

На правах рукописи



ФАДЕЕВ Евгений Сергеевич

**БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОМЫСЛА
СТАД НЕРКИ *ONCORHYNCHUS NERKA* РЕК КАМЧАТКА И ОЗЕРНАЯ
(КАМЧАТКА)**

1.5.13 – Ихтиология

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Петропавловск-Камчатский — 2022

Работа выполнена в Камчатском филиале Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»)

Научный руководитель:

Бугаев Александр Викторович
доктор биологических наук,
Камчатский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (КамчатНИРО),
заместитель руководителя филиала

Официальные оппоненты:

Кузицин Кирилл Васильевич
доктор биологических наук, профессор,
ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова» (МГУ),
кафедра ихтиологии биологического факультета

Григорьев Сергей Сергеевич
кандидат биологических наук,
Камчатский филиал ФГБУН «Тихоокеанский институт географии ДВО РАН», лаборатория гидробиологии, старший научный сотрудник

Ведущая организация:

ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет»,
г. Калининград

Защита состоится «12» мая 2022 г. в 14:00 на заседании диссертационного совета 37.2.005.01 в ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет» по адресу: г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, д. 35.

Отзывы на автореферат просим направлять по адресу: 683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, д. 35. КамчатГТУ. Диссертационный совет 37.2.005.01.
Факс, электронный адрес: (4152) 42-05-01, e-mail: oni@kamchatgtu.ru

С диссертацией и авторефератом можно ознакомиться в библиотеке и на сайте ФГБОУ ВО «КамчатГТУ» (<https://www.kamchatgtu.ru>).

Автореферат разослан «___» _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
кандидат биологических наук



Климова Анна Валерьевна

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность исследования. Нерка *Oncorhynchus nerka* (Walbaum, 1792) относится к одному из наиболее ценных видов тихоокеанских лососей. В азиатской части ареала более 95 % запасов вида сосредоточено на Камчатке. Крупнейшие по численности камчатские стада воспроизводятся в бассейнах рек Камчатка и Озерная. По современным данным (2011–2020 гг.) в указанных водных объектах в среднем ежегодно добывали соответственно около 9 и 22 тыс. т производителей нерки. Это составляет порядка 80–90 % общего вылова вида на Камчатке. Поэтому рациональное использование столь значимых биологических ресурсов требует особого подхода при организации мониторинга для управления их промыслом.

История системного изучения нерки Камчатки берет начало с 1940-х гг. На базе накопленных многолетних данных об основных этапах жизненного цикла камчатской нерки строится система рационального использования ресурсов ее крупнейших локальных стад. Важнейшим элементом управления промыслом является обеспечение достаточного уровня численности производителей на нерестилищах для поддержания стабильного воспроизводства и рыболовства.

Представленная в работе система биологического мониторинга – это часть мер по обеспечению контроля пропуска производителей на нерест. Выполнение данной задачи необходимо для прогнозирования численности стад нерки рек Камчатка и Озерная, а также для оперативного регулирования их промысла. Разработанные комплексные методики для проведения учетных работ и оценки биологического состояния производителей непосредственно в течение путины являются основой научно-прикладного направления исследований, представленных в настоящей диссертационной работе.

Степень разработанности выбранной темы. Основные аспекты общей и популяционной биологии, а также динамики численности вида описаны в многочисленных научных публикациях камчатских исследователей (Крогиус, 1958, 1960, 1961, 1983; Егорова, 1970, 1977; Коновалов, 1971; Селифонов, 1975, 1988а, б; Бугаев, 1986, 1995, 2011; Крогиус и др., 1987; Бугаев, Дубынин, 2002; Бугаев В.Ф. и др., 2009; Пильганчук и др., 2010, 2012; Дубынин, 2012; Бугаев А.В. и др., 2015). Значительная часть представленных научно-исследовательских работ посвящена именно нерке рек Камчатка и Озерная.

В процессе изучения динамики численности тихоокеанских лососей, и, в частности, нерки, возникает необходимость учета количества производителей во время анадромного хода в реках. Одним из самых первых методов решения этой задачи был пеший обход нерестилищ (Крохин, Крогиус, 1937; Абрамов, 1942). В 1950 г. в Камчатском отделении ТИНРО впервые для исследования нерестилищ стали использовать авиацию (Крогиус, 1955). В основном обследования велись с борта вертолётa, но также использовали самолёты «АН–2».

Применение гидроакустической аппаратуры для решения этой задачи началось в 80-х гг. прошлого века, когда ученые проводили исследования по оценке численности тихоокеанских лососей в реках Фрейзер и Мишен (США) (Cheng et al., 1991; Levy et al., 1991). В настоящее время там активно применяют гидроакустический метод (Congrad et al, 2019). В России предшественниками учётных работ явились исследования А.С. Николаева в 1960-х гг. Изначально его работы были ориентированы на морские акватории, прилегающие к полуострову (Николаев, 1968,

1970а, б). Позже, во второй половине 1970-х гг., работы с использованием гидроакустической аппаратуры были им переориентированы на внутренние водоемы Камчатки.

Гидроакустический счётчик использовался для изучения биологии и динамики численности анадырской кеты С.В. Путивкиным (1999). В конце 1990-х – начале 2000-х гг. при гидроакустических исследованиях в озерах Камчатки сотрудники КамчатНИРО применяли однолучевой цифровой эхолот DT4000 (BioSonics Inc., США). Позже гидроакустические исследования для изучения распределения рыб в пойменно-руслевой системе Нижнего Иртыша с помощью комплекса «NetCor» проводил Э.С. Борисенко (2013).

В 2010 г. получен первый опыт внедрения гидроакустического комплекса горизонтального зондирования («NetCor») в бассейне р. Озерной с целью подсчёта производителей нерки (Дегтев, 2010). В 2012 г. работы были продолжены автором диссертации. В 2017–2019 гг. исследования по гидроакустической регистрации производителей нерки в бассейне этой реки проводили сотрудники лаборатории промышленного рыболовства КамчатНИРО. Анализ материалов этих работ использован в настоящей работе.

Работы по изучению анадромной миграции и динамики численности тихоокеанских лососей гидроакустическим методом в р. Камчатка были проведены впервые.

Цель работы – дать оценку современного состояния запасов крупнейших азиатских стад нерки рек Камчатка и Озерная и разработать основные принципы эффективного управления их промыслом.

Для достижения цели было необходимо решить следующие **задачи** в исследуемых водоёмах:

1. Проанализировать современное состояние нерки стад рек Камчатка и Озерная;
2. Выявить особенности преднерестовой миграции нерки;
3. Разработать методики мониторинга пропуска производителей нерки;
4. Применить результаты исследований для оценки динамики хода производителей нерки;
5. Оценить роль биологического мониторинга в прогнозировании динамики численности нерки;
6. Разработать стратегию управления промыслом нерки.

Научная новизна. В результате применения специального гидроакустического комплекса получены оценки численности производителей нерки, мигрирующих на нерестилища бассейнов рек Камчатка и Озерная. Данные гидроакустического учета рыб сопоставляли с оценками их численности, полученными в результате аэровизуальных наблюдений на нерестилищах оз. Азабачьего (нижнее течение р. Камчатка) и при прохождении через рыбоучетное заграждение (РУЗ) (исток р. Озерной). Это позволило разработать и опробовать оригинальный комплексный метод контроля пропуска производителей нерки на нерестилища рек Камчатка и Озерная, который был подтвержден результатами традиционного учета. В бассейне р. Камчатка впервые применена математическая модель, отражающая связи промысловых усилий (суточные уловы нерки) на контрольной станции в нижнем течении реки с численностью производителей, пропущенных выше по течению в бассейн реки. Это позволило расширить исследовательский потенциал для оценки нерестового фонда нерки, воспроизводящейся в наиболее крупном водном бассейне

Камчатского края — р. Камчатка.

Теоретическая и практическая значимость работы. Использование гидроакустического метода как инструмента исследования позволило выявить особенности анадромной миграции нерки в реках Камчатка и Озерная, суточную и сезонную динамику хода, пространственное распределение в створе рек. С помощью комплексного метода контроля пропуска в режиме реального времени можно получать оперативные оценки обилия лососей, мигрирующих вверх по течению рек Камчатка и Озерная, что дает возможность решать задачи оперативного регулирования промысла в указанных водных объектах.

Данный метод, в различных модификациях, может найти своё применение на других, в том числе крупных, водотоках, в обширных бассейнах которых проблематично получать прямые тотальные оценки пропуска производителей тихоокеанских лососей. Это даст возможность дальнейшего расширения наших представлений о динамике их запасов в Камчатском крае.

Методология и методы диссертационного исследования. В основу методологии проведённых исследований положены данные, полученные с помощью гидроакустических комплексов горизонтального зондирования «NetCor» (ООО «Промгидроакустика») и «DT-X» (BioSonics Inc.), а также результаты авиаучётных работ и контрольных обловов. Изучение особенностей внешнего строения, размерно-возрастной структуры производителей тихоокеанских лососей проводили с использованием стандартных ихтиологических методов (Правдин, 1966).

Положения, выносимые на защиту

1. Применение гидроакустических комплексов в крупных и средних камчатских реках позволяет дистанционно изучать особенности миграции тихоокеанских лососей, определять их численность, суточную динамику, распределение в потоке, скорость и интенсивность перемещений.

2. Имеется высокая связь между динамикой уловов на усилии и результатами гидроакустической регистрации лососей, что дает возможность использовать данные контрольного лова для ежедневной оценки численности заходящих в реки на нерест производителей с достаточной степенью точности. Оценка пропуска производителей в реки, получаемая в режиме реального времени, позволяет формировать эффективные управленческие решения, которые являются основой при управлении промыслом естественных популяций тихоокеанских лососей.

Апробация работы. Результаты научных исследований были представлены на отчетных сессиях КамчатНИРО (2014, 2015, 2017, 2019 гг.), на V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса» (г. Москва, 2017 г.), на Третьей международной научной школе молодых ученых и специалистов по рыбному хозяйству и экологии, посвященной 140-летию со дня рождения К.М. Дерюгина «Перспективы рыболовства и аквакультуры в современном мире» (г. Москва – г. Звенигород, 2018 г.). В 2019 г. материалы работы были представлены и отмечены как лучшие на «III Международном форуме и Выставке рыбной индустрии, морепродуктов и технологий» в г. Санкт-Петербург.

Степень достоверности результатов. Достоверность исследования подтверждена большим объёмом обработанного материала. Оценка пропуска производителей тихоокеанских лососей на нерестилища проводилась с использованием различных гидроакустических комплексов («DT-X» (BioSonics Inc.), NetCor (ООО «Промгидроакустика»)). Результаты обрабатывались в

специализированных программах «NetCог. Обработка» и «EchoView». Результаты гидроакустического учета производителей в режиме реального времени тестировались результатами визуального учета рыб с беспилотных и пилотируемых летательных аппаратов, пеших учетов, на рыбоучетных заграждениях.

Личный вклад автора. В 2012 г. автор осуществлял проведение полевых работ в бассейне р. Озерной. В период с 2013 по 2019 г. автором лично были проведены работы по учету численности нерки гидроакустическим способом в бассейне р. Камчатка, а также работы на контрольном рыболовном участке за все время исследований, представленных в диссертации. Участвовал в разработке методологии гидроакустических исследований, внедрении метода на исследуемых полигонах, камеральной обработке полученных материалов, проводил анализ и обобщение полученных материалов. Принимал непосредственное участие в подготовке всех опубликованных по материалам диссертации статей.

Публикации. Непосредственно по теме диссертации опубликовано 10 работ, 4 из них – статьи в рецензируемых научных журналах, входящих в перечень ВАК (переводная версия одной статьи вошла в базу данных Scopus), 6 – в материалах международных симпозиумов и конференций, отечественных научных изданиях.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертационная работа изложена на 148 страницах компьютерного текста, состоит из введения, 5 глав, выводов, библиографического списка, который включает 272 работы, в том числе 87 – иностранных авторов. Работа иллюстрирована 66 рисунками, содержит 7 таблиц.

Благодарности. Выражаю глубокую признательность за постановку научной задачи, советы и консультации научному руководителю диссертационной работы д.б.н. А.В. Бугаеву. За помощь в разработке идеи и последующей её реализации — к.б.н. Е.А. Шевлякову. Отдельно выражаю благодарность за неоценимую помощь в разработке математических моделей к.б.н. М.Г. Фельдману. Благодарю всех сотрудников КамчатНИРО, обеспечивавших регулярное проведение биологических анализов производителей лососей из уловов рыбоперерабатывающих предприятий Усть-Камчатского муниципального района (пос. Усть-Камчатск), и отдельно О.В. Зикунову, Г.Н. Лагутину, А.Н. Кузнецову, Е.В. Воронову, Д.С. Швецову за оперативное предоставление необходимой информации. Выражаю благодарность сотрудникам, выполнявшим авиаобследования нерестилищ тихоокеанских лососей в бассейне р. Камчатка, – И.Н. Кирееву, С.В. Шубкину, А.М. Бирюкову, а также сотруднику научного наблюдательного пункта «Азабачинский» С.А. Петрову.

Признателен сотрудникам биостанции «Радуга» федерального государственного бюджетного учреждения науки (ФГБУН) «Национальный научный центр морской биологии им. А.В. Жирмунского» Дальневосточного отделения Российской Академии наук (ДВО РАН) и лично М.Н. Ковалеву и к.б.н. В.А. Паренскому за предоставление помощи в организации исследований на начальном этапе работ.

Благодарю к.т.н. А.И. Дегтева (ООО «Промгидроакустика»), разработчика гидроакустического комплекса «NetCог», за оперативную работу по совершенствованию программного обеспечения комплекса, методическую и иную поддержку.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Глава 1. Литературный обзор

Данная глава состоит из трёх частей. В первой части представлена биологическая характеристика нерки из данных различных российских и зарубежных литературных источников. Обобщены литературные сведения жизненного цикла исследуемого вида, который включает в себя воспроизводство, пресноводный нагул, морской/океанический нагул и анадромную миграцию. Также здесь описываются особенности биологии нерки крупнейших азиатских стад, воспроизводящихся в бассейнах рек Камчатка и Озерная, изучение которых проводилось многими отечественными исследователями, такими как Ф.В. Крогиус, Е.М. Крохин, Т.В. Егорова, С.М. Коновалов, М.М. Селифонов, В.Ф. Бугаев и др.

Во второй части приведена физико-географическая характеристика районов, где проводились исследования. Бассейны рек Камчатка и Озерная являются крупнейшими водотоками в Камчатском крае. Река Камчатка является самой протяженной на полуострове рекой, а р. Озерная берет начало из одного из крупнейших озер Камчатки (оз. Курильское).

В третьей части описана история развития гидроакустических исследований в рыбохозяйственной науке, приведены примеры изучения тихоокеанских лососей с помощью применения гидроакустических комплексов в России и за рубежом.

Глава 2. Материалы и методы исследований

В работе использовали данные промысловой отчетности промышленных предприятий, а также данные международной Комиссии по анадромным рыбам северной части Тихого океана – NPAFC (North Pacific Anadromous Fish Commission, www.npafc.org). Данные о заполнении нерестилищ нерки в бассейне р. Камчатка были получены в результате авиаучетных работ специалистов КамчатНИРО в 1981–2019 гг. (Остроумов, Непомнящий, 1981–1995; Остроумов, 1996; Маслов, 1997–2010; Маслов, Польшцев, 1997; Шубкин, Киреев, 2011–2017; Шубкин и др., 2019).

В основу исследований для изучения особенностей анадромной миграции и динамики численности тихоокеанских лососей положены данные гидроакустических съемок в различных водоёмах Камчатки в период 2012–2019 гг. В качестве инструмента изучения использовали гидроакустические комплексы горизонтального зондирования «NetCor» (ООО «Промгидроакустика», Россия) и «DT-X» (BioSonics Inc., США) (рис. 1). Работы по гидроакустической регистрации нерки проводил автор лично в бассейне р. Озерной в 2012 г., а также в протоке Азабачьей и р. Еловка (бассейн р. Камчатка) в 2013–2019 гг. В 2017–2019 гг. исследования в бассейне р. Озерной осуществляли сотрудники лаборатории промышленного рыболовства КамчатНИРО.

Гидроакустические наблюдения охватывали весь период хода производителей тихоокеанских лососей к местам нереста. Всего непрерывных записей – 780 сут, из них в р. Озерной – 304 сут, в протоке Азабачьей – 476 сут.

Для сравнения оценок численности мигрирующих рыб использовали информацию, полученную с помощью выборочных и сплошных учетов – пеших, с использованием беспилотных летательных аппаратов и вертолетов. Пешие учёты проводили методом выборочного учёта (Шевляков и др., 2013). Совершали обход наиболее значимых нерестилищ в бассейне оз. Азабачьего.

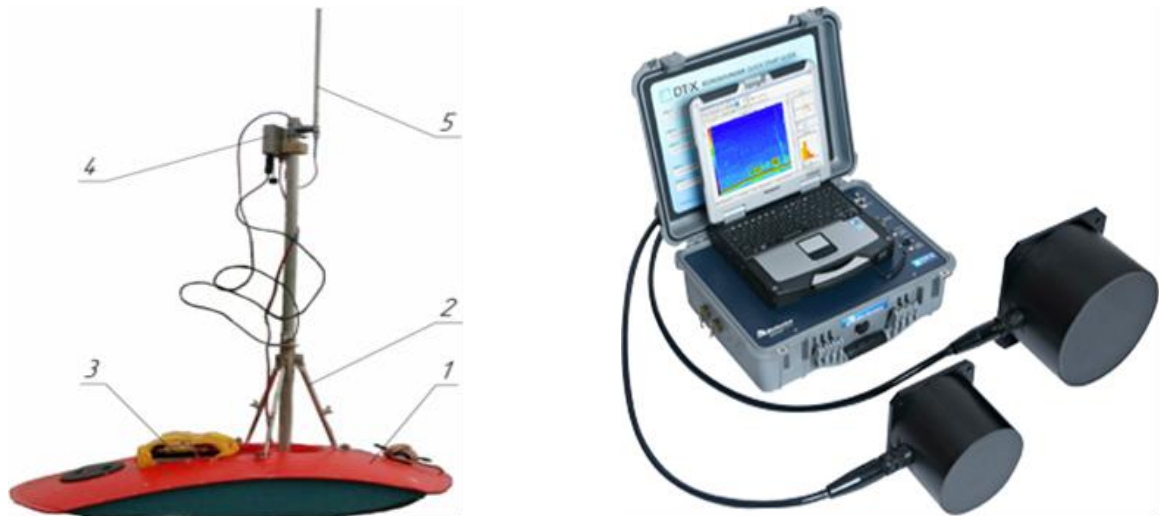


Рис. 1. Гидроакустические комплексы горизонтального зондирования «NetCor» (слева) и «DT-X» (справа)

Аэрофотосъемку осуществляли с помощью квадрокоптера DJI «Mavic PRO» (Dajiang Innovation Technology Co, КНР). Снимки проанализированы в стандартных программах просмотра изображений Windows XP (Microsoft Corporation, США) и свободно распространяемой программе «ImageJ» (National Institutes of Health, США) (Kudo et al., 2012; Whitehead et al., 2014; Christie et al., 2016; Groves et al., 2016; Запорожец, Запорожец, 2017).

Для проведения авиаучетов использовали вертолеты МИ–8, Ми–2, AS350 В2, BELL 429. Учеты осуществляла группа авианаблюдателей КамчатНИРО. Нерестилища осматривали в период массового нереста или несколько позднее, чтобы определить максимальное количество рыб (Остроумов, 1975а, б; Шевляков и др., 2013).

Для определения связи между динамикой уловов на усилие и результатами гидроакустической регистрации лососей проводили контрольный лов, который осуществляли в основном русле бассейна р. Камчатка на рыболовном участке (РЛУ) промышленного лова № 832 «Хваленка». В периоды, определенные Комиссией по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб в Камчатском крае как проходные, производили от двух до шести контрольных обловов в день плавной сетью длиной 450 м и высотой стенки 6 м с размером ячеи 65–70 мм.

Сплав представлял собой стандартную промысловую операцию с равным промежуточным интервалом. Результат обловов усредняли и в расчетах принимали как средний показатель улова на усилие или «catch per unit effort» (CPUE) за день. В промысловые дни статистику уловов собирали из отчетов промысловых журналов. Всего за четыре года (2016–2019) было проведено 842 контрольных сплава в течение 259 сут.

По результатам проведения комплексных работ были разработаны модели оценки пропуска нерки по всему бассейну р. Камчатка. Данные модели разрабатывали совместно с заведующим лабораторией динамики численности лососевых рыб КамчатНИРО, к.б.н. Е.А. Шевляковым и ведущим научным сотрудником этого же учреждения, к.б.н. М.Г. Фельдманом (Фадеев и др., 2019).

В процессе исследований привлекали данные биологических характеристик рыб из промысловых уловов предприятий Усть-Камчатского района. Биологический

анализ включал измерение массы, длины тела, определения пола, взятие чешуи и отолигов, определение массы гонад, навески икры (Правдин, 1966).

Вышеописанные данные были положены в основу материалов, обосновывающих прогнозируемый объем добычи (вылова) нерки в водных объектах Петропавловско-Командорской и Камчатско-Курильской подзон. Расчет численности поколений нерки р. Камчатка проведен по связи «родители–потомки» (Beverton, Holt, 1957). Кроме того, использован метод оценки численности поколений, основанный на остаточном принципе (метод сиблингов) (Peterman, 1982).

Глава 3. Многолетняя динамика численности производителей нерки рек Камчатка и Озерная

3.1. Промысел

Освоение запасов тихоокеанских лососей Камчатки, и, в частности нерки, осуществлялось различными видами промысла – дрифтерным, прибрежным и речным. Первая статистика уловов тихоокеанских лососей была получена в 1910 г. (Уловы тихоокеанских лососей..., 1989). По данным различных авторов, которые не раз представляли динамику вылова азиатской нерки, предыдущий исторический максимум периода 1920–1930-х гг. составлял от 15 до 40 тыс. т (Бугаев, 1995; Бугаев, Дубынин, 2002; Бугаев А.В., Бугаев В.Ф., 2003). Позднее, в 1960–1980-х гг., наблюдалось снижение уловов этого вида до 5–10 тыс. т, а в 1990–2000-х гг., наоборот, их рост до 30–40 тыс. т.

Дрифтерный промысел активно начал развиваться в начале 1950-х гг. В основном его вели японские рыбодобывающие компании. Максимальные уловы азиатской нерки в этот период достигали порядка 15–20 тыс. т (Бугаев, 2015). После введения в 1977 г. исключительных экономических зон (ИЭЗ) дрифтерный промысел начал постепенно сокращаться. С 1 января 2016 г. данный вид лова был запрещен в ИЭЗ РФ в связи с вышедшим приказом Президента Российской Федерации.

Основными видами промысла нерки в настоящее время являются прибрежное и речное рыболовство. Максимальный уровень добычи нерки прибрежно-речным промыслом был отмечен с 2000-х гг. В последнее десятилетие уловы этого вида на Камчатке достигли исторического максимума за весь период наблюдений (рис. 2). В 2013 г. был отмечен рекордный суммарный вылов нерки рек Камчатка и Озерная – 49 тыс. т. При этом стало заметно преобладание по уровню запасов стада р. Озерной. С начала 90-х гг. XX века доля изъятия нерки рек Озерная и Камчатка в среднем от всей добытой в регионе составляла 80 % и колебалась в пределах от 79 до 93 %.

Среднегодовой береговой вылов *нерки р. Озерной* за период наблюдений 1932–2019 гг. составлял около 7 тыс. т. В 1940–1947 гг. вылов в данном водоёме доходил до 8 тыс. т, в 1980–1996 гг. – до 14,4 тыс. т. В современный период, с 2000 до 2019 г., вылов находился на максимальном уровне за весь период наблюдений и в среднем составил 19,0 тыс. т с максимальным исторически зафиксированным выловом в 2013 г. – 29,7 тыс. т.

Промысел озерновской нерки ведется морскими ставными неводами в районе устья р. Озерной и на юго-западном побережье Камчатки, закидными неводами – на речных РЛУ, расположенных в нижнем течении реки. По данным НРАФС, имеющимся в нашем распоряжении с 1971 г., доля вылова нерки береговым промыслом в бассейне р. Озерной была всегда высокой и составляла в разные годы от 72 до 99 % от общего вылова на западном побережье Камчатки, в среднем – 90 %.

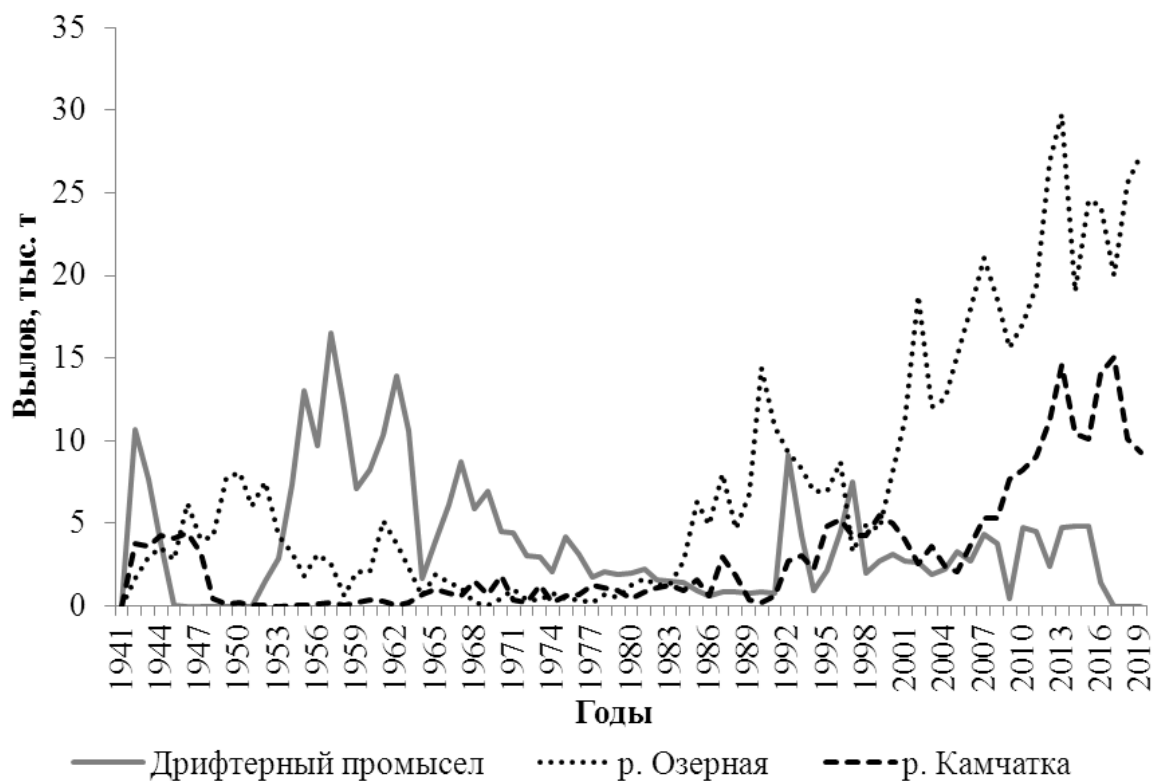


Рис. 2. Динамика береговых (бассейны рек Камчатка и Озерная) и дрифтерных уловов нерки

Среднегодовой береговой вылов *нерки* р. Камчатка с 1932 по 2019 г. составлял около 2,8 тыс. т. В 1944–1947 гг. вылов здесь доходил до 4,0 тыс. т, в 1995–2001 гг. – до 5,5 тыс. т. В последнее десятилетие вылов в среднем составил 7,5 тыс. т с максимальным исторически зафиксированным показателем в 2017 г. – 15,1 тыс. т.

Промысел нерки в бассейне р. Камчатка ведется как ставными неводами в заливе, так и плавными сетями на речных РЛУ. По данным NPAFC с 1971 г. доля вылова нерки береговым промыслом в бассейне р. Камчатка составляла в разные годы от 18 до 100 % общего вылова на восточном побережье Камчатки, в среднем – 69 %. В последние два десятилетия эта доля варьировала в менее широких пределах – от 71 до 89 % и в среднем составляла 79 %.

Промышленный речной и прибрежный лов нерки р. Камчатка в последние десятилетия обычно начинается с конца мая и заканчивается в конце первой декады августа. Массовый лов нерки приходится на 10–12 июня, и за вторую декаду месяца обычно осваивается около 50 %, до конца месяца – до 70 % общего объема вылова за путину. Таким образом, ранняя форма нерки традиционно составляет основу промышленных уловов (около 70 %) в бассейне р. Камчатка. В среднем только 30 % вылова ежегодно приходится на рыб позднего хода (Коваль и др., 2020). В структуре лососевого промысла в бассейне р. Камчатка абсолютно преобладает промышленное рыболовство. Оно составляет в среднем около 97 % всех видов промысла (Бугаев, 1995, 2011; Шевляков, Фадеев, 2015).

С периода 90-х гг. XX века прослеживаются тенденции нарастания доли морского вылова ставными неводами в Камчатском заливе от 35 % в 1993 г. до 89 % в 2019 г. (максимум в 2018 г. – 92 %) и соответствующее снижение значения речного промысла в освоении запасов нерки (рис. 3).

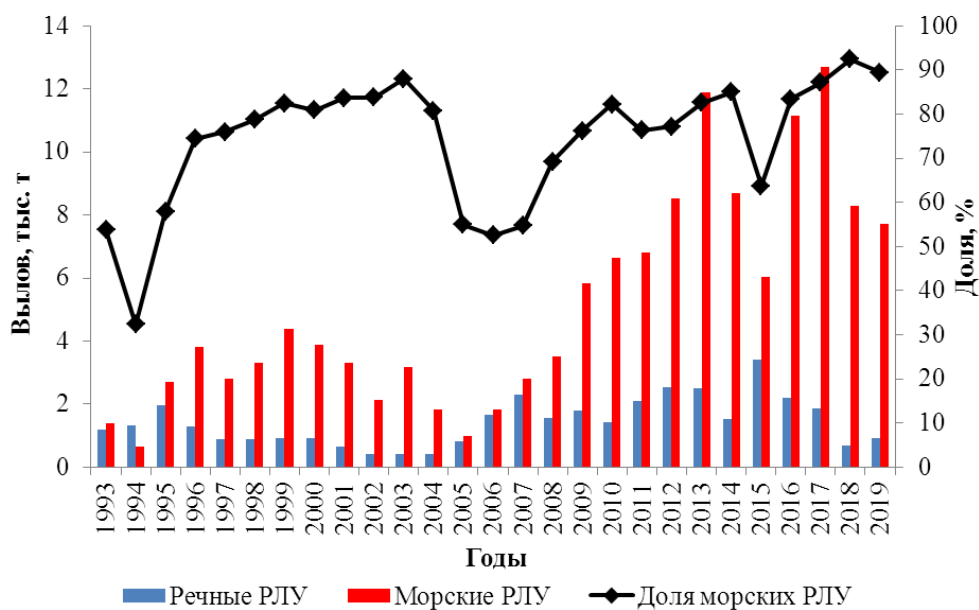


Рис. 3. Доля уловов нерки морскими РЛУ в бассейне р. Камчатка

3.2. Нерестовый запас

Установлено, что для обеспечения максимальной продуктивности стада оз. Курильского необходимо пропускать на нерест не менее 2500–3000 тыс. производителей нерки. Такие же рекомендации давали и другие исследователи (Егорова и др., 1961). С тех пор накопленные ряды наблюдений за динамикой численности озерновской нерки позволили уточнить связь между численностью родителей и потомков озерновского стада нерки. В настоящее время рациональная оптимальная численность производителей нерки оз. Курильского находится в пределах от 1350–1900 тыс. экз. (Селифонов, 1988б) до 2000 тыс. экз. (Бугаев, Дубынин, 2002). За весь период исследований, с 1940 г. и по настоящее время численность нерки, пропущенной для нереста в оз. Курильское, варьировала в пределах 260–6000 тыс. экз. (рис. 4) (Селифонов, 1975; Бугаев, 1995; Бугаев, Дубынин, 2002; Антонов и др., 2007; Бугаев и др., 2009).

Бассейн р. Камчатка является обширным водоёмом с сетью различных притоков. Динамика численности нерки р. Камчатка, в отличие от нерки р. Озерной, изучается на уровне отдельных локальных стад и группировок 2-го порядка. В настоящее время этот метод считается базовым (Бугаев, 1983, 1995; Бугаев, Остроумов, 1986; Бугаев, Дубынин, 2002). Численность поколений нерки всего бассейна р. Камчатка складывается из суммы всех слагающих ее элементов (Бугаев В.Ф., 2010).

Основная численность производителей нерки бассейна реки складывается из наиболее значимого стада «А» (оз. Азабачье) и группировки «Е» (р. Еловка). Другие отдельные локальные стада и группировки 2-го порядка играют значительную роль только в отдельные годы. В.Ф. Бугаев (2003б) на основании анализа численности поколений 1957–1996 гг. и изучения связей «родители-потомство» установил, что в качестве ориентировочного оптимального заполнения необходимо пропускать в бассейн р. Камчатка от 530 до 580–650 тыс. экз. По результатам других исследований – 460 тыс. экз. (Фельдман и др., 2016).

За период с 1981 по 2019 г. численность нерестовой части популяции нерки бассейна р. Камчатка варьировала от 139 до 1516 тыс. экз. (рис. 4).

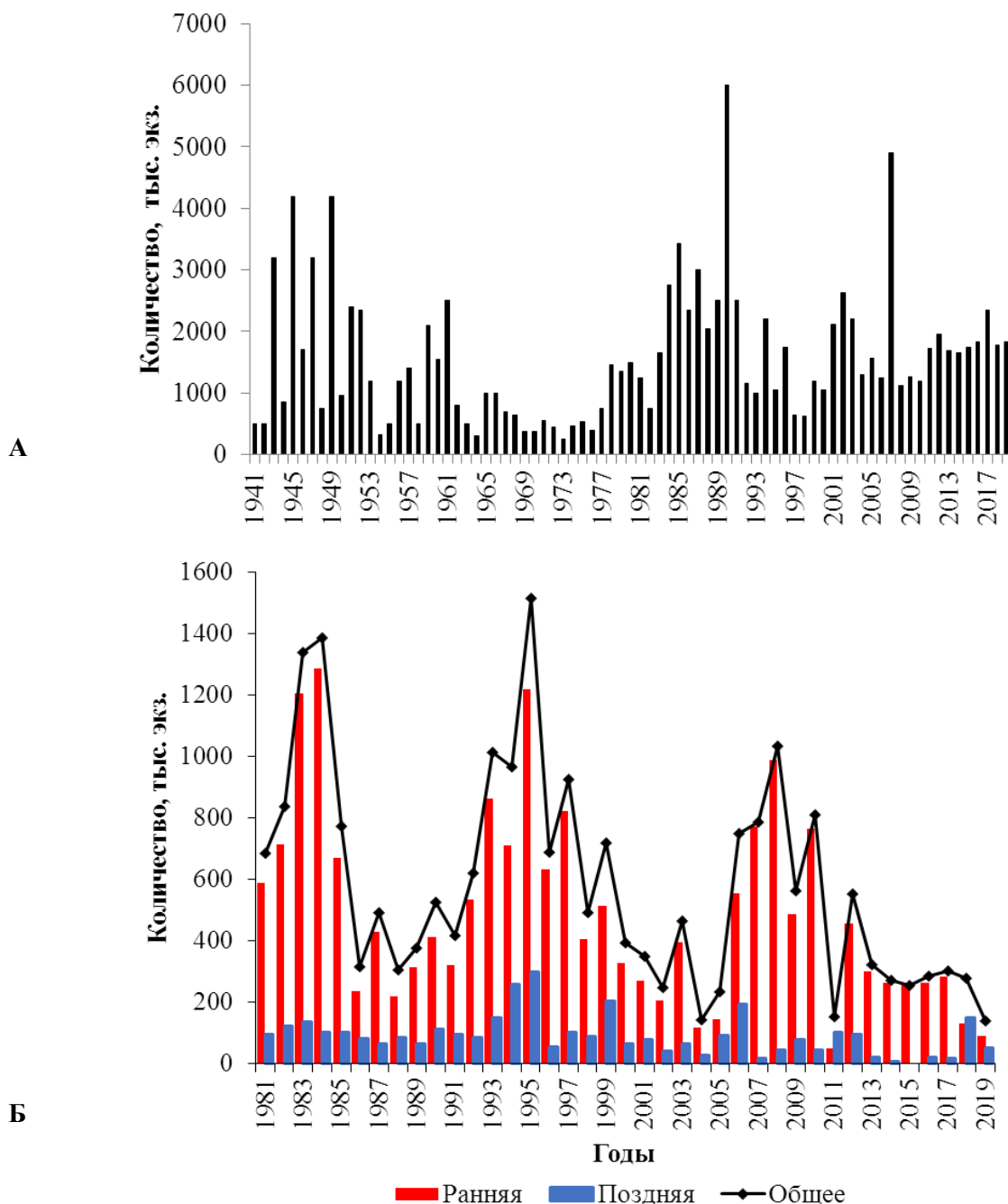


Рис. 4. Динамика численности пропуска производителей нерки бассейна р. Озерная (А) и р. Камчатка (Б)

Как видно на рис. 4, максимальный пропуск нерки в бассейн р. Камчатка был в 1995 г. и составил 1516 тыс. экз. При этом доля рыб раннего хода составляла около 80 % от всей пропущенной нерки, что является среднелетним значением за весь период наблюдений. Численность ранней нерки практически всегда имеет определяющее значение в общем нерестовом запасе лососей в бассейне реки.

Общая численность нерки на нерестилищах бассейна р. Камчатка снижается с 2009 г. В 2019 г. зафиксирован самый низкий пропуск за весь исследуемый период (138 тыс. экз.). Важно, что это снижение происходит на фоне роста общего вылова в последнее десятилетие. В год, когда был зафиксирован исторический рекорд освоения нерки (2017 г. – 15,1 тыс. т), пропуск составил около 300 тыс. рыб, что примерно на 160 тыс. экз. ниже ориентира оптимального пропуска в современный период.

3.3. Подходы к устьям рек

Общая численность подходов нерки к устью р. Озерной в последнее десятилетие возрастает. В среднем за ряд исследуемых лет подход нерки р. Озерной составил 4620 тыс. особей. В 1940–1950-х гг. он был равен в среднем 3500 тыс. экз.; в период активного освоения нерки дрейфтерным промыслом – около 1300 тыс. экз.; в 1980–1990-х гг. – 4100 тыс. экз.; в последние 20 лет – более 9500 тыс. экз. Подход нерки к бассейну р. Камчатка в среднем с 1957 г. составил 2100 тыс. экз. В последнее десятилетие он находился на максимальном уровне за период исследуемых лет – в среднем 5100 тыс. экз.

Подходы нерки к берегам Камчатки в последние 20 лет были на высоком уровне. Соответственно, это также привело к высоким уловам. Они обеспечены в основном изъятием нерки в двух крупнейших центрах воспроизводства – бассейнах рек Озерная и Камчатка, в которых добывается более 80 % нерки Камчатского края. За последнее десятилетие был отмечен максимальный исторический береговой вылов нерки как в бассейне р. Озерной, так и в бассейне р. Камчатка. Однако, если увеличение подходов и вылова нерки в последнее десятилетие в р. Озерной сопровождается регулярным пропуском производителей на нерестилища в пределах оптимального количества, необходимого для эффективного воспроизводства, то в р. Камчатка с увеличением промыслового изъятия наблюдается резкое сокращение нерестовой части популяции. Так, в последние 10 лет в среднем численность нерки на нерестилищах бассейна р. Камчатка составила 370 тыс. особей, что на 25–30 % ниже оптимального уровня заполнения.

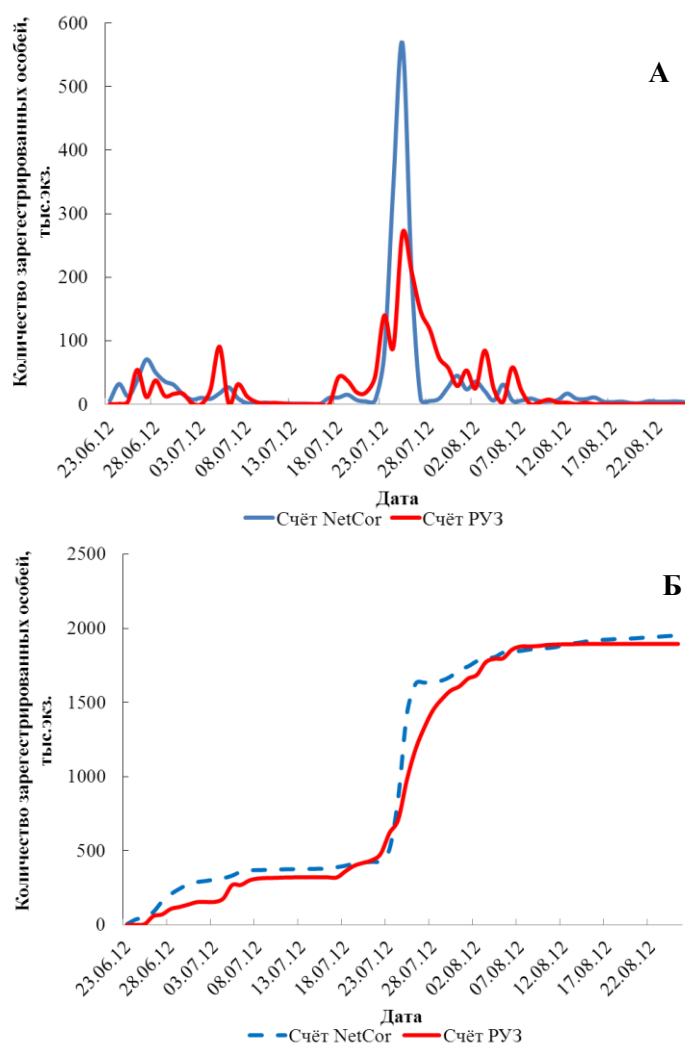
Глава 4. Комплексный мониторинг пропуска производителей нерки на нерестилища в период анадромных миграций

Мониторинг пропуска производителей тихоокеанских лососей на нерестилища нерестовых рек рассматривается как важный элемент при управлении запасами этих рыб. Информация о численности пропущенных производителей и эффективности их нереста является базовым компонентом разработки перспективных прогнозов подходов и уловов лососей. В последнее десятилетие в практику учета производителей тихоокеанских лососей в реках внедряется новый способ – гидроакустический. Этот способ позволяет проводить количественный учет производителей без вмешательства в среду их обитания и нарушения поведенческих реакций. Гидроакустические исследования на путях миграции одного из крупнейших стад азиатской нерки в оз. Курильское (бассейне р. Озерной) были начаты нами в 2012 г. Эти работы продолжили в 2013 г., в другом крупном бассейне полуострова – р. Камчатка. В обоих случаях до настоящего времени данные работы проводятся регулярно.

4.1. Стадо нерки р. Озерной

По результатам проведенных в 2012 г. гидроакустических исследований определили, что пропуск составил 1953 тыс. производителей нерки. На рыбоучётном створе при этом было отмечено 1895 тыс. рыб. Данные гидроакустической регистрации нерки р. Озерной сопоставимы с данными, полученными с помощью РУЗ, и находятся в пределах допустимых погрешностей. Исследования показали эффективность применения комплекса в условиях плотных скоплений рыб, пересекающих рыбоучётный створ (рис. 5).

Рис. 5. Результаты сравнительного анализа гидроакустического учета производителей нерки и данные визуального подсчета производителей с рыбоучетного заграждения р. Озерной:
А – суточные ряды и
Б – накопленные ряды



В настоящее время работы по гидроакустической регистрации производителей нерки проводятся выше места последних рыболовных участков в нижнем течении реки (рис. 6) (Малых и др., 2017). Сравнительная оценка численности производителей нерки, мигрировавшей через гидроакустический створ на полигоне в нижнем течении р. Озерной, и численности рыб, учтённых на рыбоучетном заграждении в истоке реки, показывает, что разница между этими двумя методами варьирует от 3 до 29 %. Всего за период исследований с 2017 до 2019 г. гидроакустическим комплексом было зарегистрировано от 1413 до 2288 тыс. рыб (табл. 1).

Таблица 1

Сравнительная оценка пропуска производителей нерки в р. Озерной гидроакустическим комплексом «DT-X» и РУЗ в 2017–2019 гг., тыс. экз.

Год	Гидроакустический метод	РУЗ	Δ , %
2017	2288	2350	3
2018	1778	1511	17
2019	1413	1824	29

Проведенные исследования показали, что применение гидроакустического метода для учета численности производителей тихоокеанских лососей возможно в условиях гидрологического режима данной реки.

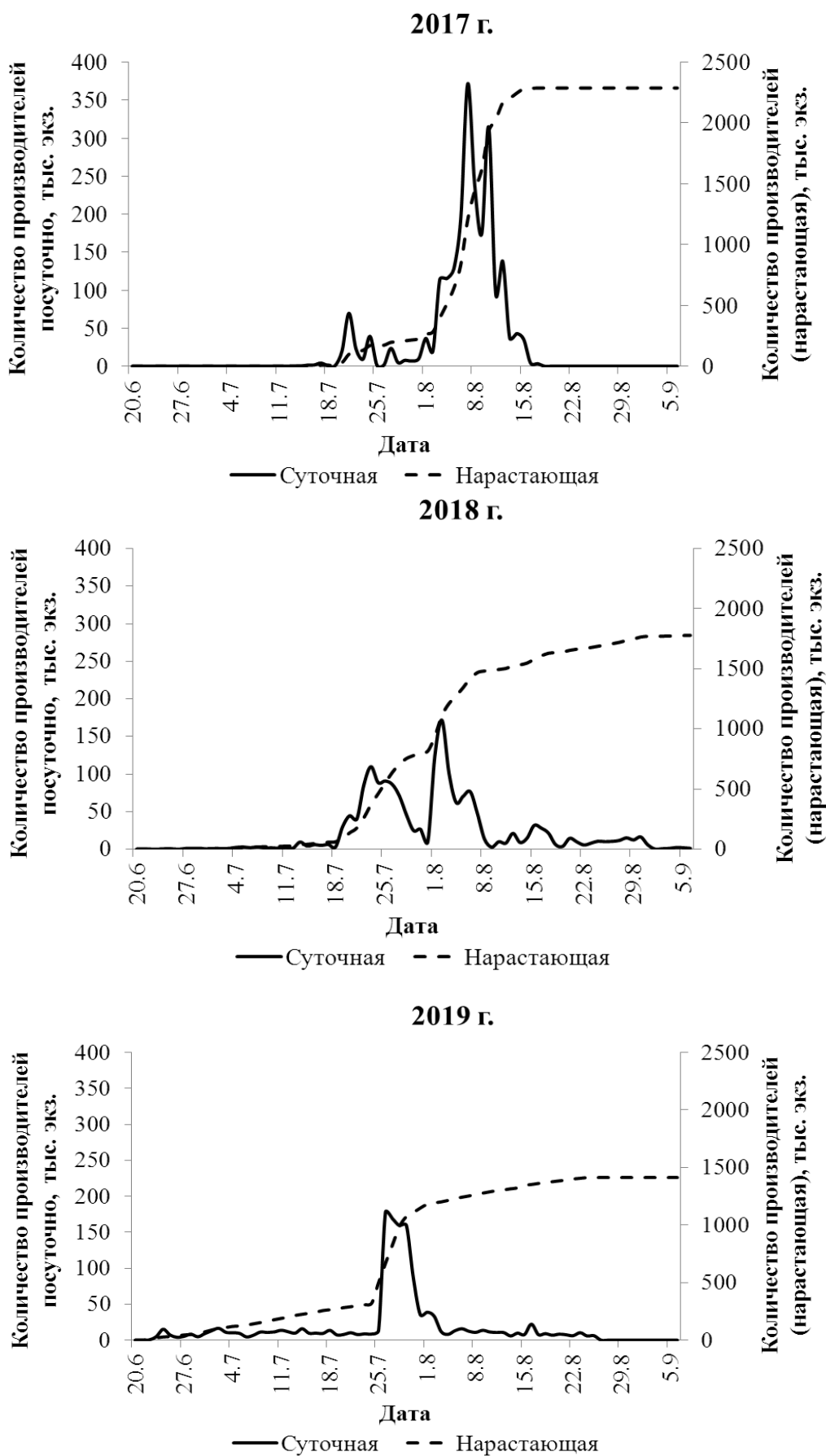


Рис. 6. Динамика величины пропуска нерки в бассейне р. Озерной по данным гидроакустического комплекса в 2017–2019 гг.

4.2. Стадо нерки р. Камчатка

Бассейн р. Камчатка является сложным по структуре водосбора, так как имеется большое количество притоков различного уровня. Это приводит к формированию сложной популяционной/субпопуляционной структуры тихоокеанских лососей, воспроизводящихся в данном водном объекте.

Гидроакустический метод в качестве основного инструмента контроля пропуска производителей через сечение русла может применяться либо в основном русле, либо на значимых притоках крупных речных бассейнов. При этом организация гидроакустического учёта в основном створе р. Камчатка сопряжена с большими техническими трудностями. Во-первых, недостатком метода при учёте производителей тихоокеанских лососей с помощью гидроакустических комплексов является отсутствие возможности дистанционно идентифицировать конкретный вид, мигрирующий в смешанном скоплении. Во-вторых, в настоящее время имеющееся гидроакустическое оборудование не позволяет проводить полноценный учет рыб на значительном по ширине и глубине водотоке. В связи с этим, учитывая ограничения по ширине сканируемого створа, комплексы «NetCor» и «DT-X» были установлены в протоке Азабачьей, а не в основном русле р. Камчатка.

Учёт численности производителей нерки в протоке Азабачьей бассейна р. Камчатка. Впервые в 2013 г. комплекс «NetCor» был установлен на значимом в промысловом отношении притоке реки – протоке, вытекающей из оз. Азабачьего. Выбор протоки Азабачьей как места для установки гидроакустического комплекса был основан на том, что в озеро мигрирует в основном нерка, и оно является её крупным нерестилищем (Бугаев, 1995).

После проведения всех рекогносцировочных работ, учёт гидроакустическим методом стал одним из рутинных инструментов оперативного регулирования промысла в бассейне р. Камчатка. В 2018 г. был внедрён ещё один гидроакустический комплекс для учета производителей нерки – «DT-X». Полученные оценки сравнивали с оценками авиаучётных исследований и исследований с помощью квадрокоптера. Данные имели сопоставимые результаты (табл. 2) (Фадеев, 2014; Фадеев и др., 2016; Фадеев, Шевляков, 2017, 2018; Шевляков и др., 2018).

Таблица 2

Сравнительная оценка пропуска производителей нерки в протоке Азабачьей разными методами в 2014–2019 гг., тыс. экз.

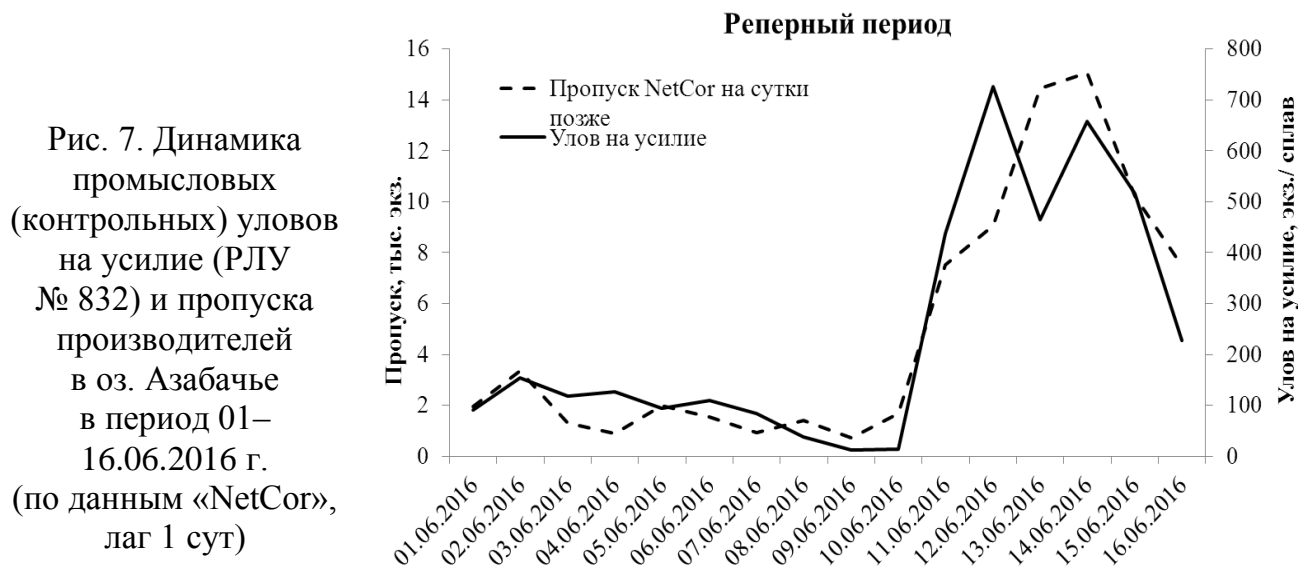
Год	Гидроакустический метод	Авиаучет	Δ , %
2014	65	69	6
2015	138	128	8
2016	121	118	3
2017	40	33	20
2018	120	136	12
2019	106	110	3

Суточная динамика и распределение рыб в створе реки. С помощью гидроакустического комплекса «DT-X» в протоке Азабачьей были выявлены особенности миграции производителей нерки на нерестилища. Анализ распределения мигрирующей рыбы в русле реки показал, что в зоне исследовательского полигона

нерка мигрировала в большей части по фарватеру реки. Наиболее активная суточная миграция проходила в темное время суток. В среднем за период, составляющий третью часть суток, было отмечено около 43 % рыб. Максимальная активность наблюдалась в первые часы после заката. Ближе к восходу солнца миграционная активность падала, достигая своего минимума, когда солнце находилось в зените.

Сроки прохождения производителями разных участков реки. Для анализа скорости миграции и времени прохождения нерки различных участков реки от Камчатского залива до нерестилищ озера был взят период, который характерен для хода ранней нерки. Проведя анализ информации, полученной с морских и речных РЛУ, а также гидроакустического створа, выяснили, что расстояние от первых морских РЛУ до РУЗ производители нерки преодолевают от двух до четырех суток. Основная масса производителей от момента подхода к неводам достигала рыбоучетного створа, удалённого от них на расстояние 40–50 км, в течение двух суток.

Моделирование пропуска производителей нерки в бассейн р. Камчатка. Анализ данных о пропуске производителей лососей показал, что средний улов на усилие на верхнем контрольном речном РЛУ р. Камчатка имел хорошую сопряженность с пропуском в протоке Азабачьей, полученным с помощью гидроакустического комплекса «NetCor» (рис. 7) (Шевляков, Фадеев, 2015). Соотношение накопленного среднего улова на усилие на контрольном РЛУ (средний СРУЕ в сутки × количество суток) с данными авиаучетов отдельно по сезонным формам нерки позволило получить первые индексы соответствия. Данное соотношение составляло 30–35 раз.



Проанализированные данные о сроках прохождения производителями различных участков реки, суточной динамике в устье реки и в зоне, где не оказывают влияние приливно-отливные явления, а также данные по дифференциации различных темпоральных форм позволили разработать методический подход для оценки пропуска производителей на нерест, в частности нерки. Подход основан на установленной нами взаимосвязи накопленного среднего улова с количеством производителей, мигрировавших через учётный створ выше по течению. Вычисление отношения между этими двумя параметрами произведено в результате исследования отдельного периода, при котором производители мигрировали одной отдельной группировкой.

Этот оригинальный комплексный метод контроля методологически включает в себя в качестве структурных компонентов: авиаучетные работы, гидроакустический учет в створе контрольного, значимого для воспроизводства нерки притока, оценку динамики уловов на усилии в основном речном створе и биологических показателей производителей.

Глава 5. Биологические принципы управления запасами вида

Мониторинг пропуска производителей является важным элементом управления лососевым хозяйством Камчатского края. При этом он включает в себя две принципиально различающиеся по смыслу и выполнению задачи: оперативный контроль пропуска и контроль осуществленного пропуска.

Первый решает задачи оперативного регулирования промысла, т.е. является инструментом, направленным на оперативное включение в промысел возможного избытка пропуска производителей, если в ходе проведения оперативных мероприятий этот избыток подтвержден. В этом случае на основании оперативных оценок пропуска и фазы хода прогнозируется дальнейшая его динамика, и далее принимаются управленческие решения. Достоверный контроль захода в реки избежавших промыслового пресса производителей в условиях обширных водоемов, например, такого как бассейн р. Камчатка, достаточно сложная задача. Разработанный нами оригинальный комплексный метод контроля пропуска в бассейн этой реки позволил получать такие оценки для решения оперативных задач управления промыслом.

Вторая задача заключается в оценке числа непосредственно нерестующих в этот год рыб как репродуктивной основы, обеспечивающей следующую генерацию потомков. Кроме непосредственно прогностической функции данная информация, наряду с величиной вылова, используется для описания общей величины подхода лососей в конкретный год. Впоследствии, после определения возрастной структуры подходов, данная информация используется в прогностических целях уже как величина вернувшихся потомков в смежных поколениях. Учеты численности нерки, полученные с помощью гидроакустических комплексов «NetCor» и «DT-X» в протоке Азабачьей (бассейн р. Камчатка) и в р. Озерной, являются одним из компонентов для решения этой задачи.

5.1. Стадо нерки р. Камчатка

5.1.1. Прогнозирование динамики численности

В основе прогнозирования промыслового стада нерки р. Камчатка лежит расчет численности поколений по связи «родители–потомки» (Beverton, Holt, 1957). Оценка величины родителей рассчитывается как сумма выловленных и пропущенных на нерест рыб. Расчёт численности выловленных рыб осуществляется с учетом всех видов промысла – промышленного, традиционного и любительского. При этом данные промысловой статистики, которые отражаются в весовом выражении, переводятся в численность в экземплярах рыб. С 2014 г. для определения численности пропущенных на нерест рыб стали привлекать данные с одного из крупнейших центров воспроизводства бассейна р. Камчатка (оз. Азабачье), полученные с помощью гидроакустических комплексов «NetCor» и «DT-X». Также в результате внедрения комплексного метода, разработанного на основе данных гидроакустических комплексов, были получены оценки пропуска производителей нерки по всему бассейну реки (табл. 3).

Модельная оценка пропуска производителей нерки в бассейне р. Камчатка в 2016–2019 гг., тыс. экз.

Год	Модельные оценки пропуска
2016	300
2017	493
2018	275
2019	187

5.1.1. Регулирование промысла

В результате разработки и внедрения новой комплексной методики на основе данных промышленных и контрольных уловов, методов гидроакустического учета начиная с 2016 г. были получены данные о динамике численности пропуска нерки в течение всего периода нерестового хода (с конца мая по конец августа), а также появилась возможность принимать оперативные решения по регулированию промысла непосредственно в ходе путины (рис. 8).

Проведенный анализ промысловой обстановки в период лососевых путин в Камчатском заливе и бассейне р. Камчатка показал, что основную промысловую нагрузку на наиболее значимый объект промысла – нерку – оказывают ставные невода, расположенные на морских РЛУ. Их вклад в общем изъятии этого вида составляет около 80–90 %. При этом современная среднемноголетняя интенсивность промысла (2011–2019 гг.) относительно уровня подходов (промысел + пропуск на нерест) нерки достигает 95 %. Подобный уровень промыслового воздействия негативно отражается на воспроизводстве лососевых ресурсов бассейна р. Камчатка. Это указывает на то, что в первую очередь ограничительные меры при регулировании промысла необходимо вводить на добычу (вылов) в Камчатском заливе.

Эффективным инструментом обеспечения пропуска производителей в количестве, обеспечивающем расширенное воспроизводство, является введение проходных дней. Введение комплексного метода оценки пропуска производителей нерки на нерестилища в нижнем течении реки позволило разработать стратегию управления промыслом в бассейне р. Камчатка. Согласно этой стратегии, мониторинг пропуска нерки осуществляется со второй декады мая, в период начала хода ранней формы нерки. Промышленный вылов в Камчатском заливе и на речных РЛУ осуществляется только после пропуска ранней формы нерки в количестве 120–150 тыс. экз., рассчитанном по результатам проведения контрольных сплавов в основном русле реки или при пропуске 30–60 тыс. экз. в оз. Азабачье, зарегистрированном на гидроакустическом створе в протоке. Такой пропуск соответствует 30–35 % оптимального количества ранней формы нерки и, как правило, приходится на начало её рунного хода. Далее, для достижения оптимальных ориентиров пропуска вводятся проходные дни как на морских, так и на речных РЛУ одновременно до завершения хода ранней нерки.

Для достижения оптимальных пропусков поздней формы нерки в начале её хода (первая декада июля) устанавливаются временные запреты на промысел в Камчатском заливе и в бассейне р. Камчатка до достижения по данным оперативного мониторинга пропуска поздней формы нерки в пределах 70–100 тыс. экз. Эта численность соответствует 40–50 % оптимального количества для этой формы.

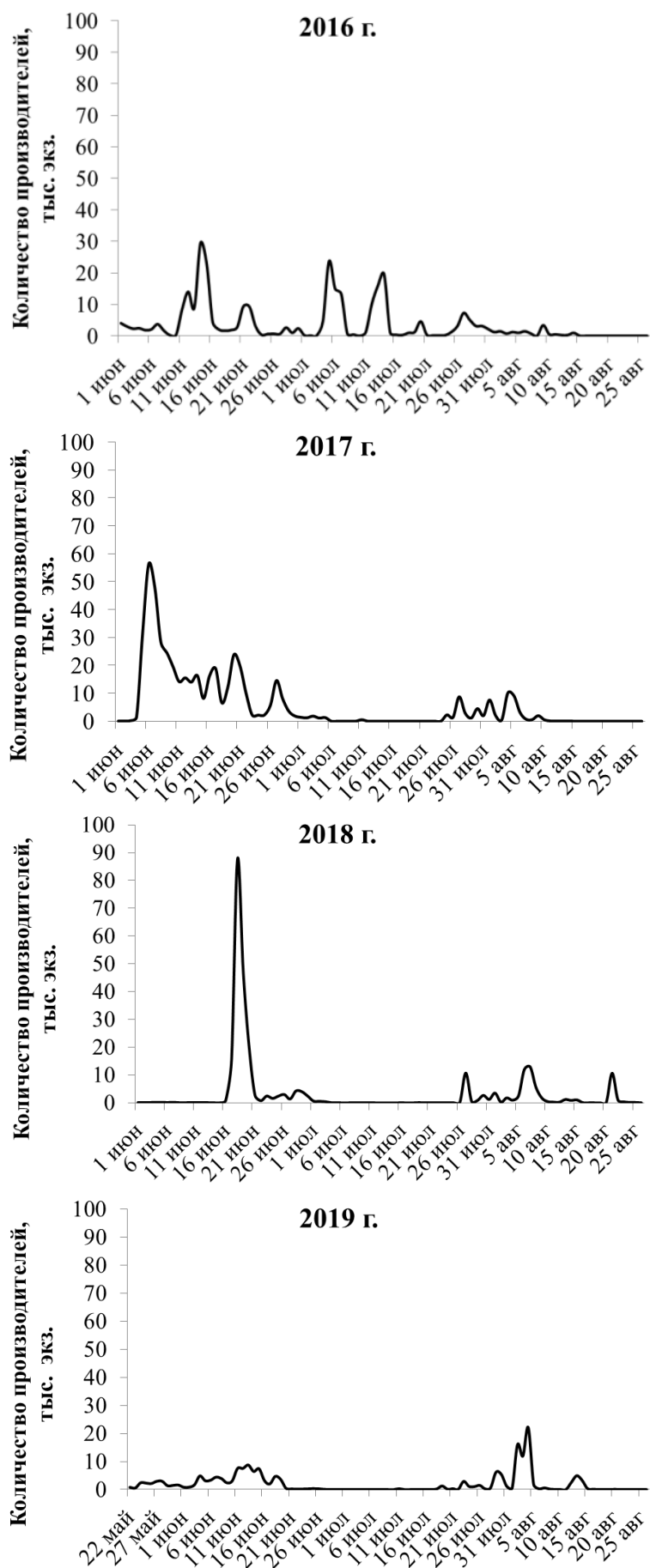


Рис. 8. Динамика величины пропуска нерки в бассейне р. Камчатка в 2016–2019 гг.

5.2. Стадо нерки р. Озерной

5.2.1. Прогнозирование динамики численности

В основе прогнозирования возвратов нерки стада р. Озерной лежит расчет численности поколений по связи «родители–потомки». Эффективность воспроизводства поколений в возрасте 3+, 4+ и 5+ лет, оценивается при помощи уравнения, предложенного В.А. Дубыниным с соавторами (2007):

$$K = \frac{a}{Eb\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{(\ln E - c)^2}{2b^2}},$$

где K — кратность воспроизводства поколений от данной численности производителей (родителей); E — численность производителей (родителей); a , b и c — коэффициенты уравнения (Лососи – 2019 (путинный прогноз), 2019).

В качестве интегрального показателя, характеризующего связь «родители–потомство», используют коэффициент кратности возврата, который рассчитывается как отношение численности поколения к численности родителей, генерировавших это поколение нерки. После определения численности возврата нерки р. Озерной устанавливаются биологические ориентиры управления запасом. Для их выбора используют оценки численности пропуска производителей на нерест по данным гидроакустических исследований и РУЗ (Лососи – 2019 (путинный прогноз), 2019).

5.2.2. Регулирование промысла

Наличие нового учетного гидроакустического створа, расположенного выше места последних рыбопромысловых участков в нижнем течении реки, позволило получать данные о пропуске раньше РУЗ. Временной лаг, требуемый для прохождения производителями расстояния от места гидроакустического створа до рыбоучётного заграждения в истоке реки, составляет 3–4 сут (Бугаев и др., 2009). Получение оперативной информации с гидроакустического створа позволило более оперативно решать задачи по регулированию промысла в период массового хода нерки, а также разработать стратегию оперативного управления промыслом.

Так, в современный период для РЛУ р. Озерной и группы морских РЛУ (№ 187–209), расположенных на путях миграции нерки к реке, действуют специальные меры регулирования. В частности, в прибрежье р. Озерной на морских РЛУ промысел начинается только после пропуска 500 тыс. производителей поздней нерки. Освоение запасов ранней нерки начинается с третьей декады июня в режиме двух дней промысла через два дня пропуска.

ВЫВОДЫ

1. Вылов нерки р. Камчатка в последнее десятилетие находится на высоком уровне. При этом наблюдается резкое сокращение нерестовой части популяции. В среднем численность нерки в рассматриваемый период на нерестилищах бассейна р. Камчатка составила 370 тыс. экз., что на 25–30 % ниже целевого ориентира заполнения. Основной причиной снижения численности запасов нерки р. Камчатка является возросший пресс промысла в Камчатском заливе за счет увеличения количества неводов, а также рост эффективности рыбопереработки предприятий Усть-Камчатского района.

2. Подходы озерновской нерки в современном периоде высокие. В последнее десятилетие отмечен максимальный исторический вылов. Пропуск производителей на

нерестилища оз. Курильского осуществляется в пределах оптимального количества, необходимого для эффективного воспроизводства (около 1500–1600 тыс. экз.).

3. Максимальная миграционная активность нерки в реках Камчатка и Озерная наблюдалась в темное время суток. В среднем за период, который составляет третью часть суток, проходило около 43 % рыб. Анадромная миграция нерки в значительной части (до 75 %) протекала в наиболее глубоких зонах рек, где течение относительно слабое. На примере бассейна р. Камчатка выяснили, что расстояние от устья реки до гидроакустического створа (40 км) производители преодолевали в среднем за двое суток. Таким образом, скорость миграции нерки против течения составляла менее 1 км/час.

4. На основе выявленных закономерностей анадромных миграций нерки были разработаны методики мониторинга пропуска производителей в исследуемых водоёмах. Использование гидроакустической аппаратуры в р. Озерной и в протоке Азабачьей позволило получить оценку численности мигрирующих на нерест производителей в режиме реального времени. Кроме того, разработан уникальный метод оценки пропуска производителей на нерест, в основе которого лежит установленная взаимосвязь накопленного среднего улова с количеством производителей, мигрирующих выше по течению и зарегистрированных гидроакустическим комплексом. Этот метод необходим в условиях обширного водотока, где нет возможности получить прямые оценки производителей гидроакустическими комплексами.

5. На основе разработанного комплексного метода получили информацию о динамике нерестового хода нерки в нижнем течении рек Камчатка и Озерная, которая служит для решения оперативных задач по регулированию промысла. Важнейшей из них является обеспечение целевых ориентиров пропуска производителей нерки на нерестилища обеих рек, что позволяет соблюсти баланс эффективного воспроизводства и стабильного многолетнего рыболовства данных единиц запасов.

6. Результаты представленной системы биологического мониторинга являются важнейшим информационным обеспечением при подготовке прогнозов динамики запасов нерки рек Озерная и Камчатка. В процессе подготовки прогнозов проводится сравнительный анализ полученных данных мониторинга и традиционных методов учета численности лососей на нерестилищах (р. Озерная (оз. Курильское) – РУЗ, р. Камчатка – аэровизуальный учет). Это позволяет методически дополнять информационный уровень оценок нерестовых запасов нерки в рассматриваемых водных объектах.

7. Введение комплексного метода оценки пропуска производителей нерки на нерестилища позволило разработать стратегию управления промыслом в бассейне рек Камчатка и Озерная. Эти стратегии основываются на получении данных о пропуске нерки в режиме реального времени на контрольных участках в нижних течениях рек. Промысел открывается после получения данных о пропуске 30–50 % от оптимального количества производителей каждой сезонной формы. Для обеспечения достаточного уровня заполнения нерестилищ в ходе путины осуществляется регулирование проходных дней. В случае необходимости вносятся изменения в сроки периодов остановки промысла, например, в июле-августе в бассейне р. Камчатка.

Список публикаций по материалам диссертации

Публикации в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ

1. **Фадеев, Е.С.** Гидроакустическая оценка численности производителей тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) бассейнов малых и средних / **Е.С. Фадеев** // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – 2014. – Вып. 34. – С. 89–94.
2. Шевляков, Е.А. Проблемы рационального рыболовства тихоокеанских лососей в бассейне р. Камчатка и Камчатском заливе, меры управления / Е.А. Шевляков, **Е.С. Фадеев** // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – 2015. – Вып. 38. – С. 7–25.
3. **Фадеев, Е.С.** Комплексный мониторинг пропуски производителей тихоокеанских лососей р. Камчатка в режиме реального времени / Е.С. Фадеев, Е.А. Шевляков, М.Г. Фельдман // Изв. ТИНРО. – 2019 – Т. 197 – С. 3–20. DOI: 10.26428/1606-9919-2019-197-3-20 [Fadееv, E.S. Integrated Monitoring of Escapement of Pacific Salmon Spawners to the Kamchatka River in Real–Time Mode / E.S. Fadееv, E.A. Shevlyakov, M.G. Feldman // Russian Journal of Marine Biology. – 2019. – Vol. 45, no. 7. – P. 546–559.]
4. Коваль, М.В. Факторы, определяющие динамику нерестового хода и современное состояние ресурсов нерки *Oncorhynchus nerka* р. Камчатка / М.В. Коваль, О.Б. Тепнин, С.Л. Горин, **Е.С. Фадеев** и др. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – 2020. – Вып. 57 – С. 5–66.

Публикации в других изданиях

5. Малых, К.М. Использование гидроакустических средств для количественного учета тихоокеанских лососей в период ската молоди и нерестовых миграции производителей / К.М. Малых, **Е.С. Фадеев** // Материалы отчётной сессии ФГУП «КамчатНИРО» по итогам научно-исследовательских работ в 2012 г. – Петропавловск-Камчатский : КамчатНИРО, 2013. – С. 209–215.
6. **Фадеев, Е.С.** Оценка пропуски производителей нерки в бассейне р. Камчатка с помощью гидроакустического комплекса «NetCor» / **Е.С. Фадеев**, Е.А. Шевляков, А.М. Бирюков // Бюл. № 11 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. – С. 150–157.
7. **Фадеев, Е.С.** Опыт использования гидроакустического комплекса для количественного учета производителей тихоокеанских лососей в реках Камчатки / **Е.С. Фадеев**, Е.А. Шевляков // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса : материалы V науч.-практ. конф. молодых ученых с международным участием. – М. : ВНИРО, 2017. – С. 267–272.
8. **Фадеев, Е.С.** Комплексный мониторинг пропуски производителей тихоокеанских лососей р. Камчатка в режиме реального времени / **Е.С. Фадеев**, Е.А. Шевляков // Перспективы рыболовства и аквакультуры в современном мире : мат-лы 3-й науч. школы мол. ученых и специалистов по рыбному хозяйству и экологии, посвящ. 140-летию со дня рождения К.М. Дерюгина. – М. : ВНИРО, 2018. – С. 141.
9. Бугаев, А.В. Аналитический обзор итогов лососевой путины – 2018 (Камчатский край) / А.В. Бугаев, Н.Ю. Шпигальская, О.В. Зикунова, ... **Е.С. Фадеев**, А.А. Нагорнов // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. – С. 14–40.
10. Шевляков, Е.А. Промысел нерки р. Камчатка в 2018 г.: мониторинг запасов, ориентиры управления, оперативное регулирование и результаты / Е.А. Шевляков, О.В. Зикунова, **Е.С. Фадеев**, М.Г. Фельдман // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО-центр, 2018. – С. 52–71.

Фадеев Евгений Сергеевич

**БИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ И
РЕГУЛИРОВАНИЕ ПРОМЫСЛА СТАД
НЕРКИ *ONCORHYNCHUS NERKA* РЕК
КАМЧАТКА И ОЗЕРНАЯ (КАМЧАТКА)**

*Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук*

В авторской редакции
Набор текста Е.С. Фадеев
Верстка, оригинал-макет Е.С. Фадеев

Подписано в печать 10.03.2022
Формат 60*84/16. Печать цифровая. Гарнитура
TimesNewRoman
Авт. л. 1,09. Усл. печ. л. 1,0
Тираж 100 экз. Заказ № 1

Издательство
Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (КамчатНИРО)

Отпечатано участком оперативной полиграфии издательства КамчатНИРО
683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18