

На правах рукописи



Зикунова Ольга Владимировна

**ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ И ПРИНЦИПЫ
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАПАСОВ
ЧАВЫЧИ *ONCORHYNCHUS TSHA WYTSCHA* КАМЧАТКИ**

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:** **Строганов Андрей Николаевич**,
доктор биологических наук, доцент,
ФГБОУ ВО «Московский государственный
университет имени М.В. Ломоносова», кафедра
ихтиологии биологического факультета, главный
научный сотрудник
- 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» (ФГБОУ ВО «КГТУ»),
г. Калининград

Защита состоится « 12 » мая 2022 г. в 10:00 на заседании диссертационного совета
37.2.005.01 в ФГБОУ ВО «Камчатский государственный технический университет» по
адресу: 683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, д. 35.

Отзывы на автореферат направлять по адресу: 683003, г. Петропавловск-
Камчатский, ул. Ключевская, д. 35. Диссертационный совет 37.2.005.01.
Телефон: (4152)300-877; факс: (4152)420-501; e-mail: oni@kamchatgtu.ru.

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

Автореферат разослан « ____ » _____ 2022 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета,
кандидат биологических наук



Климова Анна Валерьевна

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы. Чавыча *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum, 1792) является одним из наиболее малочисленных видов рода тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России. Несмотря на ее относительно низкую численность, по своим пищевым качествам чавыча относится к самому ценному виду этой группы рыб. Чавыча является объектом активного промышленного, традиционного и любительского рыболовства. Кроме того, вид имеет большое социально-историческое значение, является основным атрибутом национального обряда аборигенов Камчатки – «Праздник первой рыбы».

В пределах азиатского ареала основные запасы вида сосредоточены на Камчатке. Здесь добывают практически 100 % общего вылова чавычи на Дальнем Востоке России (Черешнев и др., 2002; Бугаев и др., 2007). По многолетним данным официальной промысловой статистики международной Комиссии по анадромным рыбам северной части Тихого океана (North Pacific Anadromous fish commission (NPAFC), www.npafc.org) в 1970–2010-х гг. ежегодный вылов вида на Камчатке составлял всего около 1 тыс. т. В сравнительном аспекте можно отметить, что в реках Северной Америки (США и Канада) численность чавычи заметно выше, чем в Азии. По среднесреднегодным данным в этих странах ежегодно суммарно добывают порядка 20 тыс. т.

За всю историю существования прибрежного промысла на Камчатке порядка 80–90 % чавычи вылавливали в бассейне р. Камчатка (Восточная Камчатка). На протяжении почти всего XX века этот вид был доминирующим на лососевом промысле в указанном водном объекте. Начиная с середины 1990-х гг. экономическое значение чавычи в лососевом промысле на р. Камчатка снизилось, так как ее запасы начали уменьшаться. Первенство занял более многочисленный вид – нерка. Однако в пределах Камчатского края чавыча остается наиболее востребованным видом среди тихоокеанских лососей. Поэтому в регионе чавыча находится под особым контролем рыбоохранных органов и относится к социально значимым водным биологическим ресурсам.

Современные тенденции снижения численности камчатских стад чавычи остро ставят вопрос о систематизации биологического мониторинга вида и разработке основных принципов рационального использования ее запасов. Представленная диссертация включает результаты ревизии многолетней биологической информации о чавыче Камчатки, а также предлагает пути решения задач по организации стабильного воспроизводства и рыболовства вида.

Степень разработанности выбранной темы. На протяжении длительного периода литературные сведения о чавыче азиатского побережья были незначительны и приводились преимущественно попутно с описанием наиболее массовых видов лососей. Одни из первых сведений о биологии чавычи Камчатки, имеющиеся в литературе, в основном относятся к 1960–1970-м гг. (Грачев, 1967; Вронский, 1972, 1974; Смирнов, 1975). Некоторые данные о биологии этого вида, в частности о нерестовом периоде, встречаются в ранних публикациях (Кузнецов, 1928; Крохин, Крогиус, 1937; Сыськова, 1951; Смирнов, 1958). Имеется ряд более поздних исследований чавычи, в которых даны сведения о динамике численности, сезонных расах, возрастной структуре, условиях воспроизводства и пресноводном периоде жизни вида (Вронский, 1983, 1984, 1994; Леман, 1988; Вронский, Леман, 1991; Смирнов и др., 1993; Виленская и др., 2000; Виленская, 2000; Виленская, 2002а, б, 2004).

К настоящему времени в Камчатском филиале ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО») (далее – КамчатНИРО) накопился значительный объем материалов, включающий архивные данные КоТИНРО (до 1995 г.) и ФГУП «КамчатНИРО»

(1995–2018 гг.), позволяющих провести подробный анализ динамики численности и основных биологических показателей чавычи Камчатки практически за 100-летний период (1926–2020 гг.).

Цель и задачи работы. Цель работы – систематизация многолетней биологической информации и разработка принципов рационального использования запасов чавычи Камчатки.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие **задачи**:

1. Проанализировать многолетние биологические показатели (соотношение полов, размерно-массовые характеристики, возрастную структуру, плодовитость) чавычи нерестовой части камчатских стад в основных районах ее воспроизводства.

2. Определить приемную емкость нерестилищ водных объектов для оценки потенциала естественного воспроизводства камчатской чавычи.

3. Рассмотреть особенности нерестового хода чавычи камчатских стад.

4. Выявить основные закономерности многолетней динамики численности и структуры запасов чавычи камчатских стад.

5. Оценить современные тенденции формирования запасов чавычи камчатских стад.

6. Актуализировать методы прогнозирования динамики численности подходов чавычи камчатских стад.

7. Разработать основные принципы регулирования промысла чавычи камчатских стад.

Научная новизна. Диссертационная работа является первой сводной работой, в которой приведены все имеющиеся биологические материалы по чавыче Камчатки. Проведена оценка нерестового фонда вида в пределах репродуктивного ареала камчатских стад. Представлены результаты исследования динамики численности камчатской чавычи по основным районам воспроизводства почти за 100-летний период. Выявлены особенности межгодовой изменчивости биологической и промысловой структуры стад вида. Отмечены современные тенденции сокращения запасов чавычи на западном и юго-восточном побережьях Камчатки. Показаны изменения размерно-возрастных показателей чавычи основных региональных единиц запасов. В рамках развития мер по рациональному использованию запасов чавычи Камчатки описаны и апробированы методы прогнозирования численности возвратов и объемов добычи (вылова) чавычи р. Камчатка, а также предложены пути их усовершенствования. Даны рекомендации по регулированию промысла вида с целью восстановления и повышения уровня запасов камчатской чавычи. Впервые определено наличие видовой специфики в формировании дополнительных образований на чешуе молоди чавычи.

Теоретическое и практическое значение. На основе проведенного анализа многолетних данных расширены имеющиеся представления о биологических особенностях, динамике анадромных миграций и закономерностях формирования нерестового запаса чавычи Камчатки. Полученная биологическая информация и имеющаяся статистика промысла на морских и речных рыболовных участках служат основой для разработки обоснований, регламентирующих режим добычи (вылова) вида. Результаты данных исследований являются частью ежегодно формируемых Стратегий промысла тихоокеанских лососей в Камчатском крае, которые рассматриваются и утверждаются на Дальневосточном научно-промысловом совете при Федеральном агентстве по рыболовству Российской Федерации. Мониторинговая информация по биологии чавычи служит основой для совершенствования методов прогнозирования и подготовки актуальных материалов, обосновывающих прогнозируемые объемы добычи

(вылова) вида в промысловых районах Камчатки, а также оперативных корректировок вылова в периоды проведения лососевых путин. Представленное обобщение по биологии камчатской чавычи может служить в качестве учебных материалов для студентов и специалистов-ихтиологов, занимающихся изучением тихоокеанских лососей.

Методология и методы диссертационного исследования. В основу методологии проведённых исследований положены биологические данные по производителям (соотношение полов, размерно-массовые показатели, возрастная структура, плодовитость), промысловой статистики и результатам авиаучётных работ камчатских стад чавычи в основных районах ее воспроизводства. Для проведения полного биологического анализа (далее – ПБА) использована общепринятая в ихтиологических исследованиях методика (Правдин, 1966). Сбор чешуи для определения возраста рыб осуществлялся по методике, предложенной Клаттером и Уайтселом (Clutter, Whitesel, 1956) и рекомендованной NPAFC (Knudsen, 1985; Davis et al., 1990). Обозначения возраста приведены по международной системе, принятой для тихоокеанских лососей (Ito, Ishida, 1974). Для построения карт распределения использован пакет специализированного программного обеспечения ArcGIS PRO (<https://www.arcgis.com>) и QGIS Desktop 3.16.5 with GRASS 7.8.5 (<https://qgis.org>). Статистическая и графическая обработка первичных данных проведена с использованием пакета программ Microsoft Office 2007 (Word, Excel).

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Отмечена тенденция системной перестройки размерно-возрастного состава всех стад камчатской чавычи, а также сокращения общей численности запасов вида. Наблюдается значительное уменьшение размерно-массовых показателей и снижение возраста производителей. В ряде регионов Камчатки (комплексы рек западного и юго-восточного побережий полуострова) деградация запасов привела к потере промысловой значимости вида.

2. Разработан комплекс мер по рациональному использованию запасов камчатской чавычи, включающий методическую основу прогнозирования динамики численности стад, оперативный биологический мониторинг и моделирование правил регулирования промысла для формирования условий устойчивого воспроизводства и рыболовства вида.

Личный вклад автора. Автор диссертации принимала непосредственное участие в организации и проведении экспедиционных работ в бассейне р. Камчатка на базе рыбоперерабатывающих предприятий п. Усть-Камчатск в течение 2005–2020 гг. Соискатель осуществляла сбор, анализ и систематизацию биологической информации по камчатской чавыче. Кроме того, автором выполнено определение возраста и темпа роста чавычи различных камчатских стад. В части формирования концепции рационального использования запасов чавычи Камчатки непосредственно автором готовятся ежегодные прогнозы динамики численности, ведется оперативный биологический мониторинг нерестового хода и, при необходимости, обосновывается корректировка прогнозируемых объемов добычи (вылова). Весь объем первичных данных, используемых в настоящей работе, как архивных, так и собственных, систематизирован, обобщен и трактован автором диссертации.

Степень достоверности результатов и апробация работы. Достоверность и обоснованность представленных в работе научных положений, а также выводов, определяются значительным фактическим материалом, использованием общепринятых и рекомендованных методов ихтиологических исследований.

Основные положения диссертации были представлены на 5 научных конференциях: IX региональная конференция студентов, аспирантов вузов и научных организаций Дальнего Востока России «Актуальные проблемы экологии, морской биологии и биотехнологии» (Владивосток, 2010 г.); XXIV ежегодная международная конференция Организации по морским наукам в северной части Тихого океана (North Pacific Marine Science Organization – PICES) (Китай, г. Циндао, 2015 г.); V научно-практическая конференция молодых учёных с международным участием «Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса» (Москва, 2017 г.); II всероссийская научная конференция с международным участием «Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования» (Санкт-Петербург, 2018 г.); XXVIII ежегодная международная конференция Организации по морским наукам в северной части Тихого океана (North Pacific Marine Science Organization – PICES) (Канада, г. Виктория, 2019 г.).

Публикации. По теме диссертационной работы опубликовано 12 работ, в том числе 3 статьи в российских журналах, включенных в перечень ВАК, 8 публикаций, включенных в РИНЦ, и 1 – в зарубежном издании.

Объем и структура работы. Диссертация изложена на 182 страницах, состоит из введения, шести глав, выводов, списка литературы и приложения, включает 77 рисунков и 15 таблиц. Список литературы включает 179 публикаций, из них 53 иностранных.

Благодарности. Автор диссертации выражает искреннюю и глубокую благодарность научному руководителю д.б.н. А.В. Бугаеву за всестороннюю помощь в подготовке диссертации, консультации и ценные замечания; учителю и наставнику к.б.н. Н.И. Виленской, игравшей значимую роль в формировании научного мировоззрения автора; к.б.н. Е.А. Шевлякову за постановку вопроса исследования и всемерную помощь в осмыслении материала; к.б.н. М.Г. Фельдману за помощь в модельном анализе; сотрудникам лаборатории лососевых рыб КамчатНИРО за помощь в сборе и обработке материала; руководству рыбодобывающих компаний за предоставленную возможность проведения исследовательских работ на базе предприятий.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

ГЛАВА 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

В разделах 1.1. и 1.2. рассмотрены основные особенности биологии и жизненного цикла чавычи Азии и Северной Америки. Дана историческая справка, посвященная искусственному выращиванию вида в основных регионах воспроизводства. В разделе 1.3. описаны границы ареалов воспроизводства и пресноводного нагула различных стад чавычи, а также дана характеристика морского (океанического) периода жизни вида. Представлена полная промысловая статистика уловов чавычи в странах воспроизводства (Россия, США, Канада, Япония (морской промысел)) по данным NPAFC за 1925–2020 гг.

ГЛАВА 2. МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В разделе 2.1. представлены методы сбора полевого материала и районы исследования. Сбор первичного биологического материала производителей чавычи проводили в период нерестового хода вида преимущественно на базе рыбоперерабатывающих заводов.

Автором работы выполнялся сбор первичного материала чавычи р. Камчатка на протяжении 11 лет в п. Усть-Камчатск – 2005–2010 и 2014–2018 гг. – 7463 экз. В общей сложности за 80-летний период количество собранного биостатистического материала по камчатской чавыче составило 61420 экз. (табл. 1).

Таблица 1 – Объем используемого биостатистического материала по чавыче Камчатского края, экз.

Побережье	Административный район	Период исследования, год								Сумма
		1941–1950	1951–1960	1961–1970	1971–1980	1981–1990	1991–2000	2001–2010	2011–2020	
Восточное	Олюторский	–	–	233	793	1014	379	764	748	3931
	Карагинский	–	–	–	–	–	21	60	–	81
	Усть-Камчатский, Мильковский	1142	2863	4292	4863	4318	5121	5547	8119	36265
	Елизовский	–	–	–	–	466	382	547	536	1931
Итого Восточная Камчатка										42208
Западное	Тигильский	–	–	–	128	84	90	291	167	760
	Соболевский, Быстринский	–	–	–	611	2310	1501	971	1418	6811
	Усть-Большереецкий	–	–	–	1948	2156	1775	3953	1809	11641
	Итого Западная Камчатка									
Всего										61420

Методика проведения стандартного ПБА является общепринятой в отечественных ихтиологических исследованиях (Clutter, Whitesel, 1956; Правдин, 1966; Knudsen, 1985; Davis et al., 1990).

В разделах 2.2. и 2.3. описаны методы камеральной обработки собранного материала и оценки численности запасов. Для определения численности подходов и поколений чавычи Камчатки использовали данные:

– о заполнении нерестилиц (Восточная Камчатка – 1957–2010 гг., Северо-Восточная Камчатка – 1963–2008 гг., Западная Камчатка – 1967–2020 гг.), полученные с помощью авиаучетных работ. Начиная с 2016 г. традиционные методы учета нерестовой численности чавычи р. Камчатка были дополнены модельным методом на основе статистики контрольных обловов вида (Фадеев и др., 2016).

– о вылове всеми видами рыболовства на береговых РЛУ Восточной Камчатки – 1926–2020 гг., Северо-Восточной Камчатки – 1963–2020 гг., Западной Камчатки – 1958–2020 гг. и дрейфтерным промыслом – 1952–2015 гг.

В разделе 2.4. представлены методы графической и статистической обработки данных. Для построения карт использовали пакеты специализированного программного обеспечения ArcGIS PRO (<https://www.arcgis.com>) и QGIS Desktop 3.16.5 with GRASS 7.8.5 (<https://qgis.org>). Основную обработку первичных статистических и графических данных проводили в программе Microsoft Office 2007.

В разделе 2.5. рассмотрены методы моделирования динамики запасов и регулирования промысла. Прогнозирование динамики запасов чавычи выполняли с помощью регрессионного моделирования. В качестве основного инструмента прогнозирования использовали метод сиблингов (Peterman, 1982), а также метод, основанный на взаимосвязи численности родителей и потомков. Модель оригинального метода правила регулирования промысла (ППП) для чавычи р. Камчатка была разработана ведущим научным сотрудником КамчатНИРО к.б.н. М.Г. Фельдманом (Фельдман и др., 2016) с непосредственным участием автора диссертации.

ГЛАВА 3. БИОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА

Раздел 3.1. Восточная Камчатка (р. Камчатка – Усть-Камчатский и Мильковский районы).

Возрастной состав. В подходах чавычи р. Камчатка доля рыб младших возрастных групп (2-, 3-, 4- и 5-летних) в среднем за период составила 70,7 %, а старших (6- и 7-летних) – 29,3 %. Количество возрастных групп достигало 12. Среди производителей чавычи, возвращающихся на нерест, во все годы наблюдений абсолютно преобладали особи, скатившиеся из реки в возрасте 1+, составив в среднем 93,6 %.

Производители самого младшего возраста – 3-летки (2+) – в годы наблюдений включали две группы – 0.2 и 1.1 (Виленская, 2004; Зикунова, 2014). Доля возрастной группы 0.2 практически во все годы не превышала 1,0 %, группы 1.1 увеличивалась, особенно с 2009 г. В 1992–2009 гг. доля 1.1 составляла 0,7 %, в последующие годы возросла до 3,9 %.

Чавыча в 4-летнем возрасте (3+) была представлена возрастными группами 0.3, 1.2 и 2.1. Рыбы возраста 0.3 и 2.1 начали встречаться в подходах с конца 1970-х гг. В частности, группа 2.1 отмечалась штучно и нерегулярно, а количество особей возраста 0.3 увеличивалось до начала 2000-х гг., достигнув 3,3 %. В дальнейшем их доля сократилась до 0,2 %. С 1941 по 2012 г. доля рыб возрастной группы 1.2 увеличивалась (рис. 1). В конце 1990-х гг. она составляла 8,2 %, а в 2000–2012 гг. повысилась до 31,5 %, достигнув максимума в 2012 г. – 66,1 %.

В возвратах всех лет стабильно преобладали 5-летние рыбы (4+), с разнообразием возрастных групп, а именно: 0.4, 1.3 и 2.2. Самая малочисленная возрастная группа 0.4 была отмечена в подходах с 1973 по 2003 г. (в среднем 0,5 %). Возрастная группа 2.2 также была немногочисленна, но встречалась регулярно (Виленская и др., 2000). До 2008 г. в подходах абсолютно доминировали особи возрастной группы 1.3, составляя основу зрелой части популяции и достигая в подходах 70 % и более (рис. 1).

6-летние рыбы (5+) были представлены двумя возрастными группами 1.4 и 2.3. Группа 2.3 стабильно присутствовала в подходах. Чавыча в возрасте 1.4 до конца 1970-х гг. являлась основой репродуктивной части популяции (рис. 1). Но с начала 1980-х гг. наблюдалось снижение ее численности (Виленская и др., 2000; Виленская, 2004). В частности, в 2012 г. доля рыб этого возраста составила 2,7 %.

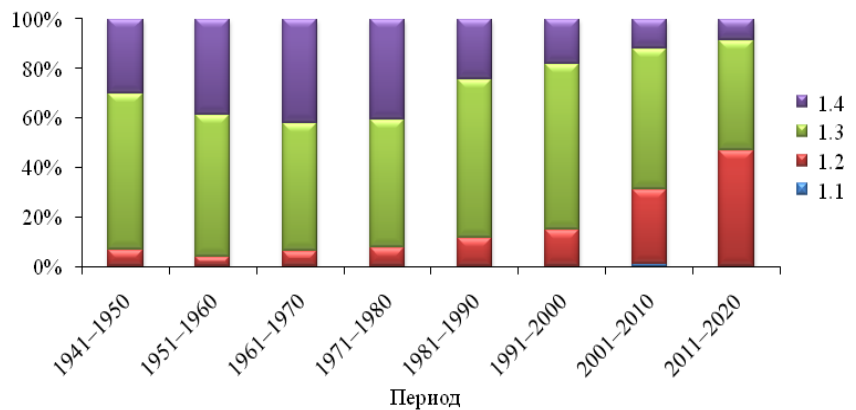


Рисунок 1 – Динамика соотношения основных возрастных групп чавычи р. Камчатка в подходах 1941–2020 гг. по десятилетиям

Немногочисленны в возвратах чавычи всех лет были 7-летние (6+) особи возрастных групп 1.5 и 2.4. Наибольшая доля обеих групп отмечена в 1960-х гг. – в среднем 3,5 %. С начала 1970-х гг. доля производителей данного возраста в подходах сокращалась. В начале 2000-х гг. 7-летки встречались уже единично, а после 2005 г. в подходах отсутствовали.

Размерно-массовый состав. С 1941 г. до начала 1980-х гг. средние размерно-массовые характеристики производителей чавычи были относительно стабильны и составляли: длина – 85–90 см, масса тела – 9–11 кг (рис. 2). Позднее, вплоть до середины 2000-х гг., наблюдалось резкое их снижение с некоторыми межгодовыми колебаниями. Так, в 2001 г. длина уменьшилась до 74,8 см, масса – до 5,7 кг, и после очередного незначительного повышения в 2002–2005 гг. произошло их существенное снижение до исторического минимума, составив в 2012 г. всего 64,9 см и 4,1 кг.

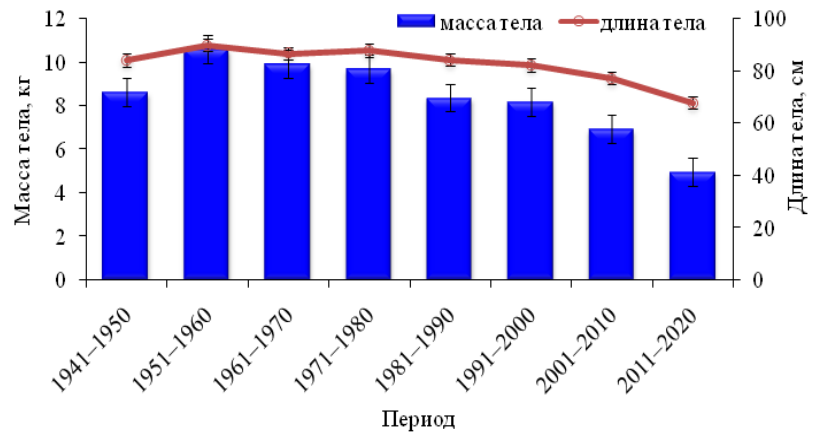


Рисунок 2 – Динамика средней длины и массы тела производителей чавычи р. Камчатка в подходах 1941–2020 гг. по десятилетиям

Снижение размерно-массовых показателей производителей чавычи р. Камчатка в значительной мере обусловлено переменами в возрастном составе. Но и у производителей возрастных групп 1.2. и 1.3 происходило сокращение размеров, наиболее значимые в группе 1.3, а у рыб в возрасте 1.4 сохранились на среднемноголетнем уровне.

Отмеченные изменения во всех основных возрастных группах позволяют утверждать о существовании общности факторов, определяющих процесс созревания – это условия нагула как в реке, так и в море. В пользу перемен в период морского роста свидетельствуют результаты, полученные нами при анализе особенностей линейного роста чавычи р. Камчатка. Установлено, что в море разница в темпе роста увеличивалась, и поколения рыб расщеплялись на несколько возрастных групп, возвращающихся на нерест в разном возрасте. Наиболее быстро росли и созревали особи в возрасте 1.2, наименьший темп роста характерен для старшего возраста 1.4, группа 1.3 занимала промежуточное положение.

Тренд на снижение качественных показателей отмечен как для стада в целом, так и отдельно для самок и самцов (рис. 3). У самцов данные изменения существеннее, чем у самок. Кроме того, в группе 1.3 во все годы самки были крупнее самцов, а в группе 1.4, напротив, крупнее самцы.

Соотношение полов. С начала 1940-х гг. и вплоть до середины 1960-х гг., как правило, в подходах преобладали самки, в конце 1960-х гг. их доля снизилась

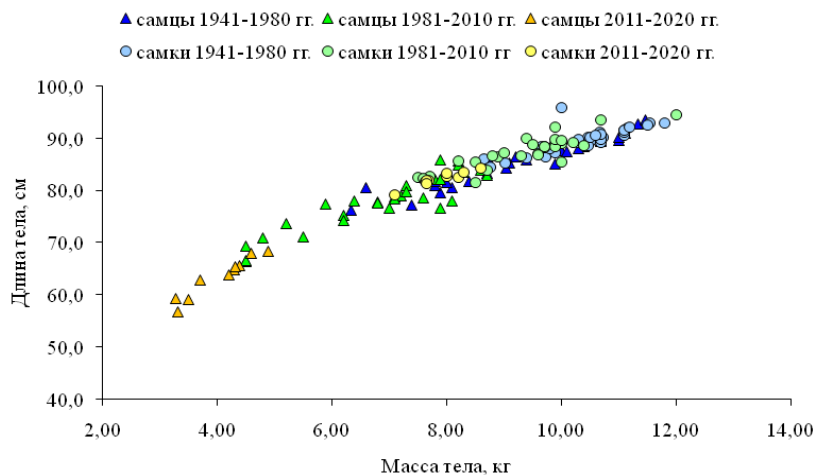


Рисунок 3 – Зависимость длины от массы тела производителей чавычи р. Камчатка в подходах 1941–2020 гг. дифференцированно по полу и периодам

до 50 % (Вронский, 1972). Тенденция к сокращению доли самок в подходах чавычи сохранялась до 2012 г., когда их доля редко превышала 30 %-ный уровень.

По результатам многолетних исследований отметим, что у чавычи р. Камчатка всегда преобладали самки двух возрастных групп – 1.3 и 1.4, составляя 90–95 % всей их численности (Бугаев и др., 2007). В 1941–1981 гг. доля 6-летних самок (1.4) составляла в среднем 50 % и более. Но с 1983 г. стали доминировать самки возрастной группы 1.3: в частности, с 2006 по 2020 г. доля этих рыб превышала 80 %.

Плодовитость. Абсолютная плодовитость в целом для всего стада сохранялась на относительно стабильном уровне до конца 1990-х гг., в среднем 9,3 тыс. икринок, а позднее начала снижаться. В 2007 г. ИАП чавычи р. Камчатка не превышала 7,0 тыс. икринок, что явилось минимальным значением за все рассматриваемые годы. На протяжении последних лет плодовитость рыб находится на уровне 8,0 тыс. икринок.

Отмеченное снижение ИАП преимущественно явилось следствием уменьшения в нерестовых подходах крупных самок возрастной группы 1.4. Но происходящие изменения уровня плодовитости чавычи усиливались и в связи с понижением размерно-массовых показателей у самок в каждой группе.

Раздел 3.2. Северо-Восточная Камчатка. Северо-восточное побережье Камчатки формируют два обширных района – Олюторский и Карагинский.

Подраздел 3.2.1. Олюторский район. Основными нерестовыми реками чавычи в Олюторском районе являются: Апука, Пахача (зал. Олюторский) и Вывенка, Авьяваям, Култушная (зал. Корфа).

Возрастной состав. У чавычи, воспроизводящейся в реках Олюторского района, число возрастных групп достигало 11 (Виленская, 2004; Кловач и др., 2011, 2015).

До начала 2000-х гг. доля особей возраста 1.5 была на уровне 10 %, а доля рыб возраста 1.2 – 9 % (рис. 4). В некоторые годы присутствовали возрастные группы 0.3, 0.4, 2.2, 2.3, но их доля не превышала 3 %.

До начала XXI века в возвратах преобладали 6-летние рыбы, в среднем 53 %. Далее произошла смена доминирующей группы на 5-летних особей и существенно увеличилась численность особей группы 1.2 – до 33 %.

Размерно-массовый состав. В 1961–1970 гг. средняя длина чавычи Олюторского района была 102,3 см, масса тела – 13,15 кг, а в 1971–2000 гг. длина достигла 103,7 см, масса – 14,6 кг, позднее, с начала 2000-х гг. по настоящее время, происходило снижение средних показателей до 85,2 см и 9,4 кг (рис. 5). Что касается изменений качественных показателей в ведущих возрастных группах, то там прослеживается аналогичная картина их снижения (Зикунова, 2018).

Соотношение полов. Доля самок изменялась от 30 до 50 %, составляя в среднем 40 % (максимум в 1960–1970-е гг.). В 1990–2000 гг. среднемноголетняя доля самок снижалась до 30 %. Во все годы наблюдений преобладали самки возраста 1.3 и 1.4,

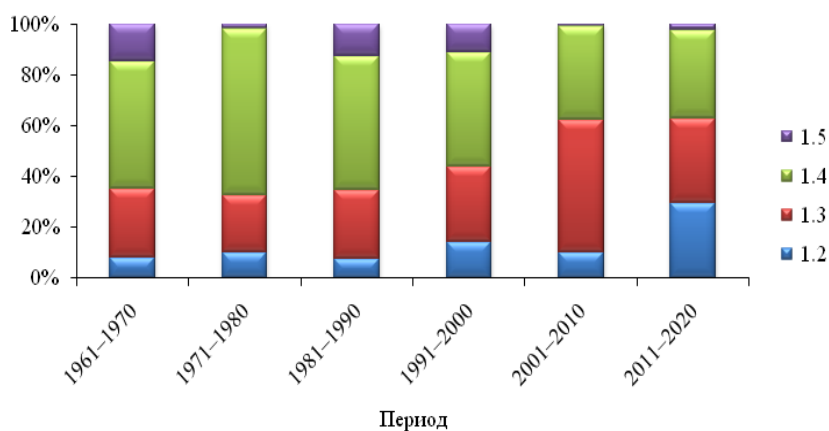


Рисунок 4 – Динамика соотношения основных возрастных групп чавычи Олюторского района в подходах 1961–2020 гг. по десятилетиям

составлявшие более 90 % (Виленская, 2004; Кловач и др., 2011; Зикунова, 2018). До 2000-х гг. в уловах значительно преобладали 6-летние самки, затем возросла встречаемость 5-летних.

Плодовитость. ИАП чавычи Олюторского района в целом варьировала от 11,9 (1980–1990-е гг.) до 9,2 (2010-е гг.) тыс. икринок. Снижение плодовитости связано с изменениями возрастной структуры, так как в подходах возросла доля самок группы 1.3.

Подраздел 3.2.2. Карагинский район. Основными нерестовыми реками чавычи в Карагинском районе (Карагинский залив) являются Кичига-Белая, Тымлат, Ивашка, Дранка, Макаровка, Карага и Озерная (восточная).

В связи с отсутствием регулярных рядов наблюдений в данном районе анализ динамики биологических показателей чавычи не проводили. Представлена общая информация о возрастных группах и качественных характеристиках вида. Соотношение основных возрастных групп чавычи выглядело следующим образом: возраст 1.4 – 6,9 %, 1.3 – 41,7 %, 1.2 – 36,1 %, 1.1 – 13,9 %, 0.3 – 1,4 %. Размерно-массовые показатели: масса тела – 4,9 кг, длина тела – 69,7 см. При этом индивидуальная плодовитость была примерно 8,2 тыс. икринок. В уловах преобладали самцы (около 80 %).

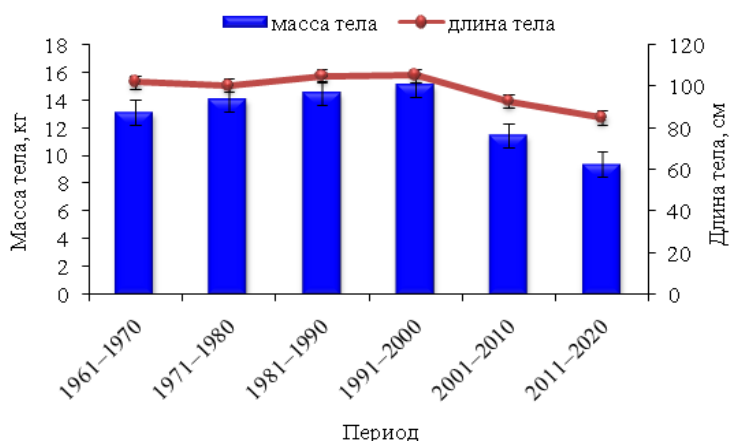


Рисунок 5 – Динамика средней длины и массы тела производителей чавычи Олюторского района в подходах 1961–2020 гг. по десятилетиям

Раздел 3.3. Юго-Восточная Камчатка (Елизовский район). В небольших количествах производители чавычи заходят в реки Паратунка, Авача, Налычева и Жупанова. В реках Авача и Паратунка запас вида подорван вследствие браконьерства, и в настоящее время встречается в них единично (Запорожец, Запорожец, 2006, 2011б, 2020; Запорожец и др., 2016).

Возрастной состав. Соотношение возрастных групп чавычи юго-восточного побережья Камчатки в рассматриваемые годы заметно варьировало, но основу традиционно составляли 4- (40,5 %), 5- (37,3 %) и 6-летние рыбы (15,4 %). Число возрастных групп за годы наблюдений достигало 11.

Как и у всех стад чавычи Камчатки, у производителей здесь также прослеживается снижение доли старших особей (1.4) и увеличение доли младших (1.3). Так, в 1980-х гг. соотношение чавычи возрастов 1.2, 1.3, 1.4 составляло 32,4, 30,5 и 19,3 %, а в последние годы доля 4-леток увеличилась до уровня 41,1 %, 5-леток – до 36,7 %, 6-леток уменьшилась до 11,9 %. Практически во все годы в возвратах присутствовали особи, скатившиеся в море в возрасте 2+.

Размерно-массовый состав. На юге полуострова воспроизводится чавыча с низкими размерно-массовыми показателями. Существенных колебаний массы и длины тела в рассматриваемый период не наблюдалось как в общих подходах, так и в основных возрастных группах. При этом тенденция уменьшения данных характеристик прослеживалась. Масса тела чавычи рек юго-восточного побережья в среднем составляла 6,9 кг, а длина тела – 77,0 см.

Соотношение полов. С конца 1980-х гг. по настоящее время количество самок чавычи юго-восточной Камчатки в подходах снижалось с 29 до 19 %. Наибольшее значение в воспроизводстве традиционно имели самки в возрасте 1.3 и 1.4. Однако всегда преобладали самки, возвращающиеся в возрасте 1.4.

Плодовитость. Значительных изменений ИАП чавычи в реках южного района воспроизводства не происходило. У самок основных возрастных групп (1.3, 1.4) плодовитость изменялась синхронно. Среднее значение ИАП – 9,4 тыс. икринок.

В разделе 3.4. (Западная Камчатка) обсуждается биологическая характеристика нерестовой части стад чавычи по районам воспроизводства Западной Камчатки.

Подраздел 3.4.1. Тигильский, Соболевский и Быстринский районы. Основными нерестовыми реками чавычи в этих районах являются Ича, Облуковина, Крутогорова, Колпакова, Воровская, Коль и Пымта. К сожалению, данные по биологическим характеристикам вида, полученные из уловов в этих реках, достаточно фрагментарны. Поэтому нет возможности полноценно проследить динамику рядов биостатистики. Однако по аналогии с другими районами Камчатки во всех случаях просматриваются негативные тренды в динамике качественных показателей чавычи этих рек (Виленская, Травин, 2000; Попова, 2012, 2015). Последний десятилетний период характеризуется наименьшим размерно-массовым составом чавычи в водных объектах данных районов.

Подраздел 3.4.2. Усть-Большерецкий район (р. Большая). Основными нерестовыми реками чавычи в этом районе являются Большая, Кихчик и Опала. При этом более 95 % запасов вида сосредоточено в бассейне р. Большой.

Возрастной состав. Чавыча р. Большой в основном созревает и идет на нерест на 5- и 6-м году жизни – в возрасте 1.3 и 1.4. Но некоторое количество особей, в основном самцы, становятся половозрелыми в возрасте 1.2, незначительное количество – в возрасте 1.1. Отдельные рыбы созревают на 7-м году – в возрасте 1.5. Общее число возрастных групп достигало 13. В возвратах всех лет преобладали особи, скатившиеся из реки в возрасте 1+ – в среднем 67,8 %.

В последние 50 лет в подходах чавычи р. Большой заметно увеличилась доля более рано созревающих особей в возрасте 1.1 и 1.2 и значительно сократилось относительное количество рыб в возрасте 1.4 (рис. 6). До 1990-х гг. рыбы старших возрастов (1.4 и 1.5) составляли примерно равные доли (около 40 %). Доля рыб возрастных групп 1.1 и 1.2 не превышала 13 %. В 1991–2000 гг. произошло почти двукратное снижение относительной численности чавычи в возрасте 1.4, 1.5, в котором обычно преобладают самки, и увеличение в два раза доли особей в возрасте 1.2. При этом доля рыб возраста 1.3 возросла на 10 % (Виленская, 2000; Попова, 2011; Шевляков и др., 2013). В современный период (2011–2020 гг.) в подходах преобладают особи в возрасте 1.3 и 1.2, причем доминируют самцы 1.2. Доля особей старшего возраста (1.4) в этот период снизилась до 10 %.

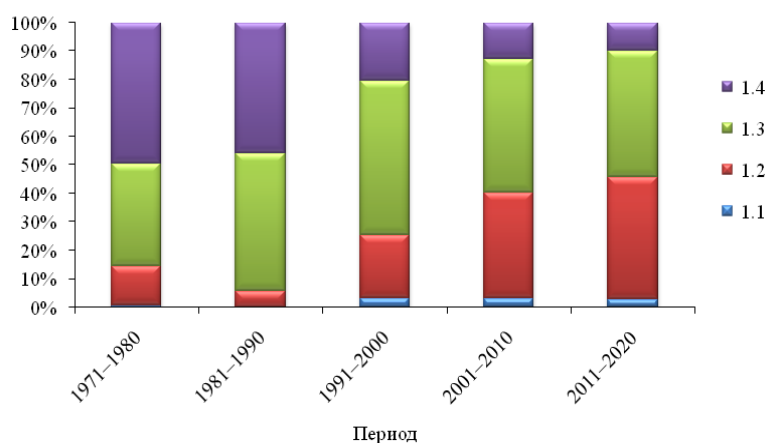


Рисунок 6 – Динамика соотношения основных возрастных групп чавычи р. Большой в подходах 1971–2020 гг. по десятилетиям

В 2020 г. с помощью анализа линейного роста и структуры чешуи чавычи, нам удалось определить наличие видовой специфики в формировании дополнительных образований (зоны сближенных склеритов – ЗСС) на чешуе (Бугаев и др., в печати). Среди молоди тихоокеанских лососей встречаемость дополнительных ЗСС была наибольшей – у сеголеток 17,4 %, у годовиков – 28,1 % чавычи.

По литературным данным зарубежных источников, основанных на экспериментальных материалах, следует, что появление дополнительных ЗСС на чешуе молоди лососей провоцирует не голодание, а улучшение кормовых условий (Bilton, Robins, 1971a–c). Так как общее число склеритов на чешуе сеголеток тихоокеанских лососей к концу сезона роста достаточно лимитировано, то это и может приводить к появлению взаимосвязи между числом склеритов в первой и краевой зонах.

Размерно-массовый состав. Увеличение размеров и массы тела зрелых особей чавычи наблюдалось до 1990-х гг., когда средние значения данных показателей были максимальными: в 1982 г. масса тела чавычи р. Большой составляла 13,3 кг, длина – 100,6 см (Попова, 2011; Шевляков и др., 2013). В дальнейшем на фоне ежегодных колебаний средних размеров и массы тела прослеживалась тенденция к их снижению (рис. 7), что хорошо согласовывалось с имеющимся омоложением данного стада.

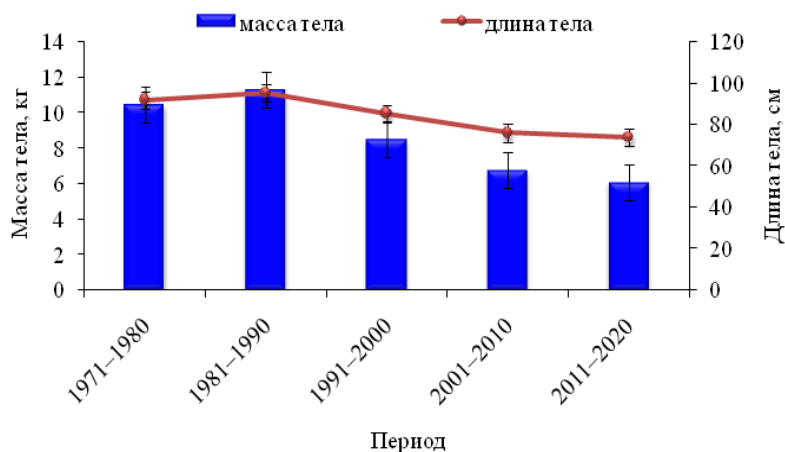


Рисунок 7 – Динамика средней длины и массы тела производителей чавычи р. Большой в подходах 1971–2020 гг. по десятилетиям

Уменьшение биомассы чавычи р. Большой происходило в основном за счет снижения массы тела самцов. У самок масса тела с 1990-х гг., по сравнению с периодом 1971–1990 гг., уменьшилась в 1,3 раза, а у самцов – в 2,1 раза.

Соотношение полов. В подходах всех лет преобладали самки возрастных групп – 1.3 и 1.4, составляя 90–95 % всей их численности. В 1970–2000-х гг. доля шестилетних самок (1.4) составляла в среднем 50 % и более. Однако с 2005 г. ежегодно стали доминировать самки возрастной группы 1.3 (Попова, 2011; Шевляков и др., 2013). В частности, в последний десятилетний период (2011–2020 гг.) доля самок в возрасте 1.3 превысила 70 %.

Плодовитость. Абсолютная плодовитость чавычи р. Большой колебалась в широких пределах – от 5,8 до 12,5 тыс. икринок, составляя в среднем 9,2 тыс. икринок. У самок в возрасте 1.3 средняя плодовитость равна 8,8 тыс. икринок; у самок 1.4 – 9,8 тыс. икринок.

В заключение отметим, что в пределах Камчатского края в последнее десятилетие (2011–2020 гг.) самая крупная чавыча со средней массой тела около 9,5 кг и длиной тела 85,0 см нерестилась в реках Олюторского района (р. Апука). Производители с минимальной средней массой и длиной тела – не более 5,0 кг и 70,0 см – отмечены в подходах к р. Камчатка. В р. Большой на нерест заходила чавыча со средней массой тела около 6,0 кг и длиной тела чуть более 70,0 см.

Из позитивных преобразований в структуре стад в последние годы можно отметить, что с 2018 г. в подходах чавычи Западной Камчатки увеличилась доля самок, что привело к росту размерно-массовых показателей. Кроме того, среди вернувшихся особей снова начали доминировать рыбы более старших возрастов – 1.3 и 1.4 – и появились особи в возрасте 1.5.

Вероятно, отмеченные негативные изменения биологической структуры чавычи Камчатки вызваны следующими причинами:

1. Селективный промысел, изымающий наиболее крупных рыб. В конечном итоге он ведет к изменению генетической структуры стада (Ricker, 1980). При изъятии наиболее крупных рыб, среди которых преобладают особи старших возрастных групп, в нерестовом стаде начинают численно доминировать более молодые производители. Если такой процесс селекции продолжается многие годы, то средний возраст стада понижается.

2. Возможное влияние океанических условий (температурные и кормовые), которые могут вызвать изменения темпа роста и снижение возраста созревания.

3. Масштабный ННН-промысел вида во всех районах воспроизводства.

ГЛАВА 4. НЕРЕСТОВЫЙ ФОНД

Основным критерием при определении нерестовой значимости водоема в воспроизводстве тихоокеанских лососей является характеристика его потенциальной нерестовой емкости (площадей, пригодных для нереста) (рис. 8).

Река Камчатка (Усть-Камчатский и Мильковский районы). В бассейне р. Камчатка нерестится чавыча двух темпоральных форм – ранняя и поздняя. В нижнем и среднем течении (от устья р. Камчатка до устья р. Козыревка) 95 % всей нерестовой площади занимает ранняя раса. В верхней части бассейна (от устья р. Козыревка до истоков р. Камчатка) располагаются весьма обширные нерестовые площади чавычи, порядка 80 % общей в бассейне, из которых также основную долю (80 %) составляют нерестилища ранней формы (Остроумов, 1982, 1983 1995).

Северо-восточное побережье (Олюторский и Карагинский районы). В реках самой северной части Олюторского района, в границах Западно-Берингоморской зоны, чавыча крайне малочисленна. В Олюторском районе, в границах Карагинской подзоны, наибольшей нерестовой емкостью обладают крупные реки, впадающие в Олюторский залив, Апука и Пахача, а также в зал. Корфа – Вывенка, Авьяваям и Култушная (Остроумов, 1990).

В реках Карагинского района численность чавычи низкая, что находится в соответствии с небольшими размерами бассейнов водотоков и, следовательно, нерестовых площадей пригодных для нереста вида.

Юго-восточное побережье (Елизовский район). Реки юго-восточной части полуострова никогда не располагали значительными запасами чавычи. Из водотоков, впадающих в Кроноцкий залив и имеющих некоторое значение в воспроизводстве чавычи, можно выделить бассейны рек Кроноцкая и Жупанова.

В реках Авача и Паратунка, впадающих в Авачинский залив, площадь нерестилищ чавычи значительно больше (Остроумов, 1984). Как и в бассейне р. Камчатка, в данных водных объектах нерестится чавыча двух темпоральных форм. От всей нерестовой площади порядка 90 % составляют нерестилища ранней формы.

Западное побережье (Тигильский, Соболевский, Быстринский и Усть-Большерецкий районы). Водотоки северной части западного побережья по своему значению в воспроизводстве чавычи значительно уступают рекам расположенным южнее. Из водоемов побережья, играющих значимую роль в воспроизводстве чавычи, выделяют бассейны рек Тигиль (Тигильский район), Воровская, Ича, Колпакова, Кихчик, Пымта, Коль и Большая (Соболевский, Быстринский и Усть-Большерецкий районы) (Остроумов, 1991, 1992, 1994). Роль остальных рек существенно ниже.

В бассейне р. Большой порядка 4–5 % от всех нерестилищ приходится на позднюю форму чавычи. В основных ее притоках (реки Быстрая и Плотникова) нерестовые площади тянутся практически непрерывно по всему руслу рек (Остроумов, 1989). В бассейне р. Плотникова площадь нерестилищ чавычи в 1,6 раза больше, чем в бассейне р. Быстрой, в основном из-за крупных притоков рек Карымчина и Банная.

В целом нерестовый фонд чавычи в водоемах Камчатского края составляет 2660100–3322900 м², из них восточное побережье – 56,2 %) и западное – 43,8 %. Большая часть нерестового потенциала чавычи сосредоточена в бассейне р. Камчатка – 35,6 %, равные доли у рек, впадающих в Олюторский залив, и кластера рек Кехта – Большая (р. Большая) – 16,2 %. Несколько меньшая доля нерестовых площадей в кластере рек Саичик – Удова (р. Воровская) – 12,1 %.

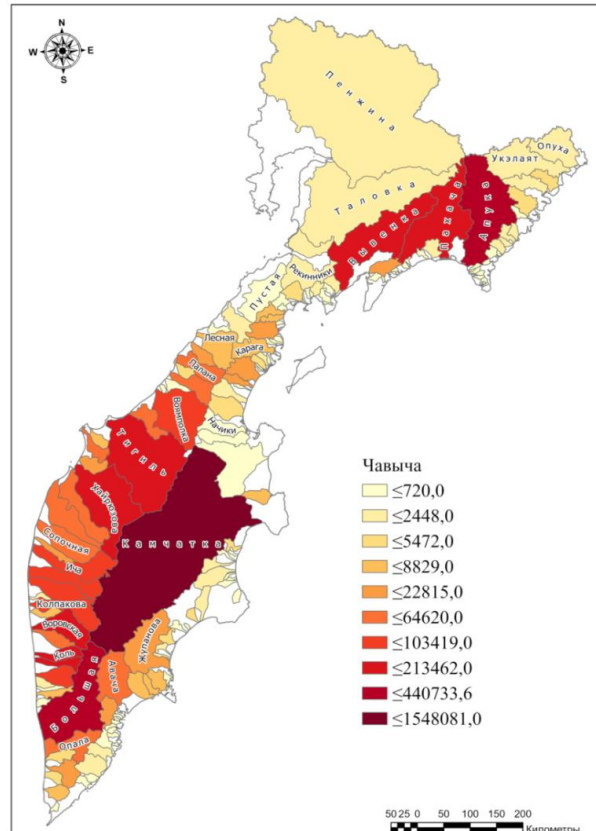


Рисунок 8 – Нерестовый фонд чавычи в водоемах Камчатского края, м²

ГЛАВА 5. ДИНАМИКА ЧИСЛЕННОСТИ

Раздел 5.1. Восточная Камчатка (р. Камчатка). С 1957 по 1970 г. наблюдалось постепенное возрастание нерестового запаса чавычи р. Камчатка – с 30 до 80 тыс. экз. (в среднем 49 тыс. экз.). В дальнейшем (с 1971 г.) численность производителей на нерестилищах снижалась, достигнув минимального значения в 1996 г. – 25 тыс. экз. (Виленская и др., 2000; Виленская, 2004). Наименьший уровень пропуска отмечен в десятилетний период 1991–2000 гг. – 32 тыс. экз. Следующий период (2001–2010 гг.) характеризуется наибольшим уровнем численности с достижением исторического максимума в 2007 г. – 139 тыс. экз.

Оценку численности нерестового запаса чавычи р. Камчатка до 2010 г. проводили только по результатам авиаучетных работ. Далее, в качестве дополнительного ориентира при формировании представлений о возможной эффективности воспроизводства поколений, нами использованы данные расчетов, полученные исходя из взаимосвязи величины вылова и пропуска ($R^2 = 0,64$). С 2016 г. пропуск производителей на нерест оценивается модельным методом по данным уловов на усилии на контрольном участке (Фадеев и др., 2016; Зикунова, 2017).

По данным 2011–2020 гг. показатель ежегодного пропуска в среднем составляет около 40–50 тыс. экз. При этом оптимальный для среднего уровня воспроизводства равен 72 тыс. экз., для низкого – 45 тыс. экз. (Фельдман и др., 2016). Это указывает, что современное состояние нерестового запаса вида в данном водоеме близко к нижней страте ориентира пропуска.

Сведения об отечественном береговом вылове чавычи р. Камчатка имеются с 1911 г. Однако в периоды с 1911 по 1925 г. и с 1940 по 1945 г. промысловая статистика не отражала вылов чавычи в полном объеме. В послевоенный период наступила относительная стабилизация берегового промысла. В 1948 г. вылов чавычи достиг первого большого значения – 100 тыс. особей, что прежде всего объясняется выходом из промысла в Камчатском заливе японского (концессионного) лова. Позднее береговой вылов чавычи продолжал увеличиваться, достигнув в 1977–1979 гг. максимальных значений за весь период исследований – в среднем 215 тыс. экз. (2 тыс. т). Причем наблюдалась и наибольшая средняя масса производителей чавычи (10 кг), что обуславливало максимальный в массовом выражении вылов. С 1980 г. вылов незначительно снизился, но все же в течение десятилетия еще сохранялся на высоком уровне – 150 тыс. экз. (1 тыс. т).

В 1991–2004 гг. вылов продолжал сокращаться, составив в 2003 г. лишь 16 тыс. экз. (150 т), что связано в большей степени с весьма значительным браконьерским промыслом, который статистикой не отражался и, вполне возможно, в несколько раз превышал официальный.

С 2005 по 2016 г. возрастала численность выловленных рыб, но объемы вылова увеличились незначительно, что обусловлено снизившейся средней массой рыб с 8 до 5 кг. В остальные годы (2017–2020) вылов был значительно ниже – 59 тыс. экз. (280 т). Среднегодовой (1926–2020 гг.) береговой вылов чавычи р. Камчатка составил 93 тыс. экз., или 780 т.

Одной из причин хорошего состояния запасов чавычи в 1960–1980-е гг. явилось депрессивное состояние большинства стад других тихоокеанских лососей, прежде всего нерки (Бугаев и др., 2007; Бугаев, 2011). Данный факт подтверждает статистика промысла (рис. 9). Механизм этой

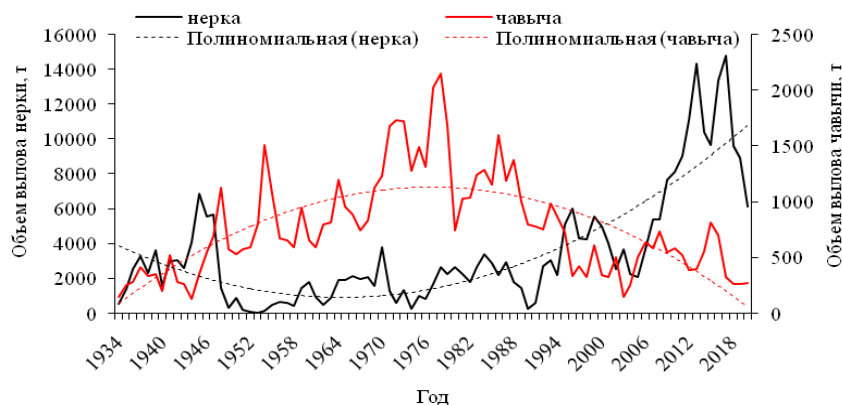


Рисунок 9 – Динамика вылова нерки и чавычи р. Камчатка в 1934–2020 гг.

связи специально не исследовался, можно предположить, что сходная экология жизни молоди чавычи и нерки в пресноводный период на фоне значительной доли «речной» молоди нерки, при преобладании последней на порядки раз, предполагает наличие конкурентных отношений.

В ряде архивных материалов отсутствует полная информация по суточным уловам чавычи. Имеются лишь отрывочные сведения, согласно которым в годы с небольшими объемами вылова чавычи (1940-е, 1990-е, начало 2000-х) появление первых особей в реке отмечали 15–20 мая, а массовый ход начинался с начала–середины июня. В эти годы наблюдался традиционный вариант нерестового хода с двумя четко выделяющимися пиками, так называемыми ранним и поздним. В годы подъема (1960-е)

и рекордных уловов чавычи (1970–1980-е) явного разделения между сезонными сроками хода не отмечалось. В эти годы чавыча единично появлялась в уловах чуть раньше – 10–15 мая, а в промысловых количествах – уже к 20 мая; заканчивался лов в конце июля.

Раздел 5.2. Северо-восточная Камчатка. Наиболее высокое заполнение нерестилищ и объем вылова чавычи в реках северо-восточного побережья наблюдались в первой половине 1970-х гг. (максимальный пропуск в 1972 г. – 86 тыс. экз.; максимальный вылов в 1977 г. – 470 т). Это сравнимо с современными объемами вылова чавычи р. Камчатка. После этого прослеживалось снижение подходов чавычи к рекам района (Виленская, 2004). В 1981–1990 гг. численность подходов чавычи сократилась в 2 раза, а к началу 2000-х гг. в 5–6 раз в сравнении с началом 1970-х гг.

Раздел 5.3. Юго-восточная Камчатка. Численность подходов чавычи к рекам юго-восточного побережья Камчатки (Елизовский район) всегда была невысокая, а объемы вылова незначительные (Виленская, 2004; Запорожец, Запорожец, 2006, 2011б, 2020; Запорожец и др., 2016). Добывали производителей преимущественно в основных нерестовых реках района (Авача, Паратунка и Жупанова), а также на путях нерестовой миграции на морских РЛУ, расположенных в Кроноцком и Авачинском заливах.

Среднемноголетний уровень пропуска чавычи в реки юго-восточного побережья в 1963–2020 гг. составил 3,0 тыс., вылов – 2,1 тыс. (12 т), подход – 5,1 тыс. экз. Наибольшие значения данных показателей наблюдались в 1981–1990 гг. К концу XX века запасы чавычи рек Паратунка и Авача заметно сократились в сравнении с предыдущими годами, и в настоящее время вид встречается в них единично, а в отдельные годы практически отсутствует. В последний десятилетний период (2011–2020 гг.) вылов чавычи в данном районе обеспечивается в основном за счет прибрежного промысла в заливах транзитных рыб.

Раздел 5.4. Западная Камчатка. Чавыча, воспроизводящаяся в реках западного побережья Камчатки, исторически была малочисленным видом, а динамику добычи (вылова) всегда определял запас чавычи р. Большой.

По результатам анализа состояния запасов и биологической структуры стад западнокамчатской чавычи начиная с 2010 г. был введен ряд ограничительных мер на промышленное и традиционное рыболовство на всем побережье Камчатки. Остались разрешенными только выловы научно-контрольный, лицензионный (любительский) и для целей искусственного воспроизводства.

Численность подходов чавычи р. Большой в 1960–1980-х гг. оценивали на уровне 40 тыс. экз., в 1990-х гг. – 30 тыс. экз., а в 2000-х гг. этот показатель снизился до 15–20 тыс. экз. В 2010-х гг. подходы чавычи к данному водному объекту не превышали 5–6 тыс. экз. (Попова, 2011). Таким образом, уровень современных запасов сократился в 6–8 раз.

При этом нерестовый запас чавычи р. Большой в 1971–2000 гг. составлял порядка 25,0 тыс. экз., а в 2001–2010 гг. сократился до 12,6 тыс. экз. В современный период, 2011–2020 гг., уровень пропуска на нерест производителей чавычи р. Большой не превышал порядка 2–4 тыс. экз. В 2019 г. в результате авиаобследования нерестилищ учли 6,4 тыс. экз., в 2020 г. – 20,6 тыс. рыб. Это весьма позитивный тренд динамики ее нерестовых запасов.

Вылов чавычи морским дрифтерным промыслом отразился на ее запасах в меньшей степени, чем на других видах лососей: чавыча облавливалась в море в те периоды и в тех местах, где не образовывала плотных скоплений и добывалась только в виде прилова (Бугаев, 2015). В целом тенденции вылова камчатской чавычи морским дрифтерным промыслом сходны с выловом береговым промыслом.

Анализ материалов по динамике величины вылова чавычи восточного и западного побережий Камчатки показал, что максимальные объемы добывались в 1970–1980-е гг., а позднее началось снижение численности подходов и, соответственно, биомассы вылова (рис. 10). Многолетний тренд на неуклонное сокращение запасов вида сохраняется и в последний десятилетний период во всех районах полуострова. В большинстве нерестовых водоемов встречаемость вида составляла не более 1 тыс. экз. за сезон учетных работ (рис. 11).

Динамика численности как чавычи, так и остальных видов тихоокеанских лососей зависит не только от антропогенного воздействия, но и от комплекса масштабных климатических изменений, которые были отмечены в конце XX и начале XXI века (Кляшторин, Любушин, 2005; Impacts of climate..., 2008; Бугаев и др., 2018). Современное состояние запасов чавычи Камчатского края можно охарактеризовать как стабильно депрессивное.

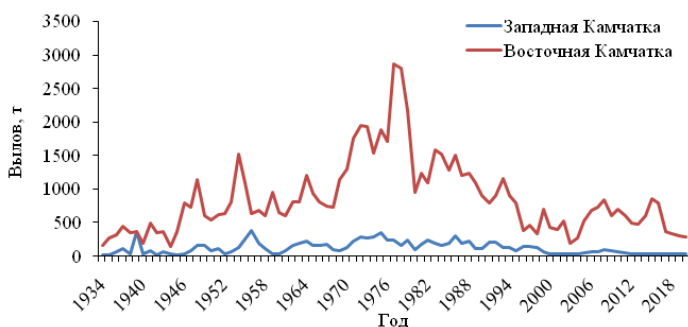


Рисунок 10 – Динамика вылова чавычи восточного и западного побережий Камчатки в 1934–2020 гг.

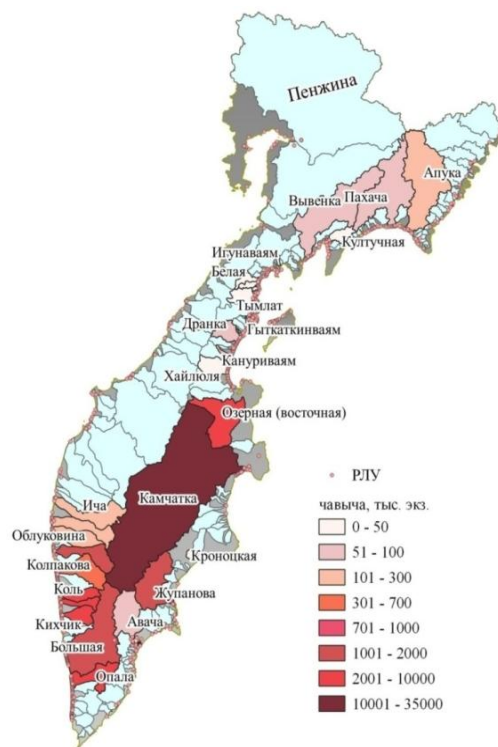


Рисунок 11 – Распределение производителей чавычи в реках Камчатского края в 2011–2020 гг.

ГЛАВА 6. СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ И МЕРЫ РЕГУЛИРОВАНИЯ ПРОМЫСЛА

Раздел 6.1. Прогнозирование динамики запаса. Возрастной состав подходов чавычи формируют мигранты от разных по численности поколений. В поколениях чавычи р. Камчатка всех исследуемых лет преобладали рыбы, вернувшиеся на нерест в возрасте 3+, 4+ и 5+ (до конца 1970-х гг. – 4+ и 5+, после – 3+ и 4+). В поколениях 2006–2015 гг. всегда присутствовали ранозревающие особи в возрасте 2+ (7,0%), а доля старшей группы 5+ была незначительна (рис. 12).

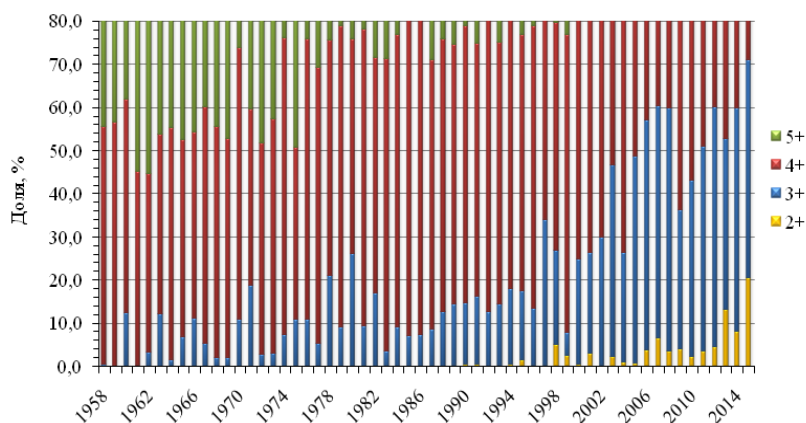


Рисунок 12 – Динамика возрастного состава поколений чавычи р. Камчатка в 1958–2015 гг.

Для оценки численности поколения не подтвержденной подходом ни одной значимой в возврате группы, используется зависимость численности поколения от численности родительского стада ($r = 0,91$) (рис. 13, А).

В сумме особи 2+ и 3+ составляют в поколениях в среднем 55,1 %. Соответственно, их суммарная численность задействуется в качестве предиктора при определении численности всего поколения ($r = 0,80$) по линейной связи (рис. 13, Б), т.е. методом сиблингов, или остаточного принципа (Peterman, 1982).

При состоявшемся возврате рыб в возрасте 2+, 3+ и 4+ лет (в среднем 93,4 % от общей численности поколений), оперируя методом сиблингов, численность поколения рассчитывается с высокой степенью достоверности по взаимосвязи с суммарной численностью этих трех возрастных когорт ($r = 0,99$) (рис. 13, В).

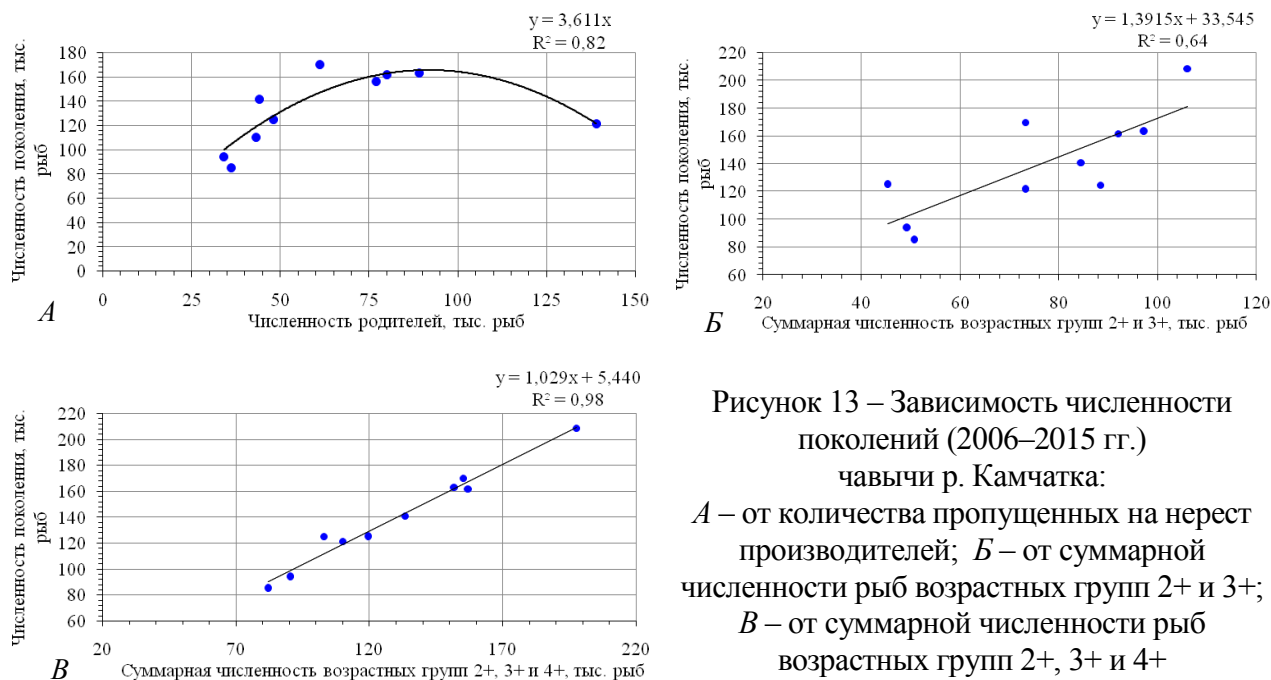


Рисунок 13 – Зависимость численности поколений (2006–2015 гг.) чавычи р. Камчатка:

А – от количества пропущенных на нерест производителей; Б – от суммарной численности рыб возрастных групп 2+ и 3+; В – от суммарной численности рыб возрастных групп 2+, 3+ и 4+

Метод расчета численности поколений чавычи р. Камчатка, основанный на остаточном принципе, зарекомендовал себя положительно и применяется в материалах, обосновывающих прогнозируемый вылов (ПВ), с 2015 г.

Численность младшей возрастной группы (2+) в поколениях ряда нечетных лет значительно выше, чем в поколениях ряда четных лет. В настоящее время прогноз численности данной группы оценивается на основе трендового подхода (численность рыб данной возрастной когорты в последних пяти поколениях). Однако она может быть экстраполирована с помощью модели ARIMA (Box, Jenkins, 1974), которая значима для дифференцированного ряда (с разностью в 1 лаг) с коэффициентами авторегрессии 1-го и скользящей ошибки 2-го и 1-го порядков.

Прогноз долей и численность возрастных групп в возвратах, формирующих подход в терминальный год, определяется исходя из наблюдаемого расщепления по возрасту полностью вернувшихся поколений. В прогнозах последующих лет может привлекаться модельный вариант расчета численности рыб группы 4+, где в качестве предиктора используется суммарная численность рыб 2+ и 3+ ($r = 0,85$).

Раздел 6.2. Регулирование промысла. Одним из основных требований рационального использования рыбных запасов является наличие ориентиров управления, обоснованных с помощью моделирования принципов устойчивого рыболовства при определенном уровне запаса. В частности, для тихоокеанских лососей

такowymi являются модели зависимости пополнения от численности родительского стада (Фельдман и др., 2016). Предосторожный подход управления рыбными запасами предполагает наличие не только целевых, но и граничных ориентиров (Бабаян, 2000). При определении возможного объема вылова чавычи используется нелинейное правило регулирования промысла (ПРП), определенное предосторожными оценками граничных ориентиров по нерестовому запасу и эксплуатации (рис. 14).

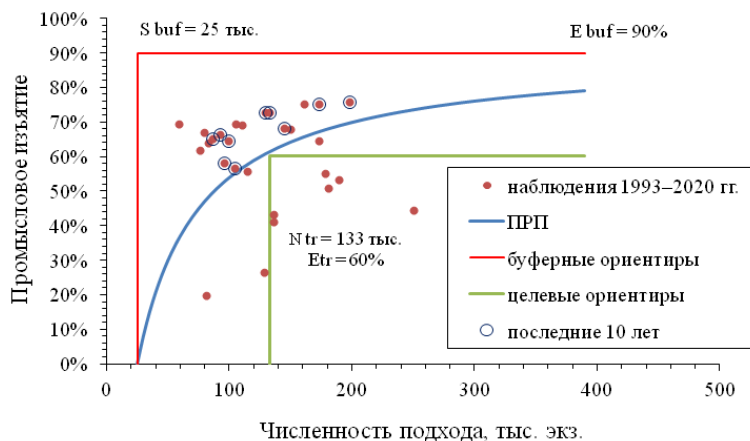


Рисунок 14 – Графическое представление ПРП и показателей численности фактических подходов чавычи р. Камчатка в 1993–2020 гг.

Мерами оперативного регулирования промысла остаются формирование ежегодной региональной схемы (стратегия) проходных дней и регламентация сроков открытия–закрытия промысла для снижения промысловой нагрузки на чавычу в системе многовидового лососевого промысла Камчатки.

В целях снижения промыслового пресса на чавычу р. Камчатка при осуществлении промышленного рыболовства тихоокеанских лососей ежегодно предусматривается запрет на использование жаберных сетей с шагом ячеи более 75 мм. Данная мера привела к снижению вылова крупноразмерных особей и позволила обеспечить дополнительный пропуск (в основном самок) на нерестилища.

С 2015 г. не осуществляется промысел вида в Авачинской губе, реках Авача и Паратунка. На западном побережье Камчатки коммерческий лов чавычи осуществляют только в целях любительского рыболовства. При этом рекомендуем пользователям РЛУ не применять сетные орудия лова и обеспечить контроль количества выдаваемых путевок.

ВЫВОДЫ

1. Анализ основных биологических показателей нерестовых стад чавычи по районам воспроизводства в Камчатском крае за многолетний период свидетельствует о весьма значительных изменениях в их структуре. Это прежде всего омоложение стад за счет как увеличения скорости созревания, так и сокращения численности старших возрастных групп. В связи с этим наблюдается общее снижение размеров и массы тела, уменьшение относительной доли и абсолютного количества самок, а также сокращение плодовитости. Данные признаки являются свидетельством крайне неудовлетворительного состояния запасов вида, требующим принятия мер по исправлению ситуации во избежание возникновения необратимых негативных последствий.

2. Негативные преобразования в возрастной структуре (омоложение) отмечены не только в подходах камчатской чавычи, но и в поколениях. Так до конца 1970-х гг. в поколениях преобладали рыбы, вернувшиеся на нерест в возрасте 4+ и 5+, после – 3+ и 4+. Вследствие этого прослеживается отрицательный тренд в отношении эффективности воспроизводства вида, в частности сокращении кратности возврата поколений.

3. Нерестовая приемная емкость чавычи в водных объектах Камчатского края составляет 2660100–3322900 м², из них восточное побережье – 1442000–1922100 (56,2 %) и западное – 1218100–1400800 м² (43,8 %). Большая часть нерестового потенциала чавычи сосредоточена в бассейне р. Камчатка (35,6 %), равные доли (16,2 %) у рек Олюторского района и группы рек западного побережья – Кехта – Большая (р. Большая). Несколько меньшая доля нерестовых площадей в кластере рек Саичик – Удова (р. Воровская) – 12,1 %. Роль остальных водотоков полуострова в воспроизводстве чавычи значительно ниже. В целом можно заключить, что нерестовый потенциал водотоков Камчатского края для воспроизводства чавычи значительно выше, чем задействуется в настоящее время.

4. Во все годы наблюдений пик подходов (уловов) ранней формы чавычи приходился на середину июня, а к концу месяца отмечался его спад. Следующий подъем за счет подхода особей поздней формы происходил в начале июля с заметным ослаблением к середине месяца. В годы подъема (1960-е гг.) и рекордных уловов чавычи (1970–1980-е гг.) явного разделения между сезонными сроками хода не отмечалось. В эти годы чавыча единично появлялась в реках чуть раньше (10–15 мая), а в промысловых количествах – к 20 мая; заканчивался лов в конце июля.

5. Максимальная численность подходов чавычи к берегам Камчатки и биомасса отмечались в 1970–1980-е гг., в период депрессивного состояния большинства стад тихоокеанских лососей. Позднее, с начала 1990-х гг., началось снижение численности подходов чавычи. Многолетний тренд на неуклонное сокращение запасов этого вида биоресурса сохраняется и в последний десятилетний период (2011–2020 гг.) во всех районах полуострова, что, вероятно, свидетельствует об общности факторов, определяющих урожайность разных популяций чавычи, из которых наиболее значимы антропогенное воздействие и климатические изменения в конце XX и начале XXI века.

6. В современный период (2011–2020 гг.) наблюдается деградация запасов чавычи на западном и юго-восточном побережьях Камчатки. Некоторые водные объекты потеряли значение для промысла вида. Начиная с 2010 г. на Западной Камчатке введены ограничения на все виды рыболовства чавычи, исключая любительский лов на лицензионных участках. Принятые меры привели к смене негативного тренда динамики запаса вида в данном регионе, к увеличению численности подходов и стабилизации биологической структуры стад чавычи, что было отмечено в 2018–2020 гг.

7. В период 2011–2020 гг. более 90 % чавычи добывают в бассейне р. Камчатка и Камчатском заливе (Петропавловско-Командорская подзона), поэтому расчеты численности возвратов чавычи данного стада по поколениям производителей производят с помощью математического моделирования. В данном случае прогноз численности поколений, обеспечивающих возврат старших возрастных групп, основан на линейной связи с суммарной численностью вернувшихся в предыдущие годы рыб этих же поколений (остаточный принцип, или метод сиблингов). Для младших возрастных групп метод сиблингов недостоверен, поэтому прогноз

основывается на зависимости численности поколения от численности родительского стада и трендовых методах. В других регионах Камчатки прогнозирование динамики численности стад чавычи строится с помощью инерционного подхода, основанного на известных знаниях многолетней структуры запасов и промысловой статистики.

8. Главным принципом рационального использования запасов чавычи Камчатки является сформированная система ПРП, базирующаяся на трендовых расчетах оптимального пропуска производителей на нерестилища для обеспечения стабильного воспроизводства и рыболовства вида. В настоящее время ПРП разработано для основной единицы запасов камчатской чавычи – стада р. Камчатка. Для остальных стад вида планируется создание аналогичной системы регулирования промысла по мере накопления временных рядов данных нерестового фонда и промысловой статистики. Мерами оперативного регулирования промысла остаются формирование ежегодной региональной схемы (стратегия) проходных дней и регламентация сроков открытия/закрытия промысла для снижения промысловой нагрузки на чавычу в системе многовидового лососевого рыболовства.

9. Отмеченная перестройка размерно-возрастного состава и общее сокращение численности локальных стад камчатской чавычи, требуют внедрения отработанных принципов прогнозирования и регулирования промысла для всех единиц запасов вида в пределах Камчатского края. Основой для подготовки потенциальных рекомендаций по рациональному использованию региональных запасов чавычи остается, разработанная схема оперативного биологического мониторинга.

Список публикаций по материалам диссертации

Публикации в научных изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. **Зикунова, О.В.** Биологическая характеристика производителей чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum) бассейна р. Камчатка / **О.В. Зикунова** // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – 2014. – Вып. 32. – С. 48–58.

2. **Зикунова, О.В.** Динамика состояния запасов чавычи р. Камчатка в связи с динамикой её промысла / **О.В. Зикунова** // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. – 2016. – Вып. 42. – С. 58–70.

3. Айтукаев, К.И. Особенности темпа роста чавычи р. Камчатка / К.И. Айтукаев, В.И. Карпенко, **О.В. Зикунова** // Вестник Камчатского государственного технического университета. – 2018. – № 4. – С. 70–75.

Публикации в других изданиях:

4. Heard, W.R. Chinook salmon – trends in abundance and biological characteristics / W.R. Heard, E.A. Shevlyakov, **O.V. Zikunova**, R.E. McNicol // The North Pacific Anadromous Fish Commission. – 2007. – № 4. – P. 77–91.

5. Шевляков, Е.А. Характеристика прибрежного промысла тихоокеанских лососей в Камчатском крае в 2014 г. / Е.А. Шевляков, В.А. Дубынин, В.Г. Ерохин, ... **О.В. Зикунова** и др. // Бюл. № 9 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО-центр, 2014. – С. 11–36.

6. Шевляков, Е.А. Характеристика прибрежного промысла тихоокеанских лососей в Камчатском крае в 2015 г. / Е.А. Шевляков, В.А. Дубынин, В.Ф. Бугаев, ... **О.В. Зикунова**, С.В. Шубкин // Бюл. № 10 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО-центр, 2015. – С. 16–34.

7. Шевляков, Е.А. Характеристика прибрежного промысла тихоокеанских лососей в Камчатском крае в 2016 г. / Е.А. Шевляков, В.А. Дубынин, В.Ф. Бугаев, ... **О.В. Зикунова**, С.В. Шубкин // Бюл. № 11 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО-центр, 2016. – С. 14–24.

8. **Зикунова, О.В.** Современное состояние и особенности организации промысла чавычи р. Камчатка // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса : мат-лы V науч.-практ. конф. молодых ученых с международным участием / под ред. Сытовой М.В., Гордеева И.И., Жуковой К.А. М. : ВНИРО, 2017. С. 132–137.

9. **Зикунова, О.В.** Сравнительная характеристика воспроизводства и вылова чавычи *Oncorhynchus tshawytscha* (Walbaum) в реках Апука и Камчатка в 2008–2017 гг. / **О.В. Зикунова** // Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования : мат-лы II Всерос. науч. конф. с международным участием (Санкт-Петербург, 2–4 апреля 2018 г.). – СПб, 2018. – С. 179–186.

10. Бугаев, А.В. Аналитический обзор итогов лососевой путины – 2018 (Камчатский край) / А.В. Бугаев, Н.Ю. Шпигальская, **О.В. Зикунова** и др. // Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО, 2018. – С. 14–40.

11. Бугаев, А.В. Аналитический обзор итогов лососевой путины – 2019 (Камчатский край) / А.В. Бугаев, Н.Ю. Шпигальская, **О.В. Зикунова** и др. // Бюл. № 14 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО, 2019. – С. 23–52.

12. Бугаев, А.В. Обзор итогов лососевой путины – 2020 в Камчатском крае (Сообщение 1): динамика и статистика промысла, оценка нерестового фонда / А.В. Бугаев, Н.Ю. Шпигальская, **О.В. Зикунова** и др. // Бюл. № 15 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. – Владивосток : ТИНРО, 2020. – С. 17–43.

Зикунова Ольга Владимировна

**ОСНОВНЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ И ПРИНЦИПЫ
РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЗАПАСОВ
ЧАВЫЧИ *ONCORHYNCHUS TSHA WYTSCHA* КАМЧАТКИ**

*Автореферат
диссертации на соискание ученой
степени кандидата биологических наук*

В авторской редакции
Набор текста О.В. Зикунова
Верстка, оригинал-макет О.В. Зикунова

Подписано в печать 10.03.2022
Формат 60*84/16. Печать цифровая. Гарнитура Times New Roman
Авт. л. 1,17. Тираж 100 экз. Заказ № 2

Отпечатано на полиграфической базе информационно-издательского отдела «КамчатНИРО»
683000, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18