Камчатке, как реперы для оценки заполнения нерестового фонда // Изв. ТИНРО. Т. 164. С. 114–139.
- Шпигальская Н.Ю., Брыков В.А., Кухлевский А.Д., Сараванский О.Н., Климов А.В., Четвертак А.А., Шевляков Е.А. 2011. Региональная идентификация смешанных морских скоплений молоди горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) на основе изменчивости фрагмента Cytb/D-loop митохондриальной ДНК // Изв. ТИНРО. Т. 165. С. 89–103.
- Breiman L. 2001. Random Forests // Machine Learning. № 45 (1). P. 5–32.
- Neter J., Wasserman W., Kutner M.H. 1990. Applied linear statistical models: regression, analysis of variance, and experimental designs (3rd ed.). Burr Ridge: Irwin. 1181 p.
- Peterman R.M. 1982. Model of salmon age structure and its use in preseason forecasting and studies of marine survival // Can. J. of Fish. and Aquat. Sci. № 39. P. 1444–1452.
- Ricker W.E. 1954. Stock and recruitment // J. Fish. Res. Bd. of Canada. Vol. 11 (5). P. 559–623.
- Shepherd J.G. 1982. A family of general production curves for exploited populations // Math. Biosci. Vol. 59. P. 77–93.

## REFERENCES

- Bugaev A.V., Lepskaya E.V., Koval M.V., Tepnin O.B., Zikunova O.V., Feldman M.G. Review of the results of the 2020 salmon fishing season in the Kamchatka Territory (Message 2): analysis of the feasibility of forecasts and possible reasons for their discrepancy. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok: TINRO-Center, 2020, vol. 15, pp. 141–170. (In Russian)
- Bugaev A.V., Shevlyakov E.A. Fluctuations in the abundance of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in Western and Eastern Kamchatka at the turn of the 20th and 21st centuries. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok: TINRO-Center, 2008, vol. 3, pp. 63–74. (In Russian)
- Bugaev A.V., Shpigalskaya N.Yu., Zikunova O.V., Artyukhina N.B., Feldman M.G., Shubkin S.V., Kovalenko M.N. Analytical review of the results of the salmon season – 2019 (Kamchatsky Krai). *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, 2019, vol. 14, pp. 23–52. (In Russian)
- Bugaev A.V., Shpigalskaya N.Yu., Zikunova O.V., Artyukhina N.B., Feldman M.G., Shubkin S.V., Kovalenko M.N. Review of the results of the salmon season – 2020 in the Kamchatka Territory (Message 1): dynamics and statistics of the fishery, estimates of the spawning fund. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok:



- TINRO-Center, 2020, vol. 15, pp. 17–43. (In Russian)
- Bugaev A.V., Shpigalskaya N.Yu., Zikunova O.V., Feldman M.G., Zavarina L.O., Dubynin V.A., Artyukhina N.B., Shubkin S.V., Erokhin V. G., Koval M.V., Kovalenko M.N., Biryukov A.M., Fadeev E.S., Nagornov A.A. Analytical review of the results of the salmon season – 2018 (Kamchatsky Krai). *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok: TINRO-Center, 2018, vol. 13. (In Russian)
- Bugaev V.F., Vronsky B.B., Zavarina L.O., Zorbid Z.K., Ostroumov A.G., Tiller I.V. *Ryby reki Kamchatka* [Fish of the Kamchatka River]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2007, 494 p.
- Bugaev A.V., Zikunova O.V., Tepnin O.B., Shubkin S.V., Koval M.V., Soshin A.V., Fadeev E.S., Artyukhina N.B., Malykh K.M. Assessment of the complex effects of fisheries and hydrological conditions in Kamchatsky Gulf on formation of Pacific salmon spawning stocks in Kamchatka River. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*. 2022, vol. 66, pp. 5–51. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2022.65.5-51>
- Dubynin V.A., Shevlyakov E.A., Ilyin O.I. On the forecast method of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* generation abundance for the Ozernaya River stock. *Izvestia TINRO*, 2007, vol. 149, pp. 219–225. (In Russian)
- Zavarina L.O. *Biologiya i dinamika chislennosti kety (Oncorhynchus keta) severo-vostochnogo poberezh'ya Kamchatki. Avtoreferat disertacii kandidata biologicheskikh nauk* [Biology and population dynamics of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) on the northeastern coast of Kamchatka Extended. Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Moscow, 2008, 25 p.
- Zikunova O.V., Dubynin V.A., Zavarina L.A., Shubkin S.V., Bugaev A.V. Trends in abundance, prediction, fishery management sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) and chum salmon (*Oncorhynchus keta*) in Kamchatka Territory. *Problems of Fisheries*, 2021, no. 4, pp. 75–85. (In Russian)
- Kositsyna A.I., Shpigalskaya N.Yu., Sergeev A.A., Soshnina V.A., Savenkov V.V., Denisenko A.D., Muravskaya U.O., Zelenina D.A. Genetic identification of juvenile pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) in the Okhotsk Sea basin based on the results of restriction analysis of mitochondrial DNA and analysis of single-nucleotide polymorphism. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*. 2022, vol. 66, pp. 52–66. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2022.66.52-66>
- Kuzishchin K.V., Gruzdeva M.A., Savvaitova K.A., Pavlov D.S., Stanford J.A. Seasonal races of chum salmon *Oncorhynchus keta* and their interrelations in Kamchatka rivers. *Journal of ichthyology*, 2010, no. 50 (2), pp. 159–173.
- Makoedov A.N., Korotayev Y.A., Antonov N.P. *Aziatskaya keta* [Asian chum salmon]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2009, 356 p.
- Ostroumov A.G. *Opyt primeneniya aerometodov ucheta tikhoookeanskikh lososey v rekakh Kamchatki* [The experience of using aeromethods of Pacific salmon accounting in the rivers of Kamchatka]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 1962, 41 p.
- Ostroumov A.G. The experience of using aerial methods to assess the filling of spawning grounds with salmon. *Lososevoye khozyaystvo Dalnego Vostoka* [Salmon farming in the Far East]. Moscow: Nauka, 1964, pp. 90–99.
- Ostroumov A.G. The Spawning Fund and the State of Stocks of Far Eastern Salmon in the Water Bodies of the Kamchatka Peninsula and the Koryak Highlands in 1957–1971 (Based on aerial surveys and aerial photographs). *Trudy VNIRO*, 1975, vol. 106, pp. 21–33. (In Russian)
- Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Guide to the study of fish]. Moscow, 1966, 376 p. (In Russian)
- Feldman M.G. Using the decisions of the random forest algorithm for the purposes of forecasting pink salmon runs on North-Eastern Kamchatka. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2020, vol. 59, pp. 76–96. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2020.59.76-96>
- Feldman M.G., Bugaev A.V. Modern principles of pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*) stocks management in the Kamchatka region (population dynamics, forecasting, fishing regulation). *Problems of Fisheries*, 2021, vol. 22, no. 4, pp. 86–95. (In Russian)
- Feldman M.G., Bugaev A.V., Zikunova O.V., Shubkin S.V., Dubynin V.A. Substantiation of the harvest control rules for salmon fishery in Kamchatka in view of the concept of precautionary approach and providing the maximum sustainable yield. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*. 2022, vol. 64, pp. 5–34. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2022.64.5-34>
- Feldman M.G., Shevlyakov E.A. Survival of Kamchatka pink salmon as result of combined influence of density regulation and environmental factors. *Izvestia TINRO*, 2015, vol. 182, pp. 88–114. (In Russian)
- Feldman M.G., Shevlyakov E.A., Artukhina N.B. An assessment of the pacific salmon *Oncorhynchus*

adult escapement parameters for the river basins on East and Southeast Kamchatka. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2016, vol. 41, pp. 51–80. (In Russian)

Feldman M.G., Shevlyakov E.A., Artukhina N.B. Evaluation of Pacific salmon spawning escapement parameters for the river basins of North-East Kamchatka. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2018, vol. 51, pp. 5–29. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2018.51.5-29>

Feldman M.G., Shevlyakov E.A., Artukhina N.B. Evaluation of the Pacific salmon spawning escapement parameters for the river basins of West Kamchatka. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2019, vol. 52, pp. 50–78. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2019.52.50-78>

Feldman M.G., Shevlyakov E.A., Dubynin V.A. Estimation of the value, forecast and inventory management of Pacific salmon in the Kamchatka region. *Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy razvitiya lososovogo khozyaystva na Dalnem Vostoke Rossii: Mater. nauch. konf. (Yuzhno-Sakhalinsk, 7–8 noyabrya 2017 g.)* [The current state and prospects for the development of salmon farming in the Far East of Russia: Mater. scientific conf. (Yuzhno-Sakhalinsk, November 7–8, 2017)]. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2018, pp. 38–48.

Shevlyakov E.A., Maslov A.V. The rivers determining reproduction of Pacific salmon in Kamchatka as indicators of spawning grounds filling. *Izvestia TINRO*, 2011, vol. 164, pp. 114–139. (In Russian)

Shpigalskaya N.Y., Brykov V.I., Kuchlevsky A.D., Saravansky O.N., Klimov A.V., Chetvertak A.A., Shevlyakov E.A. Regional identification of mixed aggregations of juvenile pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* in the sea on the base of mitochondrial DNA CYTB/d-loop fragment variety. *Izvestia TINRO*, 2011, vol. 165, pp. 89–103. (In Russian)

Breiman L. Random Forests. *Machine Learning*, 2001, № 45 (1), pp. 5–32.

Neter J., Wasserman W., Kutner M.H. Applied linear statistical models: regression, analysis of variance, and experimental designs (3rd ed.). Burr Ridge: Irwin, 1990, 1181 p.

Peterman R.M. Model of salmon age structure and its use in preseason forecasting and studies of marine survival. *Can. J. of Fish. and Aquat.*, 1982, Sci. № 39, pp. 1444–1452.

Ricker W.E. Stock and recruitment. *J. Fish. Res. Bd. of Canada*, 1954, vol. 11 (5), pp. 559–623.

Shepherd J.G. A family of general production curves for exploited populations. *Math. Biosci.*, vol. 59, 1982, pp. 77–93.

### Информация об авторах

А.В. Бугаев — док. биол. наук, зам. руководителя Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

О.В. Зикунова — канд. биол. наук, зав. лабораторией Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), [zikunova.o.v@kamniro.ru](mailto:zikunova.o.v@kamniro.ru)

Н.Ю. Шпигальская — руководитель Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), [shpigalskaya.n.u@kamniro.ru](mailto:shpigalskaya.n.u@kamniro.ru)

Н.Б. Артюхина — зав. сектором Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), [artukhina.n.b@kamniro.ru](mailto:artukhina.n.b@kamniro.ru)

С.В. Шубкин — вед. специалист Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), [shubkin.s.v@kamniro.ru](mailto:shubkin.s.v@kamniro.ru)

М.Н. Коваленко — канд. тех. наук, советник руководителя Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), [kovalenko.m.n@kamniro.ru](mailto:kovalenko.m.n@kamniro.ru)

А.П. Лозовой — зав. сектором Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО), [lozovoy@kamniro.ru](mailto:lozovoy@kamniro.ru)

### Information about the authors

Alexandr V. Bugaev – D. Sc. (Biology), Deputy Head, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Olga V. Zikunova – Ph. D. (Biology), Head of Lab., Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Nina Yu. Shpigalskaya – Ph. D. (Biology), Head of Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Nina B. Artyukhina – Head of division, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Sergey V. Shubkin – Leading Specialist, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Mikhail N. Kovalenko – Ph. D. (Engineering), Adviser, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Alexey P. Lozovoy – Head of division, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 25.04.2023

Одобрена после рецензирования: 23.05.2023

Статья принята к публикации: 01.06.2023