

ISSN 2072-8212

*Всероссийский научно-исследовательский институт  
рыбного хозяйства и океанографии*

*Russian Federal Research Institute  
of Fisheries and Oceanography*

**ИССЛЕДОВАНИЯ ВОДНЫХ  
БИОЛОГИЧЕСКИХ  
РЕСУРСОВ КАМЧАТКИ  
И СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ  
ТИХОГО ОКЕАНА**

**Научный рецензируемый журнал**

**Выпуск 67  
2022**

**THE RESEARCHES OF THE AQUATIC  
BIOLOGICAL RESOURCES  
OF KAMCHATKA  
AND THE NORTH-WEST PART  
OF THE PACIFIC OCEAN**

**Scientific peer-reviewed journal**

**Vol. 67  
2022**



**Главный редактор:** д.б.н. А.В. Бугаев, зам. руководителя Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия)  
**Ответственный секретарь:** М.В. Варкентин, зав. издательством Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия)

**Редакционная коллегия:**

д.б.н. А.М. Орлов, главный научный сотрудник Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Москва, Россия),  
д.б.н. Т.И. Булгакова, главный научный сотрудник, ФГБНУ «ВНИРО» (Москва, Россия),  
д.б.н. А.М. Токранов, главный научный сотрудник КФ ТИГ ДВО РАН (Петропавловск-Камчатский, Россия),  
д.б.н. В.И. Карпенко, профессор кафедры КамчатГТУ (Петропавловск-Камчатский, Россия),  
д.б.н. А.М. Бурдин, старший научный сотрудник КФ ТИГ ДВО РАН (Петропавловск-Камчатский, Россия),  
д.б.н. П.А. Балыкин, главный научный сотрудник ЮНЦ РАН (Ростов-на-Дону, Россия),  
д.б.н. А.М. Каев, главный научный сотрудник Сахалинского филиала ВНИРО («СахНИРО») (Южно-Сахалинск, Россия),  
д.б.н. Т.А. Клочкова, профессор кафедры КамчатГТУ (Петропавловск-Камчатский, Россия),  
д.т.н. О.М. Лапшин, ООО «АКВАРОС» (Москва, Россия),  
д.б.н. О.А. Юнев, ведущий научный сотрудник ФГБУН ФИЦ «Институт биологии южных морей имени А.О. Ковалевского РАН» (Севастополь, Россия),  
к.б.н. Е.А. Шевляков, зав. отделом Тихоокеанского филиала ВНИРО («ТИНРО») (Владивосток, Россия),  
к.б.н. С.Л. Рудакова, зам. начальника отдела ФГБНУ «ВНИРО» (Москва, Россия),  
к.т.н. М.Н. Коваленко, советник Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),  
к.б.н. Н.Ю. Шпигальская, руководитель Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),  
к.б.н. М.В. Коваль, вед. научный сотрудник Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),  
к.б.н. Е.В. Лепская, зав. лабораторией Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),  
к.б.н. А.И. Варкентин, зам. руководителя Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),  
к.б.н. С.И. Корнев, зав. лабораторией Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),  
к.физ.-мат.н. И.М. Белкин, Университет Род-Айленда (США).

УДК 639.2.053.7(268.4)

**Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана.** Научный рецензируемый журнал. Вып. 67. 2022. 77 с.

Объектами исследований являются морские анадромные и пресноводные рыбы, промысловые беспозвоночные, морские млекопитающие, а также условия обитания видов. Рассматриваются проблемы структуры сообществ, дифференциации популяций, ихтиологии, экологии, трофологии, физиологии, гидробиологии, паразитологии, гидрологии и гидрохимии, рыбного хозяйства и экономики. Включенные в журнал работы будут интересны ихтиологам, гидробиологам, экологам, паразитологам, студентам биологических факультетов вузов, работникам рыбохозяйственных организаций, а также всем, кто связан с освоением, охраной и воспроизводством биологических ресурсов северо-западной части Тихого океана.

**The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean.** Scientific peer-reviewed journal. Vol. 67. 2022. 77 p.

The objects of the researches made include marine, anadromous and freshwater fish species, commercial invertebrates, marine mammals and the habitats. The issues analyzed concern the structure of the communities, the differentiation of the populations, fish biology, ecology, trophology, physiology, hydrobiology, parasitology, hydrology and hydrochemistry fisheries and economics have analyzed. The articles selected in this collection are expected to be interesting for a wide circle of fish biologists, hydrobiologists, ecologists, students of high school and many other people working in the fishery institutions, i.e. to everyone whose activity might be connected to the exploration, protection and sustainable management of the aquatic biological resources in the north-west part of the Pacific Ocean.

## СОДЕРЖАНИЕ

---

Вып. 67, 2022

---

### Оригинальные научные статьи

- С.В. Шубкин, А.В. Бугаев.** Биологическая структура популяций нерки *Oncorhynchus nerka* Северо-Восточной Камчатки ..... 5
- В.А. Савин.** Оценка состояния запасов симы (*Oncorhynchus masou*) в водоемах Западной Камчатки и перспектив их эксплуатации ..... 23
- В.Ф. Бугаев, О.В. Зидунова, Т.Н. Травина.** К вопросу об образовании дополнительных зон сближенных склеритов на чешуе молоди тихоокеанских лососей в бассейне р. Большой (юго-западное побережье Камчатки) ..... 33
- Е.В. Лепская, О.Б. Тепнин, В.В. Коломейцев, Ю.К. Курбанов, И.А. Блохин, В.А. Русанова.** Результаты мониторинга микроводорослей комплекса вредоносного «цветения» (ВЦВ) в Авачинском заливе в 2022 г. .... 46
- ### Краткое сообщение
- Е.А. Архипова.** Биомасса Ophiuroidea и *Echinarachnius parma* на участке Западно-Камчатского шельфа в 2013–2016 гг. .... 61

## CONTENTS

---

Vol. 67, 2022

---

### Full Articles

- Sergey V. Shubkin, Alexandr V. Bugaev.** Biological structure of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* population of Northeast Kamchatka ..... 5
- Vladimir A. Savin.** Assessment of stock abundance and commercial perspective for cherry salmon (*Oncorhynchus masou*) in the water bodies of West Kamchatka ..... 23
- Victor F. Bugaev, Olga V. Zikunova, Tatiana N. Travina.** To the issue of the origin of false annual rings on scale of juvenile pacific salmon in the Bolshaya River basin (Southeast Kamchatka) ..... 33
- Ekaterina V. Lepskaya, Oleg B. Tepnin, Vladimir V. Kolomeytsev, Yury K. Kurbanov, Ivan A. Blokhin, Valentina A. Rusanova.** Results of monitoring of microalgae of harmful algal bloom (HAB) complex in the Avachinsky Gulf in 2022 ..... 46
- ### Short communication article
- Elena A. Arkhipova.** Biomass of Ophiuroidea и *Echinarachnius parma* on a plot of the West Kamchatka shelf in 2013–2016 ..... 61



Научная статья / Original article

УДК 597.552.511(265.5)

doi:10.15853/2072-8212.2022.67.5-22



## БИОЛОГИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА ПОПУЛЯЦИЙ НЕРКИ *ONCORHYNCHUS NERKA* СЕВЕРО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

Шубкин Сергей Викторович, Бугаев Александр Викторович

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, shubkin.s.v@kamniro.ru, bugaev.a.v@kamniro.ru

**Аннотация.** В настоящей работе рассмотрены вопросы организации биологической структуры популяций нерки Северо-Восточной Камчатки, воспроизводящейся в пределах Карагинской подзоны. Дана характеристика особенностей пространственной и эколого-темпоральной структуры вида. Обобщены данные биологической статистики по нерке за период с 1979 по 2021 гг.

**Ключевые слова:** нерка, биологическая структура, популяции, экологические формы, темпоральные расы

**Для цитирования:** Шубкин С.В., Бугаев А.В. Биологическая структура популяций нерки *Oncorhynchus nerka* Северо-Восточной Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2022. № 67. С. 5–22.

## BIOLOGICAL STRUCTURE OF SOCKEYE SALMON *ONCORHYNCHUS NERKA* POPULATION OF NORTHEAST KAMCHATKA

Sergey V. Shubkin, Alexandr V. Bugaev

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, shubkin.s.v@kamniro.ru, bugaev.a.v@kamniro.ru

**Abstract.** This paper considers organization of biological structure of the sockeye salmon population of Northeast Kamchatka, spawning within the Karaginskaya subzone. Characteristics of the spatial and ecological-temporal structure of the species are described. Biological statistics data on sockeye salmon for the period 1979–2021 are summarized.

**Keywords:** sockeye salmon, biological structure, populations, ecological morphs, temporal races

**For citation:** Shubkin S.V., Bugaev A.V. Biological structure of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* population of Northeast Kamchatka // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2022. Vol. 67. P. 5–22. (In Russian)

Представленная работа является продолжением исследований, посвященных изучению биологии нерки Северо-Восточной Камчатки. Ранее по этой теме был опубликован обзор многолетней динамики региональных запасов вида (Шубкин, Бугаев, 2021). В настоящей работе рассмотрены вопросы организации биологической структуры популяций нерки, воспроизводящейся в реках, впадающих в заливы Карагинский, Корфа и Олюторский. Все перечисленные водные объекты входят в единый рыбопромысловый район — Карагинскую подзону.

На современном этапе популяционных исследований внутривидовая структура нерки, как и других видов тихоокеанских лососей, обозначена теорией локальных стад, воспроизводство которых сосредоточено в конкретном водном объекте (Коновалов, 1980; Бугаев, 1995; Алтухов и др., 1997; Макоедов, 1999; Варнав-

ская, 2006; Хрусталева, 2007). Согласно этой теории, локальное стадо может состоять из одной или нескольких популяций, которые, в свою очередь, формируют отдельные субпопуляции (изоляты). В основе этих структурных образований лежит механизм хоминга (инстинкт дома), который у нерки является одним из самых высоких среди видов рыб рода *Oncorhynchus* — приблизительно 98–99% (Коновалов, 1980; Салменкова, 2016).

Устойчивая избирательная способность нерки возвращаться к местам своего рождения определяет выбор жизненной стратегии в пресных водах и включает реофильную форму («речной» тип) и лимнофильную форму («озерный» тип), отличающиеся особенностями воспроизводства и пресноводного нагула. Так, «речная» нерка воспроизводится на русловых нерестилищах водотоков. Нерка,

относящаяся к «озерному» типу, нерестится в притоках и литоральной зоне озер. Экологические формы отличаются возрастной структурой. Нерка реофильной формы после выклева из нерестовых бугров в массе проводит в реке около одного года, скатываясь в море в возрасте годовиков (1.). Соответственно, лимнофильная форма нерки нагуливается в озерах более продолжительное время, смолтифицируясь в возрасте двух- и трехгодовиков (2. и 3.) (Коновалов, 1980; Бугаев, 1995; Foerster, 1968; Burgner, 1991).

Кроме того, нередко популяционная организация нерки имеет не только пространственную, но и темпоральную (временную) структуру. В этом случае отдельные популяции вида или их группировки образуют временные расы, отличающиеся генетическими и морфометрическими особенностями (Крогиус, 1983; Бугаев, 1995; Хрусталева, Кловач, 2015; Пильганчук и др., 2019).

Таким образом, наличие пространственно-закрепленных эколого-темпоральных форм сформировало у нерки множество адаптированных локальных группировок разных уровней, которые нередко являются репродуктивно изолированными (Коновалов, 1980; Алтухов и др., 1997; Ricker, 1972).

Исследованию внутривидовой и биологической структуры нерки Северо-Восточной Камчатки посвящено не так много работ. Большинство из них ориентированы на изучение генетики, биологии и динамики численности запасов конкретных локальных стад вида, воспроизводящихся в наиболее промыслово-значимых водных объектах региона (Пустовойт, 1994; Кловач, Рой, 2010; Ельников, Гриценко, 2014; Гриценко, Харенко, 2015; Хрусталева, Кловач, 2015, 2019). Наиболее известны исследования нерки Северо-Восточной Камчатки, выполненные специалистами КамчатНИРО. По биологии и динамике численности регионального запаса вида особый вклад принадлежит В.Ф. Бугаеву (1995, 2011). Фундаментальные работы по описанию и классификации нерестового фонда лососевых рек Северо-Восточной Камчатки выполнены А.Г. Остроумовым (1975, 1985, 1986, 1987, 1990).

Цель настоящей работы — определение внутривидовой структуры нерки, воспроизводящейся в водных объектах северо-восточного побережья Камчатки на основании анализа имеющихся биологических данных по нерке, собранных в данном регионе.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В работе использованы биологические материалы по нерке, собранные сотрудниками КамчатНИРО в 1979–2021 гг. Сбор данных осуществляли в водных объектах Северо-Восточной Камчатки в границах двух административных региональных единиц — Карагинский и Олюторский районы (рис. 1). Биологические данные нерки включали пробы из следующих речных/озерных систем: р. Хайлуля, р. Ука, р. Ивашка, р. Дранка, р. Карага, р. Тымлат, р. Кичига, р. Вывенка, р. Култушная (оз. Илир-Гытхын), р. Навыринваям (оз. Нгавыч-Гытхын), р. Пахача (оз. Потат-Гытхын), р. Апука (оз. Ватыт-Гытхын), р. Ананапыльген (лаг. Анана). Общий объем выборки составил 19 914 рыб.

Пространственное распределение различных эколого-темпоральных форм нерки оценивали согласно кадастровым данным нерестового фонда, разработанным А.Г. Остроумовым (1975, 1985, 1986, 1987, 1990) для Северо-Восточной Камчатки. Принадлежность нерки к ранней и поздней сезонным расам осуществляли с помощью анализа изменчивости показателей гонадо-соматического индекса (ГСИ) самок.

С учетом специфики пресноводного периода нерки, связанного с локализацией мест воспроизводства, при расчете потенциальной численности двух экологических форм (реофильная и лимнофильная) руководствовались площадью нерестовых участков, расположенных отдельно в руслах рек и озер, включая их приточные системы.

Сбор и первичную обработку проб проводили стандартными ихтиологическими методами (Правдин, 1966). Статистическая обработка данных выполнена в соответствии с рекомендациями Г.Ф. Лакина (1990) посредством программного пакета MS Excel, StatSoft Statistica. Формирование карт осуществлено в системе ГИС (географическая информационная система) с использованием программного продукта фирмы ESRI — ArcGIS Pro.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Формирование биологической структуры гидробионтов зависит от условий среды мест их обитания. Как правило, внутривидовая структура нерки тем сложнее, чем неоднороднее гидрологическая система ее нерестовых водоемов. Поэтому дадим краткое геоморфологическое описание района исследований.

Территория Северо-Восточной Камчатки расположена в границах административных районов: Олюторского, Карагинского и северной части Усть-Камчатского районов (рис. 1). В рыбохозяйственном плане регион делится на две рыбопромысловые зоны: Восточно-Камчатскую (в пределах Карагинской подзоны) и Западно-Берингоморскую (в пределах Камчатского края). В меридиональном направлении протяженность территории Северо-Восточной Камчатки достигает порядка 900 км, а в широтном — не менее 400 км. Площадь водосбора района исследований составляет почти 105 тыс. км<sup>2</sup>.

Рассматриваемая территория отличается значительным климатическим, геоморфологическим и гидрологическим разнообразием (Ресурсы поверхностных вод, 1973). Северо-восточная часть Камчатки занята горными системами, где прослеживается вертикальная

зональность климата, почв и растительного покрова. Основные элементы орографии в пределах полуострова вытянуты в северо-северо-восточном направлении. На материковой части, где расположен Олюторский район, горная система имеет более сложное распределение хребтов и впадин. Значительную часть Карагинского района занимают горы Срединного хребта и прилегающие к ним равнины. Граница административных районов является местом сочленения полуострова с материковой частью.

Речная сеть характеризуется значительным разнообразием. В «южной» части Карагинской подзоны (залив Карагинский) преобладают относительно небольшие водотоки с быстрым течением, в системе которых отсутствуют крупные нагульно-нерестовые озера. В северной части подзоны (заливы Корфа и Олютор-

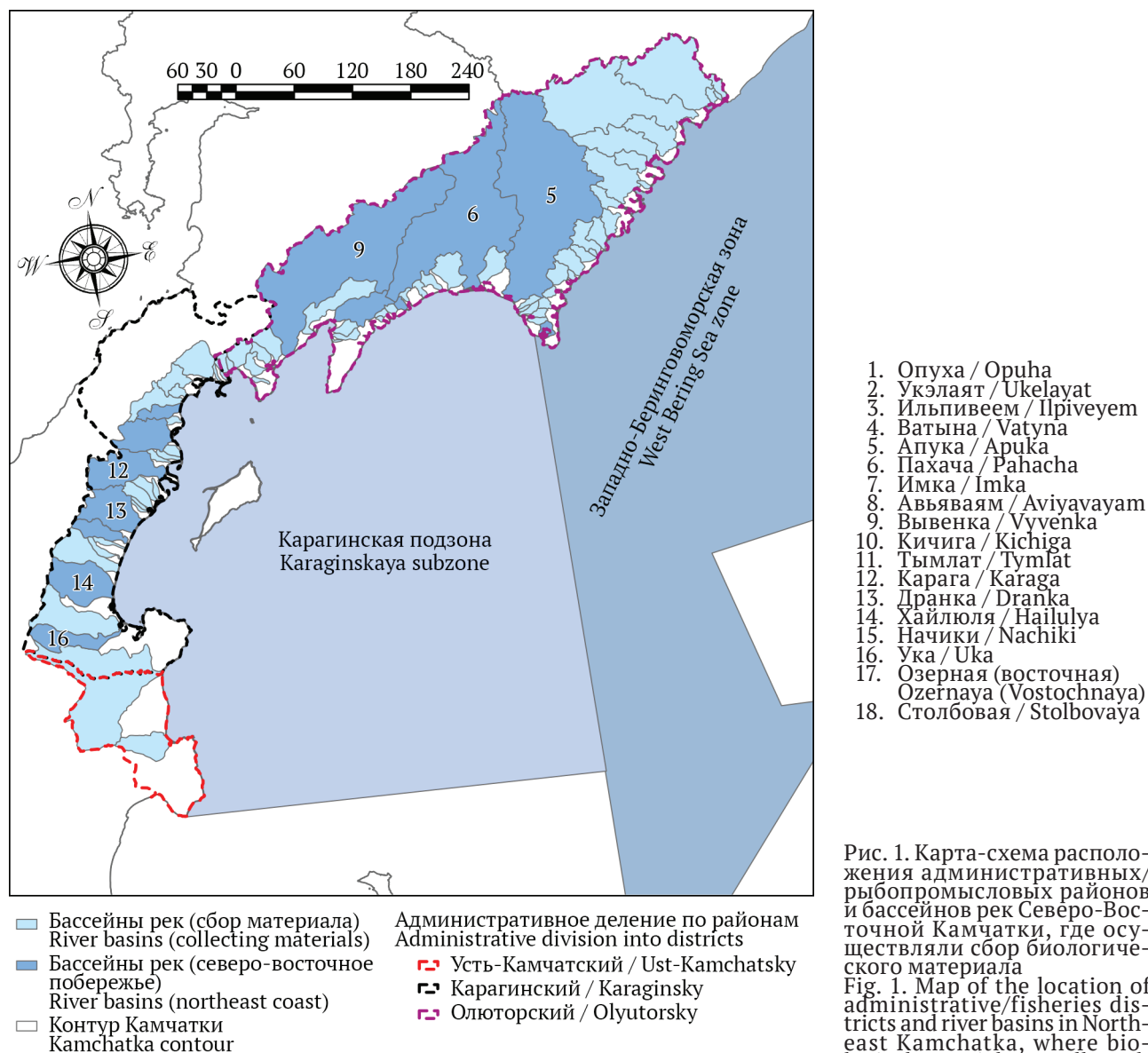


Рис. 1. Карта-схема расположения административных/рыбопромысловых районов и бассейнов рек Северо-Восточной Камчатки, где осуществляли сбор биологического материала  
Fig. 1. Map of the location of administrative/ fisheries districts and river basins in North-east Kamchatka, where biological material was collected

ский), напротив, расположены крупные водотоки с большой площадью водосбора, которые включают озерно-речные комплексы (высокогорные и лагунные), являющиеся местами массового нереста и нагула нерки (Крохин, 1960, 1965; Бугаев, Кириченко, 2008; Ресурсы поверхностных вод, 1973). Неоднородность геоморфологии речных бассейнов наложила определенный отпечаток на формирование биологической структуры нерки, воспроизводящейся в реках обоих районов Северо-Восточной Камчатки.

### Экологические формы вида и их пространственное распределение

Процесс образования экологических форм нерки связан с адаптивной нерестовой специализацией вида, проявляющейся в узко избирательном выборе нерестовых стадий (Крохин, 1960; Остроумов, 1972, 1982; Бугаев, 1995, 2011; Леман, 2003; Базаркин, 2008). В связи с этим данные о видовой принадлежности нерестилищ и занимаемой ими площади, дифференцированные по биотопам, дают представление о пространственном распределении и соотношении потенциальной численности экологических форм лососей.

К концу 20 столетия был полностью сформирован и составлен кадастр нерестового фонда тихоокеанских лососей Камчатского края (Остроумов, 1975, 1985, 1986, 1987, 1990). Данные нерестового фонда представляют синтетическую величину (скомпилированную за весь период исследований) и указывают на нерестовую емкость водного объекта, в значительной мере относятся к области вероятностных оценок, так как количество производителей лососей на нерестилищах в один нерестовый сезон зачастую не осваивает всю известную нерестовую площадь.

Принятая в кадастре генеральная типизация нерестилищ основана на геоморфологических признаках мест воспроизводства. Как правило, выделяют речные, ключевые и озерные нерестилища. Однако, принимая во внимание масштабы речной сети Камчатского края, полноценную бонитировку всех нерестилищ выполнить невозможно. Тем не менее составленный кадастр является важнейшим инструментом для определения экосистемного потенциала регионального воспроизводства тихоокеанских лососей.

В границах Камчатского края непосредственно на долю нерестилищ нерки северо-вос-

точного побережья приходится пятая часть от общего нерестового фонда вида. В относительном выражении это составляет 17%, из которых более 2/3 нерестилищ расположено в водных объектах Олюторского района (рис. 2). При этом соотношение площадей речных и озерных нерестилищ как в Карагинском, так и в Олюторском районах близко к равнозначным значениям (рис. 3). В северной части Усть-Камчатского района преобладают речные нерестилища.

Учитывая, что молодь нерки, скатываясь из придаточной системы озер, остается в водоемах для нагула (Foerster, 1968; Крогиус и др., 1987; Burgner, 1991; Бугаев, 1995, 2011), нерестилища, расположенные в акватории и придаточной системе озер, были объединены в одну группу, обозначенную как «озерные». Данный подход, на наш взгляд, позволяет с высокой долей объективности получить потенциальные оценки соотношения численности двух экологических форм вида — «озерной» и «речной». Ввиду отсутствия данных о возможной численности мигрирующей молоди нерки с нерестовых участков, расположенных по течению ниже озер, данной величиной мы пренебрегли.

В общей гидрологической сети Северо-Восточной Камчатки доля озерно-речных систем не превышает 40%. Соответственно, на долю типично речных систем приходится 60%. Распределение речных и озерных нерестилищ нерки в административных районах и водных объектах Северо-Восточной Камчатки показано на рисунках 4 и 5.

Из представленных данных видно, что большинство речных нерестилищ нерки расположено в реках Олюторского района — Вы-

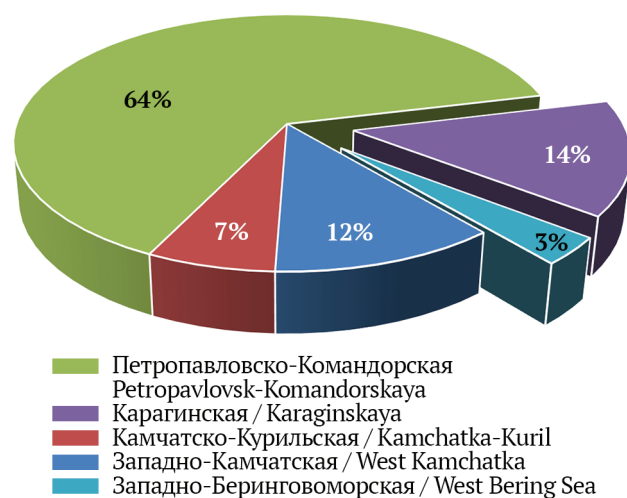


Рис. 2. Соотношение нерестовых площадей нерки по рыбопромысловым районам Камчатского края  
Fig. 2. Ratio of spawning areas of sockeye salmon by fishing districts of Kamchatka Territory



венка, Пахача и Апука. В Карагинском районе речные нерестилища в основном сосредоточены в центральной и южной части региона — в р. Тымлат и реках Дранка, Ивашка, Русакова и Хайлюля соответственно.

При этом большинство озерных нерестилищ нерки также сосредоточено в водных объектах Олюторского района. В данную группу водоемов входят следующие озерно-речные системы: р. Пахача (оз. Потат-Гытхын), р. Ананапыльген (лаг. Анана), р. Апука (оз. Ватыт-Гытхын) и р. Култушная (оз. Илir-Гытхын). В Карагинском районе наиболее значимыми для воспроизводства лимнофильной формы нерки являются реки Карага, Дранка и Ивашка.

Таким образом, возможности для воспроизводства нерки Северо-Восточной Камчатки обеих экологических форм существенно шире в речной сети Олюторского района.

### Темпоральные формы вида и их пространственное распределение

В популяции нерки Северо-Восточной Камчатки различают две сезонные формы: весеннюю (раннюю) и летнюю (позднюю) (Крогиус, 1983; Кловач, Рой, 2010; Бугаев, 2011; Хрусталева, Кловач, 2019). На основании данных нерестового фонда соотношение двух временных форм заметно варьирует по районам воспроизводства (рис. 6). Например, в водных объектах Олюторского района доминирует поздняя форма, а в северной части Усть-Камчатского района — ранняя. В Карагинском районе соотношение двух временных форм близко к равнозначным значениям.

По данным многолетних наблюдений анадромный ход ранней нерки **Олюторского района** начинается во второй половине мая. Рун-

ный ход растянут во времени и длится со второй декады июня по первую-вторую декаду июля. Заканчивается нерестовая миграция в конце июля — первой половине августа. Анадромный ход поздней формы нерки обычно начинается в первой половине июля и продолжается до конца сентября — начала октября. Рунный ход приходится на конец июля — первую половину августа. В отдельные годы нерестовая миграция длится и до начала сентября.

Сроки нерестовой миграции ранней нерки **Карагинского района** определены с начала июня до второй половины июля. Массовый ход отмечается во второй половине июня. В начале июля ранняя нерка здесь заканчивает анадромную миграцию. Поздняя форма вида начинает заходить в реки района в конце первой декады июля. Массовый нерестовый ход рыб наблюдается в период со второй декады июля по первую декаду августа. Окончание нерестового хода поздней формы нерки приходится на начало октября.

В качестве уточняющей информации, по данным изменения гонадо-соматического индекса (ГСИ) самок, проследили динамику нерестового хода двух темпоральных форм нерки Северо-Восточной Камчатки (рис. 7). Группировку стад Олюторского района представляли производители рек Апука, Пахача и Вывенка, а Карагинского района — рек Кичига, Карага и Хайлюля. В результате анализа временных рядов изменения ГСИ отмечена разница в подходах темпоральных форм. Так, в р. Апука ход ранней нерки заканчивается в V пятидневке июня, а в р. Пахача — в IV пятидневке июля. В р. Вывенка ход ранней формы нерки заканчивается примерно в те же сроки, что и в р. Пахача, однако период хода поздней формы более продолжительный.

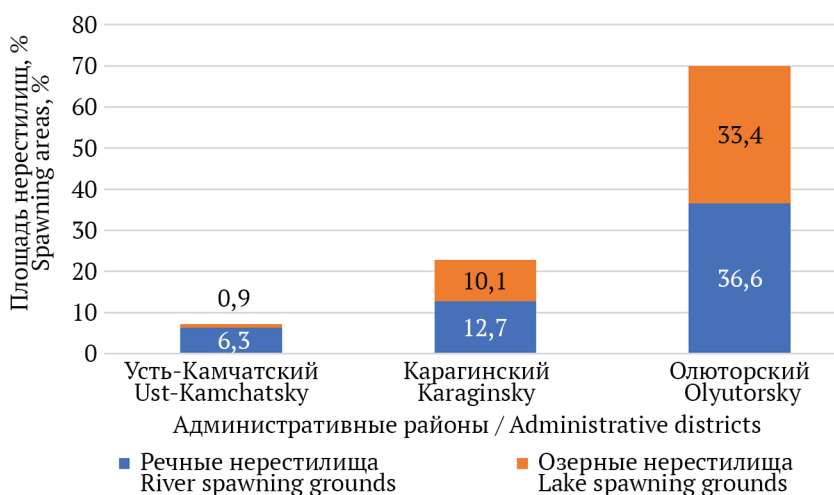


Рис. 3. Соотношение нерестовых площадей нерки в водных объектах административных районов Северо-Восточной Камчатки  
Fig. 3. Ratio of spawning areas of sockeye salmon in the water bodies of administrative districts of Northeast Kamchatka

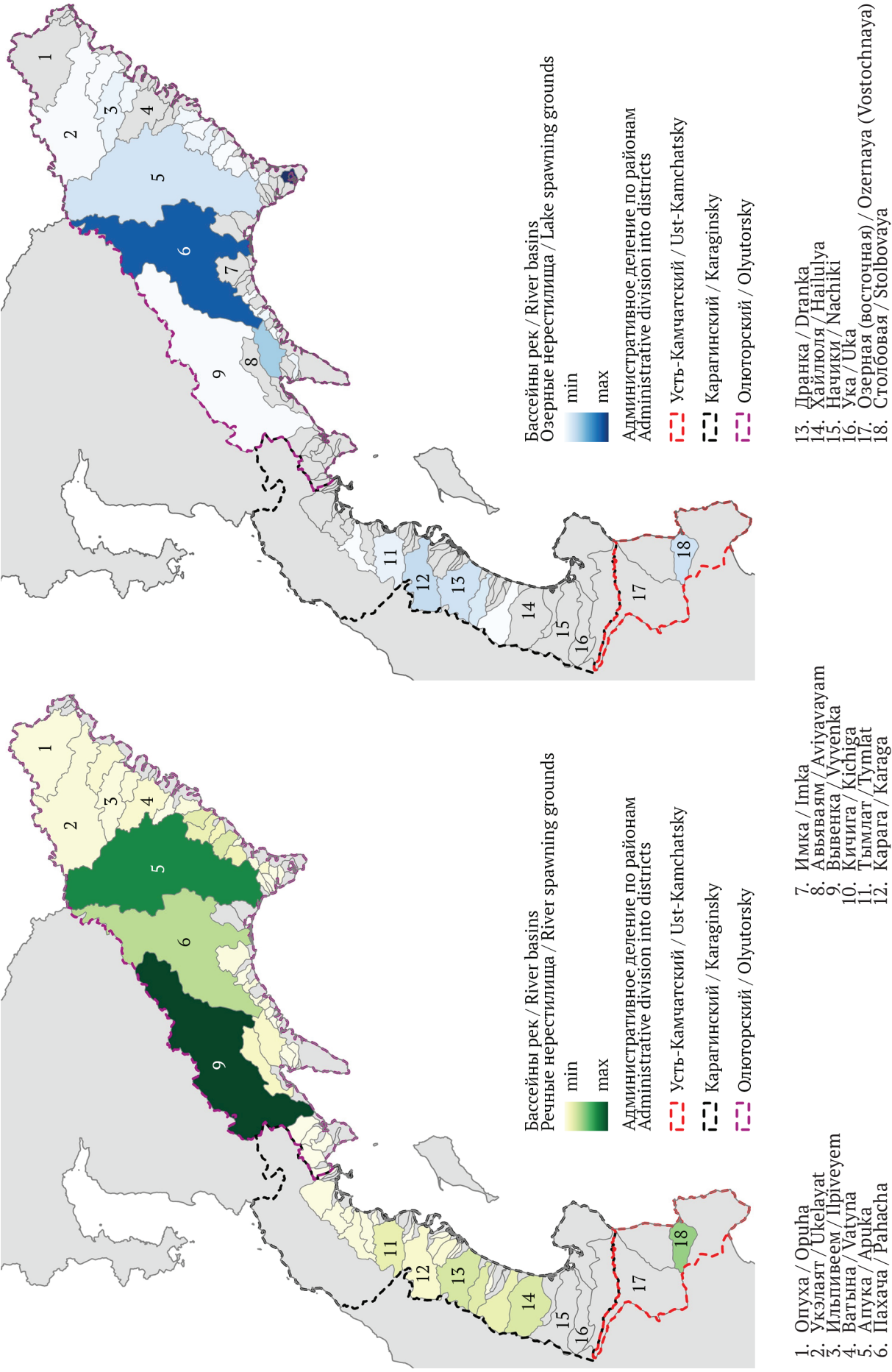


Рис. 4. Распределение речных и озерных нерестилищ нерки в водных объектах Северо-Восточной Камчатки  
Fig. 4. Distribution of river and lake spawning ground of sockeye salmon in the water bodies of Northeast Kamchatka

В Карагинском районе сроки окончания миграции ранней формы нерки в реках Кичига и Карага соответствуют IV–V пятидневкам июля. В р. Хайлюля, возможно, воспроизводится только одна форма нерки — поздняя, нерестовый ход которой характеризуется продолжительным периодом.

Наличие временного сдвига в динамике изменчивости ГСИ самок указывает на направление миграционных потоков нерки при подходе к устьевым зонам рек. Сначала ранняя нерка заходит в реки Олюторского района, а затем — Карагинского района.

Сходные результаты показал и анализ современной промысловой статистики добычи (вылова) нерки Северо-Восточной Камчатки в 2015–2021 гг. (рис. 8). На представленном графике можно отметить временной лаг (в среднем 20 дней) в подходах нерки к рекам Олюторского и Карагинского районов. В первом случае уловы нерки регистрируют со II пятидневки июня. Во втором промысел вида начинается в конце июня. При этом в обоих районах прослеживается наличие двух пиков, соответствующих

периоду смены темпоральных форм. Это согласуется с приведенной выше динамикой изменчивости ГСИ самок.

### Пространственная структура запасов вида

Ранее проведенный ряд генетических исследований показал, что у нерки Восточной Камчатки существует пространственная гетерогенность популяций, связанная с географическим положением районов воспроизводства (Варнавская, 2006; Хрусталева и др., 2010; Хрусталева, Кловач, 2019; Пустовойт, 2013; Beacham et al., 2006; Pilganchuk et al., 2013). В частности, были получены достоверные генетические различия между локальными стадами/популяциями нерки, воспроизводящимися в бассейне р. Камчатки и реках северо-восточного побережья Камчатки. При этом комплекс стад Северо-Восточной Камчатки дифференцировали по двум региональным группировкам рек воспроизводства — Олюторско-Наваринской (от р. Северной до р. Апука) и Корфо-Карагинской (от р. Навыринваям до р. Хайлюля) (Pilganchuk et al., 2013).

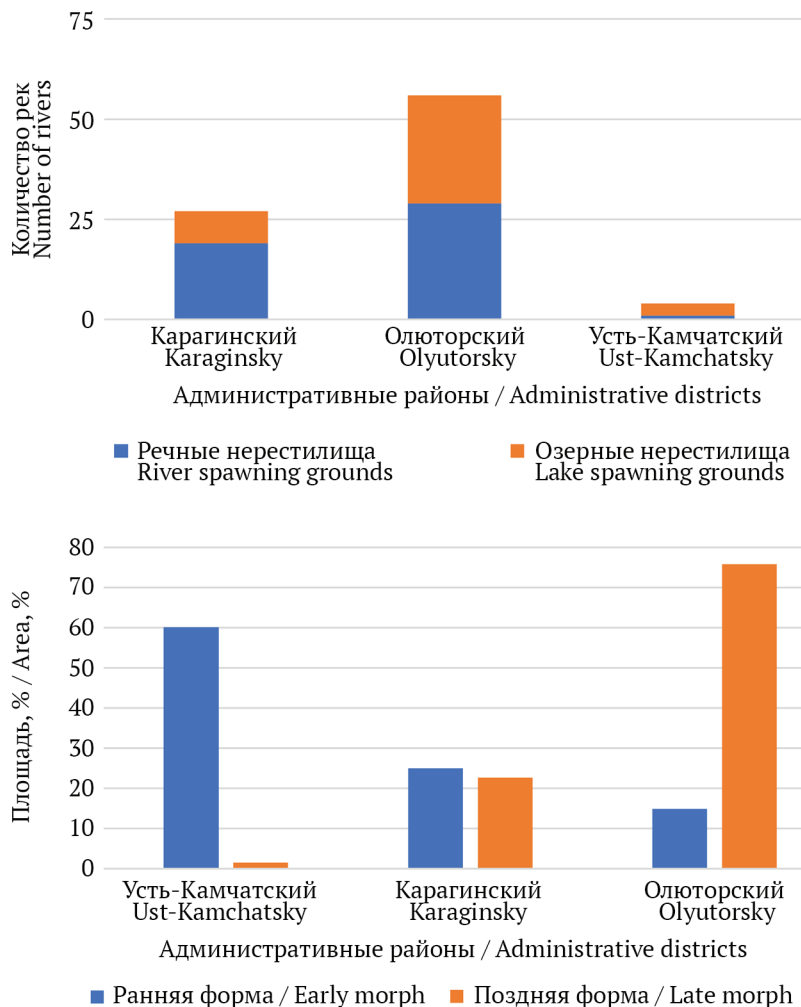


Рис. 5. Распределение речных и озерных нерестилищ нерки в водных объектах административных районов Северо-Восточной Камчатки  
Fig. 5. Distribution of the river and lake spawning grounds in the water bodies of the administrative districts of Northeast Kamchatka

Рис. 6. Соотношение нерестовых площадей ранней и поздней форм нерки Северо-Восточной Камчатки  
Fig. 6. Ratio between spawning areas of the early and late morphs of sockeye salmon of Northeast Kamchatka

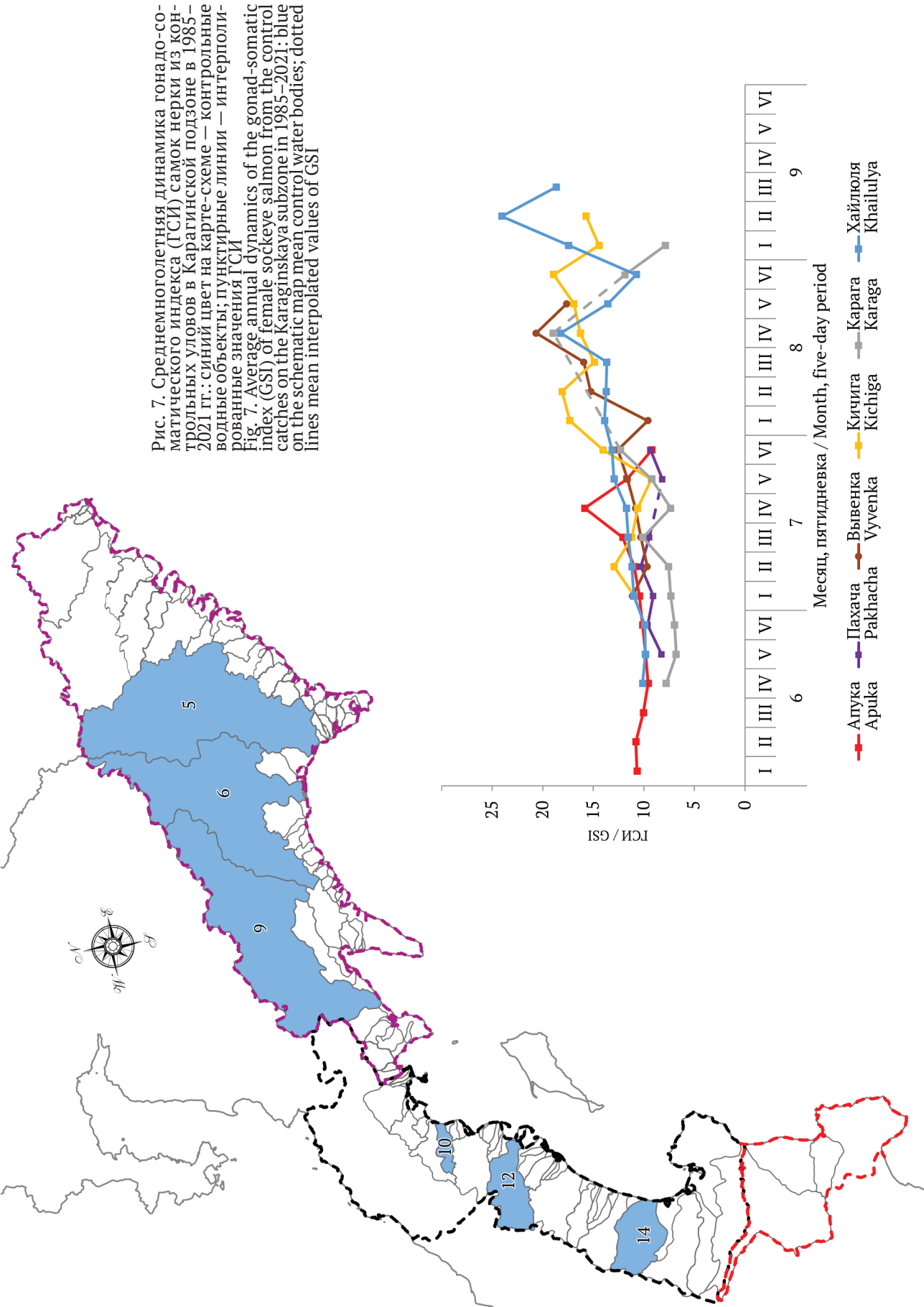


Рис. 7. Среднегодовая динамика гонадо-соматического индекса (ГСИ) самок нерки из контрольных уловов в Карагинской подзоне в 1985–2021 гг.: синий цвет на карте-схеме — контрольные водные объекты; пунктирные линии — интерполированные значения ГСИ  
Fig. 7. Average annual dynamics of the gonad-somatic index (GSI) of female sockeye salmon from the control catches on the Karaginskaya subzone in 1985–2021: blue on the schematic map mean control water bodies; dotted lines mean interpolated values of GSI



По сути, пространственная структура вида на уровне генетических отличий соответствует административному районированию, используемому для описания биологической структуры запасов нерки Северо-Восточной Камчатки. Причем необходимо учитывать, что генетический анализ выполнен с достаточно ограниченным набором реперных выборок, с акцентом на получение различий между крупными единицами запасов вида. Тем не менее приведенные выше данные об эколого-темпоральных формах нерки Северо-Восточной Камчатки также подтверждают наличие достаточно обособленных запасов вида в регионе.

В дополнение отметим, что проведенные генетические исследования нерки рек Апука и Пахача (Олюторский район) подтвердили наличие экологических и темпоральных форм у производителей нерки этих стад (Пустовойт,

1994; Хрусталева, Кловач, 2015). В отношении остальных рек Северо-Восточной Камчатки подобных исследований не проводили.

### Возрастная структура запасов вида

Возрастная структура нерки Северо-Восточной Камчатки насчитывает 20 возрастных групп, формирующих 7 возрастных классов (возраст поколений) (рис. 9). Основу возвратов производителей в реки региона формируют четырех- (3+), пяти- (4+) и шестилетние (5+) особи. При этом численность рыб возраста 4+ в рассматриваемых районах (Олюторский и Карагинский) остается стабильно высокой, а доля двух других классов заметно варьирует. Последнее обусловлено изменчивостью соотношения экологических форм, имеющих различный пресноводный возраст, что в наибольшей степени проявляется у нерки Олюторского рай-

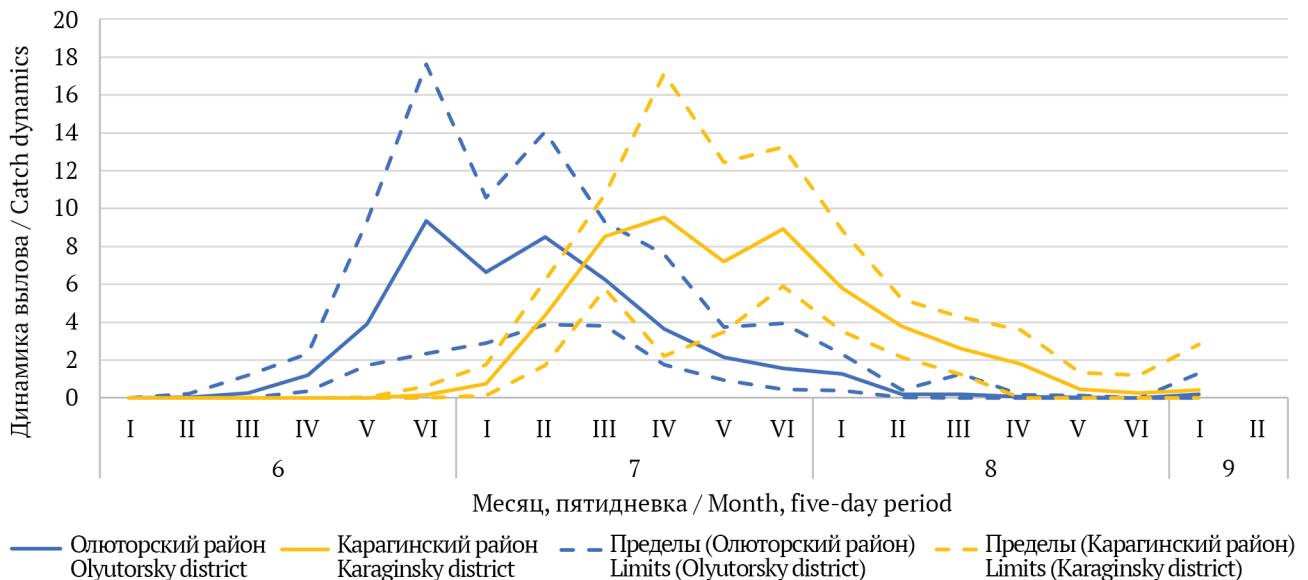


Рис. 8. Динамика уловов нерки Карагинской подзоны по среднегодовым данным 2015–2021 гг.  
Fig. 8. Dynamics of sockeye salmon catches of in the Karaginskaya subzone based on average annual data for 2015–2021

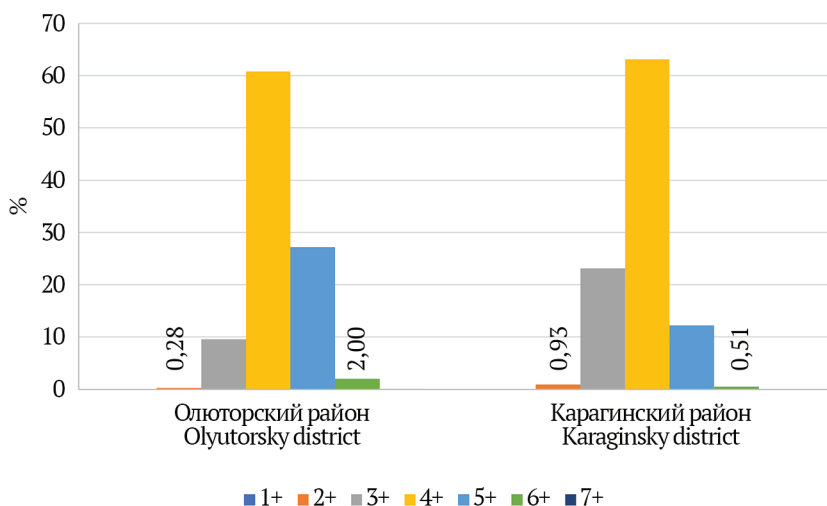


Рис. 9. Среднегодовое соотношение возрастных классов (возраст поколений) нерки Карагинского и Олюторского районов по данным 1979–2021 гг.  
Fig. 9. Average annual ratio between sockeye salmon age classes (generations) in the Karaginsky and Olyutorsky districts based on the data for 1979–2021

она (рис. 10, 11). Тем не менее основными модальными возрастными группами нерки, формирующими три ключевых возрастных класса, являются рыбы в возрасте 1,3 (55,1%), 2,3 (13,2%) и 1,2 (11,6%).

В подавляющем большинстве пресноводный период жизни нерки Северо-Восточной Камчатки составляет 1 год (72,4%). Относительная численность рыб, которые проводят в реках 2 года, оценивается на уровне 20,6%. Доля сеголетков достигает 6,1%, а особи с пресноводным периодом 3 и 4 года составляют 0,9% и 0,04% соответственно. Отметим, что в зависимости от района воспроизводства, продолжительность жизни молоди нерки в пресноводный период заметно отличается, что связано с условиями нагула разных экологических форм. Например, в Олюторском районе, в речных системах которого расположено значительное количество озер, доля рыб, проводящих в пресной воде 2 года, оценивается в 34,6%, в то время как в Карагинском районе доля 2-годовиков

не превышает 10%. Соответственно, доля годовиков в Олюторском районе ниже (61,7%), чем в Карагинском (81,1%) (рис. 12). Также заметно различие по численности сеголетков, основная доля которых приходится на реки Карагинского района.

Возрастная структура нерки в морской период жизни в обоих районах схожа и не обнаруживает заметных различий (рис. 13). В море большая часть рыб проводит 3 года (73,6%). Доля рыб с одним морским годом — 0,9%, с двумя морскими годами составляет 18,5%, с четырьмя морскими годами — 6,9%, с пятью — 0,05% (относительные значения приведены в целом для Карагинской подзоны).

### Основные биологические показатели запасов вида

Длина и масса тела нерки северо-восточного побережья Камчатки в среднем равна 59,8 см (23,7–80,0 см) и 2,8 кг (0,2–6,3 кг) соответственно. Размерно-массовые показатели вида по

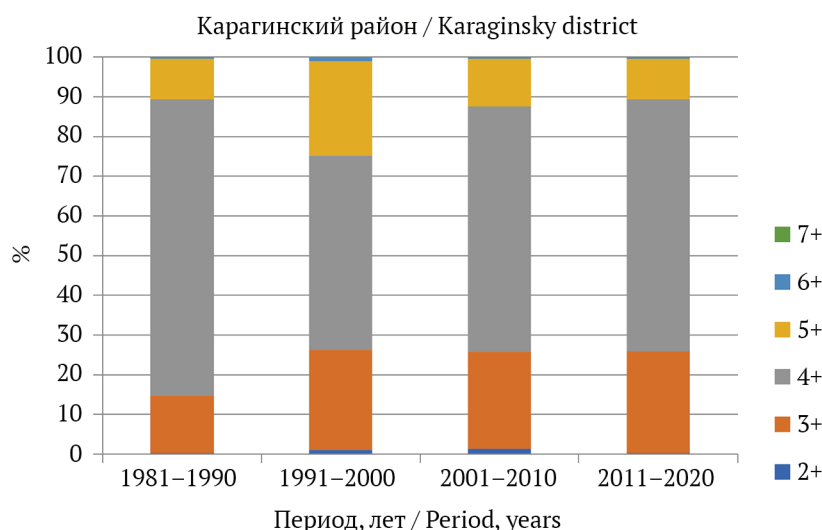


Рис. 10. Динамика соотношения основных возрастных классов (возраст поколений) нерки Карагинского района в подходах в 1981–2020 гг. по десятилетиям  
Fig. 10. Dynamics of the ratio between the major age classes (generations) of sockeye salmon in the Karaginsky district in returns 1981–2020 by decades

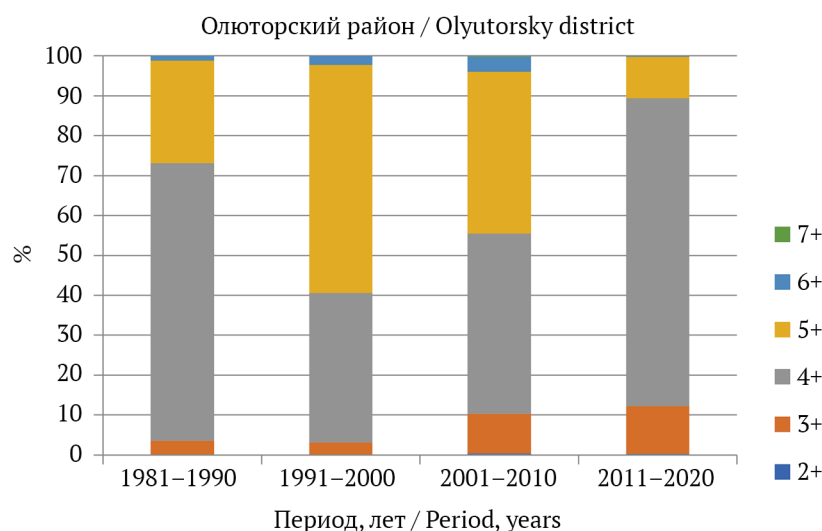


Рис. 11. Динамика соотношения основных возрастных классов (возраст поколений) нерки Олюторского района в подходах в 1981–2020 гг. по десятилетиям  
Fig. 11. Dynamics of the ratio between the major age classes (generations) of sockeye salmon in the Olyutorsky district in returns 1981–2020 by decades

районам воспроизводства отличаются незначительно. Например, для нерки Олюторского и Карагинского районов размерные параметры тела составляют 60,3 см (34,0–78,0 см) и 59,15 см (32,0–80,0 см), а масса тела, при почти неизменном среднем, отличается только в предельных значениях — 2,86 кг (0,5–6,1 кг) и 2,82 кг (0,2–6,3 кг) соответственно. В целом самцы крупнее самок, составляя в среднем 61,2 см / 3,1 кг против 59,7 см / 2,7 кг в Олюторском районе и 59,5 см / 2,9 кг против 58,8 см / 2,7 кг в Карагинском (рис. 14).

Наиболее крупные особи отмечены в реках Дранка (Карагинский район), Вывенка, Навыринваям и Пахача (Олюторский район) (рис. 15, 16). Наибольшей вариабельности размерный состав нерки достигает в реках Карагинского района (р. Хайлюля, р. Кичига) и озерно-речных системах Олюторского района (оз. Илir-Гытхын (р. Култушная), оз. Потат-Гытхын (р. Пахача), оз. Ватыт-Гытхын (р. Апука) и лагуна Анана) (рис. 17).

При синхронности изменений размерно-массовых показателей нерки Олюторского и Карагинского районов, наблюдаемой в последний 30-летний период, в 80–90-е годы отмечено существенное снижение данных показателей у нерки Олюторского района (рис. 18). Предположение о том, что подобное снижение размерно-массовых показателей может являться статистическим артефактом, вряд ли состоятельно, т. к. среднее значение указанных показателей у основных возрастных групп 1,3 и 2,3 в период 1981–1990 гг. выше аналогичных данных, относящихся к более поздним периодам лет.

В рассматриваемом регионе абсолютная индивидуальная плодовитость нерки в среднем составляет 4068 икринок и варьирует в значительных пределах — от 432 до 12 695 икринок (рис. 19). Показатели абсолютной индивидуальной плодовитости в Карагинском районе немногим выше, чем в Олюторском, и составляют 4190 икринок (532–12 695) и 3924 икринок (432–9092) соответственно.

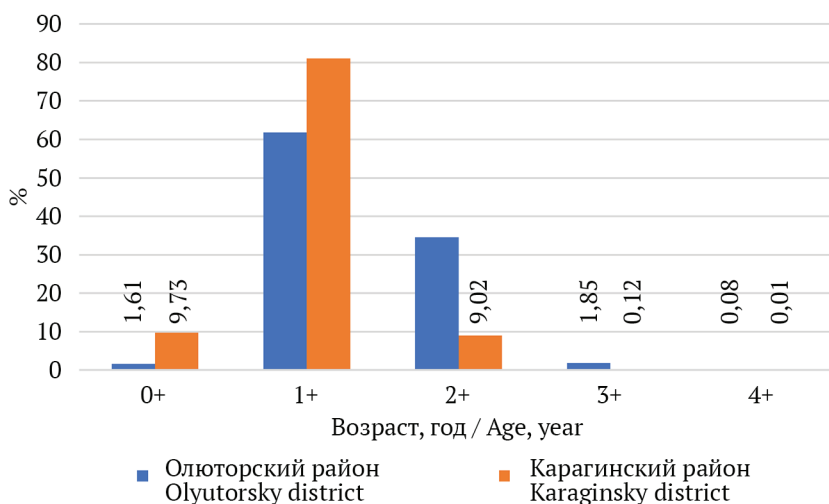


Рис. 12. Среднемноголетнее соотношение продолжительности пресноводного периода нерки Карагинского и Олюторского районов по данным 1979–2021 гг.  
Fig. 12. Average long-term ratio of sockeye salmon freshwater ages in the Karaginsky and Olyutorsky districts according to data for 1979–2021

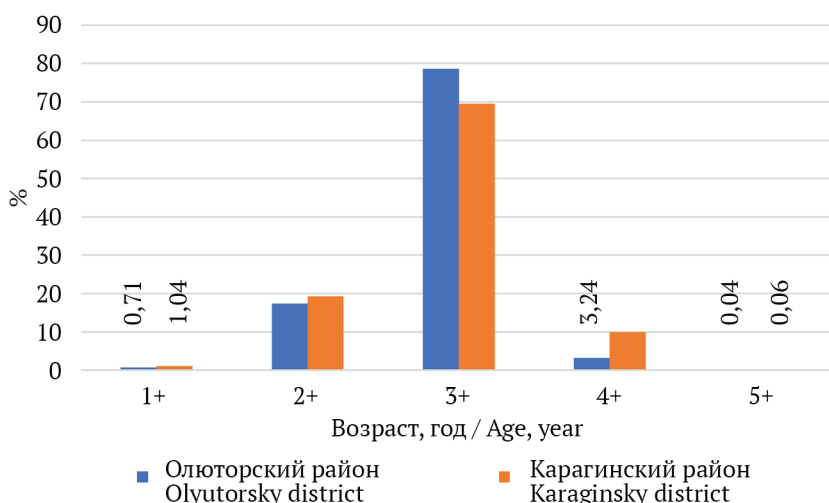


Рис. 13. Соотношение продолжительности морского периода нерки Карагинского и Олюторского районов по данным 1979–2021 гг.  
Fig. 13. Ratio of sockeye salmon marine ages in the Karaginsky and Olyutorsky districts according to data for 1979–2021

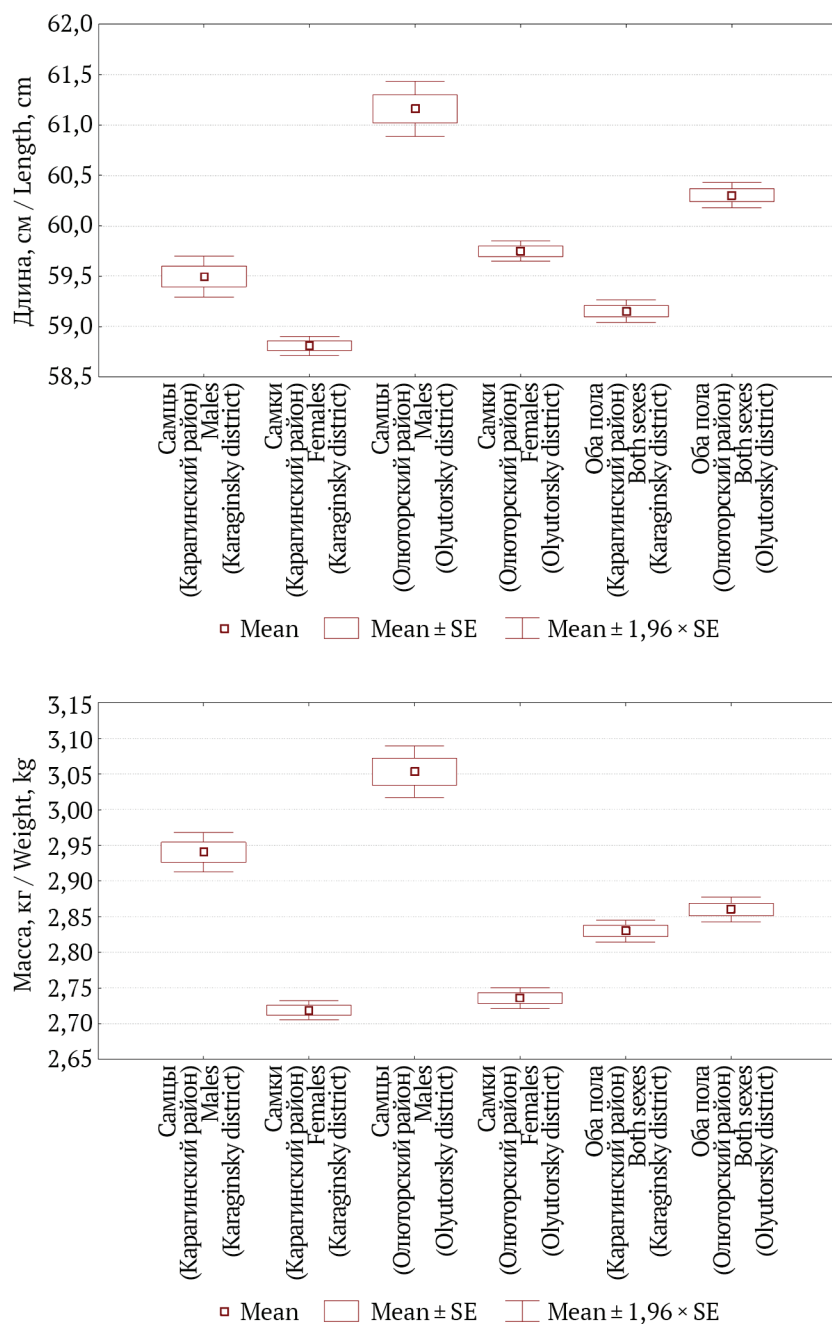


Рис. 14. Длина и масса нерки основных единиц запасов Северо-Восточной Камчатки по данным 1979–2021 гг.

Fig. 14. Body length and weight of sockeye salmon of major stock units of Northeast Kamchatka according to data for 1979–2021

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований биологической структуры нерки Северо-Восточной Камчатки по данным 1979–2021 гг. свидетельствуют о том, что в указанном регионе популяционный комплекс вида формируют две региональные группировки стад/популяций (единицы запасов). Их основное воспроизводство сосредоточено в границах двух административных районов Камчатского края — Олюторского и Карагинского. В составе рассматриваемых группировок локальных стад вида различаются экологические и темпоральные формы, которые отличаются продолжительностью пресноводного периода жизни и сроками нереста.

Распространение экологических форм нерки зависит от геоморфологии речной сети. Поэтому обилие озерно-речных систем в Олюторском районе обуславливает воспроизводство лимнофильной формы нерки. В Карагинском районе преобладает реофильная форма вида. Соотношение нерестилищ реофильной и лимнофильной форм нерки в Карагинском/Олюторском районах в обоих случаях близко к 1:3.

Темпоральная структура нерки неоднородна и изменяется по районам воспроизводства. В Олюторском районе основу численности формирует поздняя форма. Южнее, в реках Карагинского района, встречаемость рыб двух темпоральных форм достаточно близка.

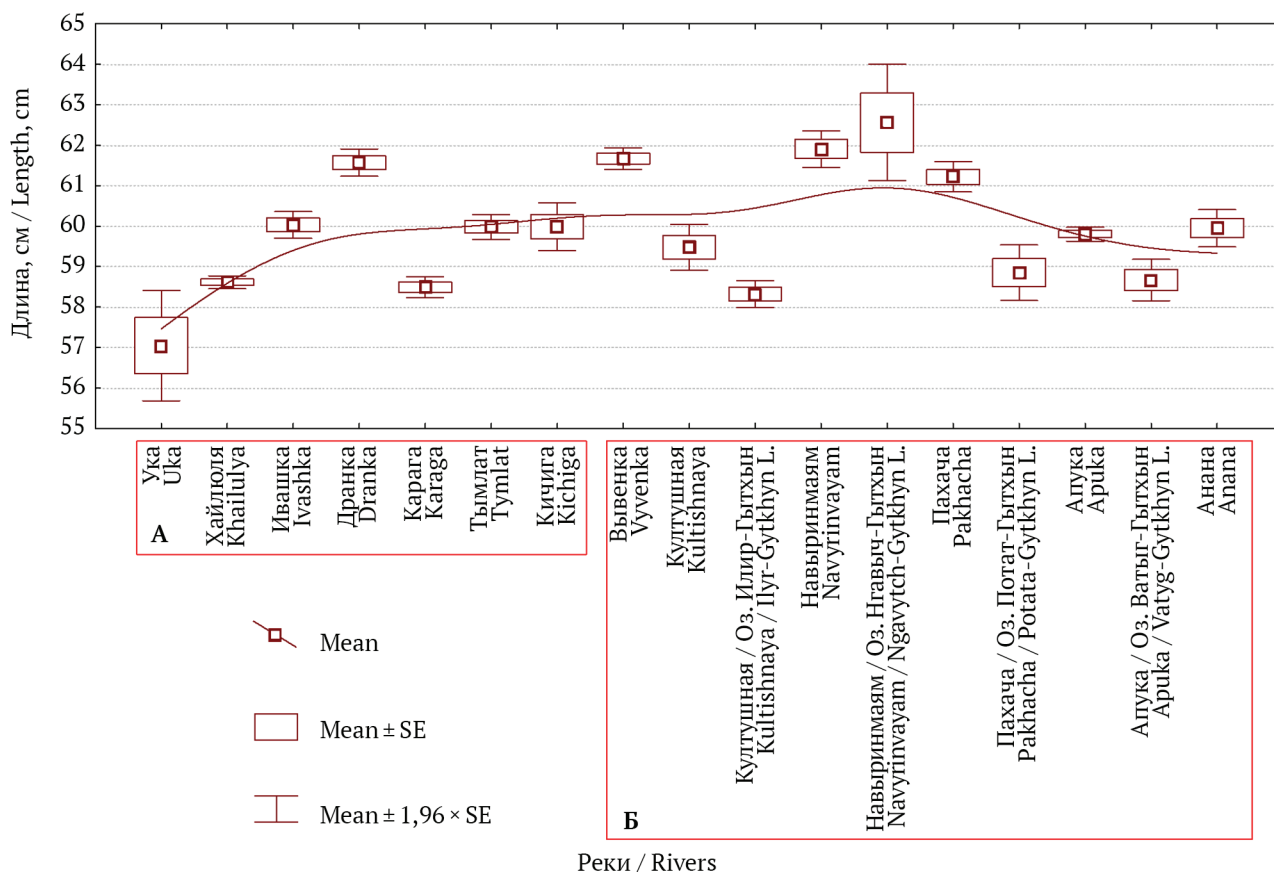


Рис. 15. Длина производителей нерки в реках северо-восточного побережья Камчатки по данным 1979–2021 гг. (А — Карагинский район, Б — Олюторский район)  
Fig. 15. Body length of adult sockeye salmon in the rivers of the northeast coast of Kamchatka according to data for 1979–2021 (A – Karaginsky district, Б – Olyutorsky district)

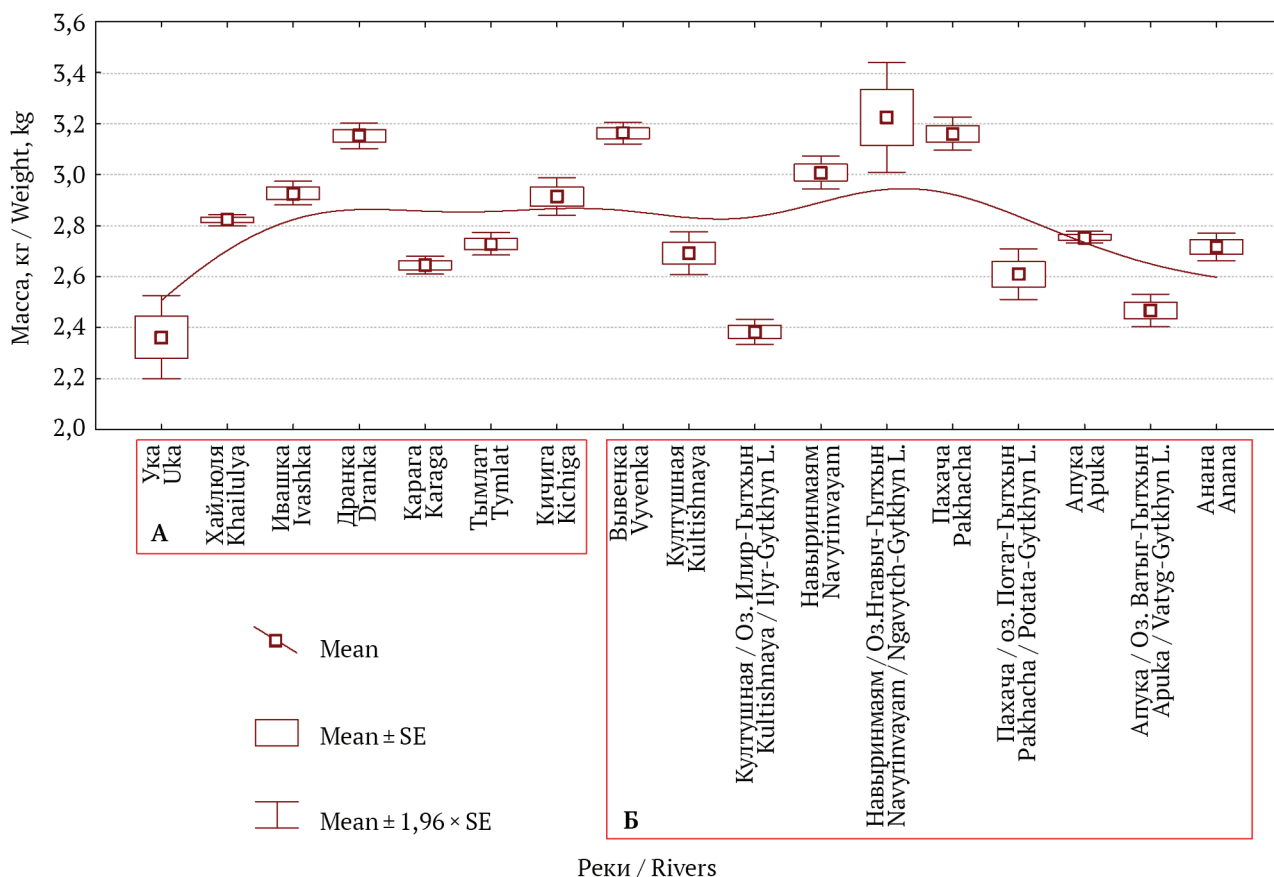


Рис. 16. Масса производителей нерки в реках северо-восточного побережья Камчатки по данным 1979–2021 гг. (А — Карагинский район, Б — Олюторский район)  
Fig. 16. Body weight of adult sockeye salmon in the rivers of the northeast coast of Kamchatka according to data for 1979–2021 (A – Karaginsky district, Б – Olyutorsky district)

Степень соотношения двух экологических форм нерки в региональных запасах определяет численность поколений в возвратах производителей. Это объясняется особенностями возрастной структуры реофильной и лимнофильной нерки. Первая проводит в пресной воде преимущественно 1 год, а вторая — 2 года. При том, что в поколениях возвратов нерки Карагинской подзоны доминируют рыбы в воз-

расте 5 лет (4+), в Олюторском районе отмечается высокая доля 6-летних (5+) особей, относящихся к типично лимнофильному экотипу.

По размерно-массовым показателям нерка, воспроизводящаяся в реках Олюторского района, незначительно крупнее, чем производители Карагинского района. Но по показателям абсолютной индивидуальной плодовитости рыб отмечена обратная тенденция.

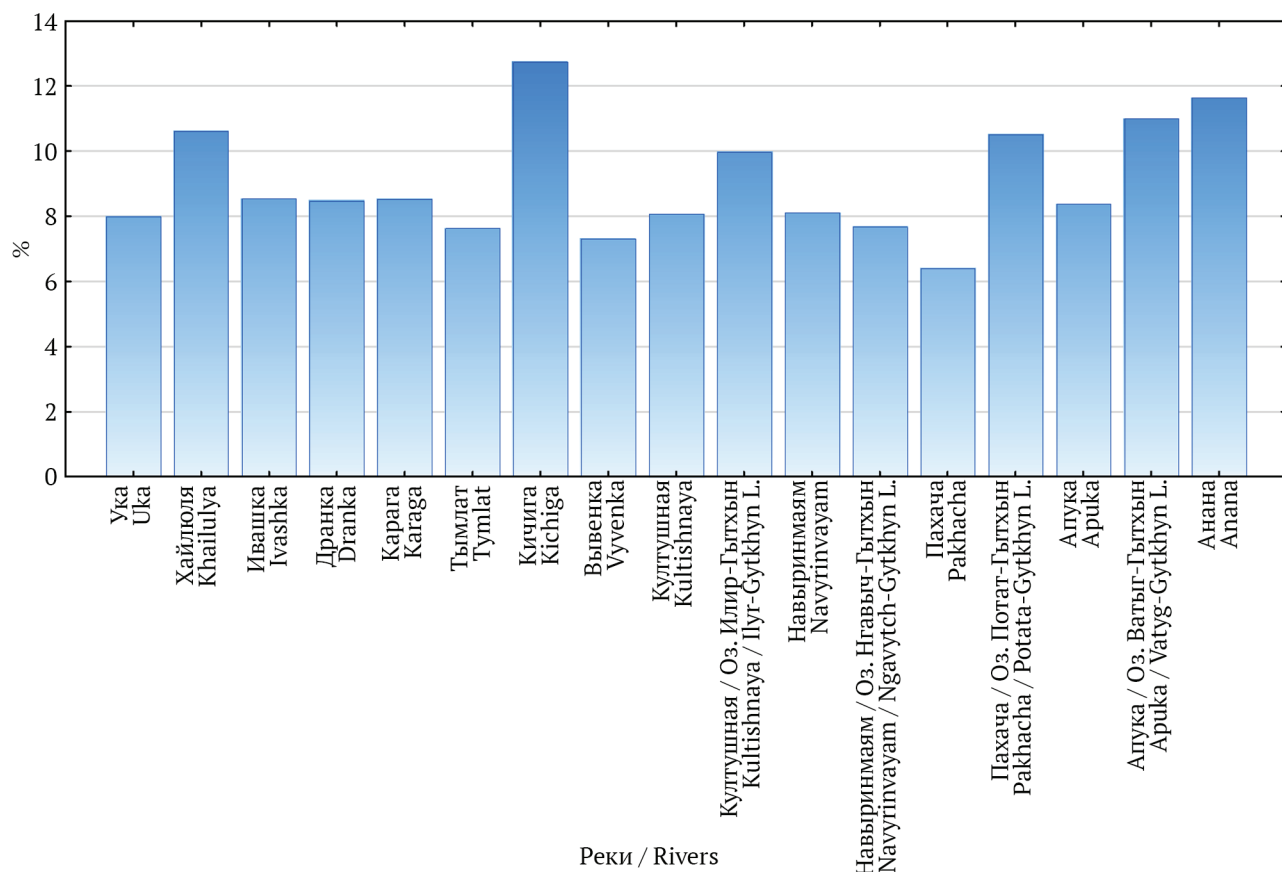


Рис. 17. Коэффициент вариации размерного состава производителей нерки северо-восточного побережья Камчатки  
Fig. 17. Coefficient of variation in the size composition of adult sockeye salmon on the northeastern coast of Kamchatka

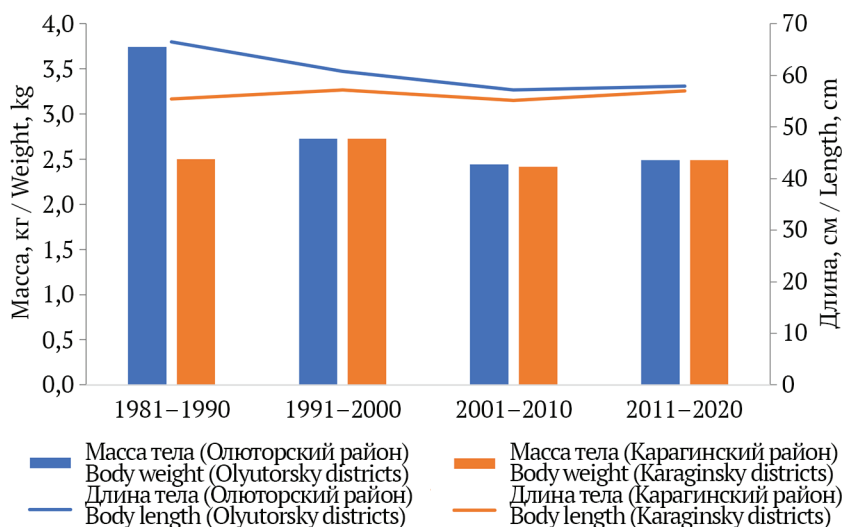


Рис. 18. Динамика средней длины и массы тела производителей нерки Карагинского и Олюторского районов в подходах 1979–2020 гг. по десятилетиям  
Fig. 18. Dynamics of average body length and weight of adult sockeye salmon in the Karaginsky and Olyutorsky districts in returns 1979–2020 by decades



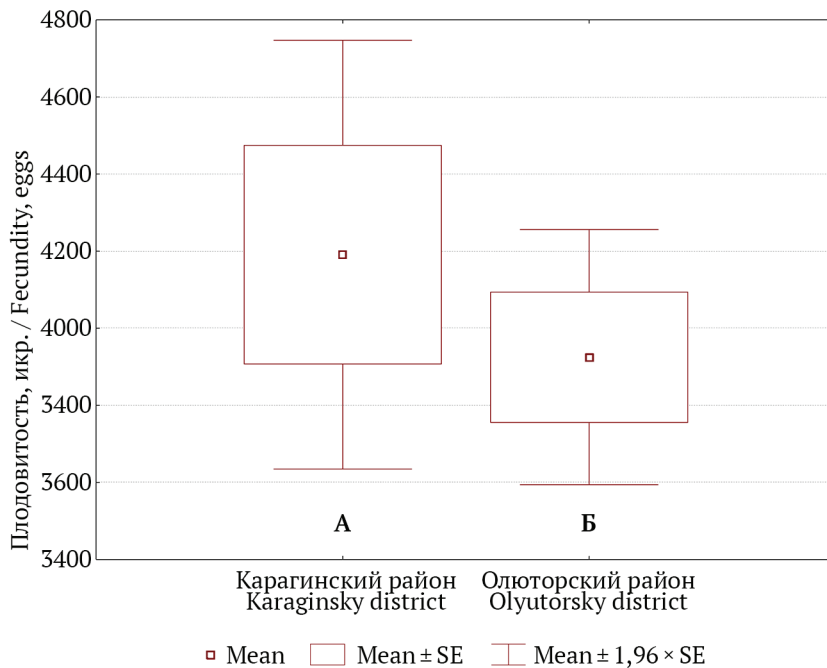


Рис. 19. Абсолютная индивидуальная плодовитость нерки основных единиц запасов Северо-Восточной Камчатки по данным 1979–2021 гг. (А — Карагинский район, Б — Олюторский район)  
 Fig. 19. Absolute individual fecundity of sockeye salmon of major stock units of Northwest Kamchatka according to data for 1979–2021 (A – Karaginsky district, B – Olyutorsky district)

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Алтухов Ю.П., Салменкова Е.А., Омельченко В.Т. 1997. Популяционная генетика лососевых рыб. М.: Наука. 288 с.  
 Базаркин В.Н. 2008. Типология нерестилищ по элементам гидрологии, гидрохимии и геоморфологии у разных видов тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* // Изв. Иркутского гос. ун-та. Серия: Науки о Земле. Т. 1. № 1. С. 43–55.  
 Бугаев В.Ф. 1995. Азиатская нерка. М.: Колос. 464 с.  
 Бугаев В.Ф. 2011. Азиатская нерка – 2. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 380 с.  
 Бугаев В.Ф., Кириченко В.Е. 2008. Нагульно-нерестовые озера азиатской нерки. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 280 с.  
 Варнавская Н.В. 2006. Генетическая дифференциация популяций тихоокеанских лососей. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 488 с.  
 Гриценко А.В., Харенко Е.Н. 2015. Взаимосвязь биологических показателей тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* с динамикой их численности на северо-востоке Камчатки // Вопр. ихтиологии. Т. 55, № 3. С. 356–367.  
 Ельников А.Н., Гриценко А.В. 2014. Динамика биологических характеристик производителей тихоокеанских лососей рода *Oncorhynchus* в р. Апука и Олюторском заливе Берингова моря в 2007–2012 годах // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 33. С. 5–14.  
 Кловач Н.В., Рой В.И. 2010. Структура стада нерки *Oncorhynchus nerka* реки Апука (Северо-Восточ-

ная Камчатка) // Вопр. ихтиологии. Т. 50, № 4. С. 510–514.  
 Коновалов С.М. 1980. Популяционная биология тихоокеанских лососей. Л.: Наука. 238 с.  
 Крогуис Ф.В. 1983. Сезонные расы красной *Oncorhynchus nerka* (Walb.) и ее нерестилища в водоемах Камчатки // Биол. основы лососевого хозяйства в водоемах СССР. М.: Наука. С. 18–31.  
 Крогуис Ф.В., Крохин Е.М., Менишуткин В.В. 1987. Тихоокеанский лосось — нерка (красная) в экологической системе оз. Дальнего (Камчатка). Л.: Наука. 198 с.  
 Крохин Е.М. 1960. Нерестилища красной *Oncorhynchus nerka* (Walb.) // Вопр. ихтиологии. Вып. 16. С. 89–110.  
 Крохин Е.М. 1965. Реки Камчатки и их значение в воспроизводстве лососей // Вопр. географии Камчатки. Вып. 3. С. 17–24.  
 Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М.: Высшая школа. 352 с.  
 Леман В.Н. 2003. Экологическая и видовая специфика нерестилищ тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus* на Камчатке // Чтения памяти В.Я. Леванидова. № 2. С. 12–34.  
 Макоедов А.Н. 1999. Кариология, биохимическая генетика и популяционная фенетика лососевых рыб Сибири и Дальнего Востока. М.: УМК «Психология». 291 с.  
 Остроумов А.Г. 1972. Нерестовый фонд красной и динамика ее численности в бассейне озера Азабачьего по материалам авиаучета и аэро-съемок // Изв. ТИНРО. Т. 82. С. 135–142.

- Остроумов А.Г. 1975. Нерестовый фонд и состояние запасов дальневосточных лососей в водоемах п-ова Камчатка и Корякского нагорья в 1957–1971 гг. (по материалам авиаучетов и аэрофотосъемки) // Тр. ВНИРО. Т. 106. С. 21–33.
- Остроумов А.Г. 1982. Нерестовые ключи Камчатки // Рыбное хозяйство. № 4. С. 38–41.
- Остроумов А.Г. 1985. Нерестовый фонд лососей рек Карагинского района (от р. Столбовой до р. Гыткаткиной): Отчет НИР. № 4909. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 54 с.
- Остроумов А.Г. 1986. Нерестовый фонд лососей рек Карагинского района (от р. Ивашки до р. Каюм и реки острова Карагинского): Отчет НИР. № 4993. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 74 с.
- Остроумов А.Г. 1987. Нерестовый фонд лососей рек Карагинского района (от р. Караги до р. Анапки): Отчет НИР. № 5091. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 59 с.
- Остроумов А.Г. 1990. Нерестовый фонд лососей рек Олюторского района Камчатской области (от р. Хай-Анапка до р. Анапавая): Отчет НИР. № 5325. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 81 с.
- Пильганчук О.А., Шпигальская Н.Ю., Денисенко А.Д., Савенков В.В. 2019. Генетическая дифференциация нерки *Oncorhynchus nerka* (Walbaum, 1792) бассейна р. Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. № 53. С. 41–56.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть. 376 с.
- Пустовойт С.П. 1994. Генетический мониторинг популяций горбуши *Oncorhynchus gorbusha*, кеты *O. keta* и нерки *O. nerka* реки Пахача // Вопр. ихтиологии. Т. 34, № 3. С. 366–373.
- Пустовойт С.П. 2013. Генетическая дифференциация популяций тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*, *Salmoniformes*), выявленная по изменчивости микросателлитных локусов // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 30. С. 51–63.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. Камчатка. Т. 20. 1973. Под ред. М.Г. Васильковского. Л.: Гидрометиздат. 367 с.
- Салменкова Е.А. 2016. Механизмы хоминга лососевых рыб // Успехи современной биологии. Т. 136, № 6. С. 593–607.
- Хрусталева А.М. 2007. Комплексный метод дифференциации нерки *Oncorhynchus nerka* азиатских стад. М.: ВНИРО. 165 с.
- Хрусталева А.М., Волков А.А., Стоклицкая Д.С., Мюге Н.С., Зеленина Д.А. 2010. Сравнительный анализ изменчивости STR- и SNP-локусов в популяциях нерки *Oncorhynchus nerka* Восточной и Западной Камчатки // Генетика. Т. 46, № 11. С. 1544–1555.
- Хрусталева А.М., Кловач Н.В. 2015. Популяционная структура нерки *Oncorhynchus nerka* северо-восточного побережья Камчатки, Чукотки и Командорских островов // Тр. ВНИРО. Т. 158. С. 23–34.
- Хрусталева А.М., Кловач Н.В. 2019. О морфологической и генетической гетерогенности нерки *Oncorhynchus nerka* (Salmonidae) крупных озерно-речных систем Восточной и Западной Камчатки // Вопр. ихтиологии. Т. 59, № 6. С. 640–650.
- Шубкин С.В., Бугаев А.В. 2021. Динамика запасов нерки *Oncorhynchus nerka* Северо-Восточной Камчатки в XX и начале XXI века // Иссл. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 62. С. 5–25.
- Beacham T.D., McIntosh B., Macconnachie C., Varnavskaya N.V. 2006. Population structure of sockeye salmon from Russia determined with microsatellite DNA variation // Transactions of the American Fisheries Society. Vol. 135. № 1. P. 97–109.
- Burgner R.L. 1991. Life history of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* / Pacific Salmon Life Histories. Ed. C. Groot and L. Margolis. Vancouver, Canada: UBC Press. P. 3–117.
- Foerster R.E. 1968. The sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* // Bull Fish Res Board Canada. № 162. 422 p.
- Pilganchuk O.A., Shpigalskaya N.Y., Savenkov V.V., Saravansky O.N. 2013. Microsatellite DNA variation in sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* (Walbaum, 1792) populations of Eastern Kamchatka // Russian Journal of Marine Biology. Vol. 39. № 4. P. 265–275.
- Ricker W.E. 1972. Hereditary and environmental factors affecting certain salmonid populations // The stock concept in Pacific salmon / Eds R.C. Simon, P.A. Larkin. Vancouver: Univ. Brit. Colum. Press. P. 27–160.

## REFERENCES

- Altukhov Yu.P., Salmenkova E.A., Omelchenko V.T. Populyatsionnaya genetika lososevykh ryb [Population genetics of Salmonid fish]. Moscow: Nauka, 1997, 288 p.
- Bazarkin V.N. Typology of spawning grounds based on elements of hydrology, hydrochemistry and geomorphology in different species of Pacific salmon, *Oncorhynchus*. The bulletin of Irkutsk State University, Series: "Earth Sciences", 2008, vol. 1, no. 1, pp. 43–55. (In Russian)
- Bugaev V.F. Aziatskaya nerka (presnovodnyi period zhizni, structura localnykh stad, dinamika chislen-



- nosti) [Asian sockeye salmon (freshwater period of life, structure of local stocks, abundance dynamics)]. Moscow: Kolos, 1995, 464 p.
- Bugaev V.F. *Aziatskaya nerka-2 (biologicheskaya struktura i dinamika chislennosti lokal'nykh stad v kontse XX – nachale XXI vv.)* [Asian sockeye salmon-2 (biological structure and abundance dynamics of local stocks in the late XX – early XXI century)]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2011, 380 p.
- Bugaev V.F., Kirichenko V.E. *Nagulno-nerestovyye ozera aziatskoy nerki* [Feeding and spawning lakes of Asian sockeye salmon]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2008, 280 p.
- Varnavskaya N.V. *Geneticheskaya differentsiatsiya populatsiy tokhookeanskikh lososey* [Genetic differentiation of Pacific salmon populations]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2006, 488 p.
- Gritsenko A.V., Kharenko E.N. Relationship between biological indices of Pacific salmon (*Oncorhynchus*) and their stock abundance dynamics in Northeast Kamchatka. *Journal of Ichthyology*, 2015, vol. 55, no. 3, pp. 356–367. (In Russian)
- Yelnikov A.N., Gritsenko A.V. Dynamics of biological indices of Pacific salmon spawners of the genus *Oncorhynchus* in Apuka River and Olyutor Gulf, the Bering Sea, in 2007–2012. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2014, vol. 33, pp. 5–14. (In Russian)
- Klovach N.V., Roi V.I. Structure of the School of Sockeye Salmon *Oncorhynchus nerka* from the Apuka River (the Northeastern Kamchatka). *Journal of Ichthyology*, 2010, vol. 50, no. 4, pp. 510–514.
- Konovalov S.M. *Populyatsionnaya biologiya Tikhookeanskikh lososei* [Population biology of Pacific salmon]. Leningad: Nauka, 1980, 238 p.
- Krogus F.V. Seasonal races and spawning grounds of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* (Walb.) in Kamchatka waters. *Biol. osnovi lososev. khozyaistva v vodoemakh SSSR* [Biological groundbase of salmon fisheries in the water bodies of the USSR]. Moscow: Nauka, 1983, pp. 18–31. (In Russian)
- Krogus F.V., Krokhin E.M., Menshutkin V.V. *Tikhookeanskii losos nerka v 'kologicheskoi sisteme ozera Dalnee (Kamchatka)* [Pacific salmon sockeye salmon in the ecosystem of Dalneye Lake (Kamchatka)]. Leningrad: Nayka, 1987, 198 p.
- Krokhin E.M. Spawning grounds of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* (Walb.). *Journal of Ichthyology*, 1960, vol. 16, pp. 89–110. (In Russian)
- Krokhin E.M. Rivers of Kamchatka and their importance in salmon reproduction. *Voprosy geografii Kamchatki*. 1965, vol. 3, pp. 17–24. (In Russian)
- Lakin G.F. *Biometriya* [Biometry]. High school, 1990, 352 p.
- Leman V.N. Ecological and species peculiarities of spawning grounds of Pacific salmon *Oncorhynchus* in Kamchatka. *Vladimir Ya. Levanidov's biennial memorial meetings*, 2003, no. 2, pp. 12–34. (In Russian)
- Makodov A.N. *Kariologiya, biohimicheskaya genetika i populyatsionnaya fenetika lososevykh Sibiri i Dalnego Vostoka* [Karyology, Biochemical Genetics, and Population Phenetics of Salmonids from Rivers of Siberia and the Far East: Comparative Aspect]. Moscow: UMK Psikhologiya, 1999, 291 p.
- Ostroumov A.G. The spawning stock and population dynamics of sockeye salmon in the Azabache Lake basin based on aerial survey data. *Izvestiya TINRO*, 1972, vol. 82, pp. 135–142. (In Russian)
- Ostroumov A.G. Spawning stock and stock abundance condition of Far Eastern salmon in the water bodies of Kamchatka Peninsula and Koryak Plateau in 1957–1971 (based on materials of aerial surveys and photographs). *Trudy VNIRO*, 1975, vol. 106, pp. 21–33. (In Russian)
- Ostroumov A.G. Spawning Springs of Kamchatka. *Rybnoye Khozyaistvo*, 1982, no. 4, pp. 38–41. (In Russian)
- Ostroumov A.G. *Nerestovyi fond lososei rek Karaginskogo raiona (ot r. Stolbovoi do r. Gytkatkinvayam)* [Salmon spawning stock in the rivers of Karaginsky district (from Stolbovaya River to Gytkatkinvayam River)]. *Research Report*, 1985, № 4909, Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 54 p. (In Russian)
- Ostroumov A.G. *Nerestovyi fond lososei rek Karaginskogo raiona (ot r. Ivashka do r. Kaum i reki ostrova Karaginskogo)* [Salmon spawning stock of the rivers in Karaginsky District (from Ivashka to Kayum and the river of Karaginsky Island)]. *Research Report*, № 4993, Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 1986, 74 p. (In Russian)
- Ostroumov A.G. *Nerestovyi fond lososei rek Karaginskogo raiona (ot Karaga do Anapki)* [Salmon spawning stock of the rivers in Karaginsky District (from Karaga to Anapka)]. *Research Report*, 1987, № 5091, Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 59 p. (In Russian)
- Ostroumov A.G. *Nerestovyi fond lososei rek Olyutorskogo raiona Kamchatskoi oblasti (ot r. Khailuli do r. Ananavayam)* [Salmon spawning stock of the rivers in Olyutorsky District, Kamchatka Territory (from Khailulya to Ananavayam)]. *Research Report*, 1990, № 5325, Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 81 p. (In Russian)
- Pilganchuk O.A., Shpigalskaya N.Yu., Denisenko A.D., Savenkov V.V. Genetic differentiation of *Oncorhynchus nerka* (Walbaum, 1792) in the Ka-

mchatka River basin. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2019, № 53, pp. 41–56. (In Russian)

Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniju ryb* [Guide to study fish]. Moscow: Food Industry, 1966, 376 p. (In Russian)

Pustovoi S.P. Genetic monitoring of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha*, chum salmon *O. keta* and sockeye salmon *O. nerka* populations of Pakhacha River. *Journal of Ichthyology*, 1994, vol. 34, № 3, pp. 366–373.

Pustovoi S.P. Genetic differentiation of populations of the pacific salmon (*Oncorhynchus*, *Salmoniformes*) determined with variability of microsatellite loci. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2013, № 30, pp. 51–63. (In Russian)

*Resursi poverhnostnykh vod SSSR. Kamchatka* [Surface water resources of the USSR. Kamchatka]. Under the editorship of M.G. Vaskovsky, Leningrad: Gidrometizdat, 1973, vol. 20, 367 p. (In Russian)

Salmenkova E.A. Mechanisms of salmonid homing. *Advances in modern biology*, 2016, vol. 136, no. 6, pp. 593–607. (In Russian)

Khrustaleva A.M. *Kompleksnyy metod differentsiatsii nerki Oncorhynchus nerka aziatskikh stad* [A complex method for differentiation of Asian stocks of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*]. Moscow: VNIRO, 2007, 165 p.

Khrustaleva A.M., Volkov A.A., Stoklitskaya D.S., Muge N.S., Zelenina D.A. Comparative analysis of STR- and SNP-loci variability in the sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* populations of East and West Kamchatka. *Genetics*, 2010, vol. 46, no. 11, pp. 1544–1555. (In Russian)

Khrustaleva A.M., Klovach N.V. Population structure of *Oncorhynchus nerka* from the northeast coast of Kamchatka, Chukotka, and the Commander Islands. *Trudy VNIRO*, 2015, vol. 158, pp. 23–34. (In Russian)

Khrustaleva A.M., Хрусталева А.М., Кловач Н.В. On the morphological and genetic heterogeneity of *Oncorhynchus nerka* (Salmonidae) from large lake and river systems of East and West Kamchatka. *Journal of Ichthyology*, 2019, vol. 59, no. 6, pp. 640–650. (In Russian)

Shubkin S.V., Bugaev A.V. Dynamics of *Oncorhynchus nerka* stocks in Northeastern Kamchatka in the 20th and early 21st centuries. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2021, vol. 62, pp. 5–25. (In Russian)

Beacham T.D., McIntosh B., Macconnachie C., Varnavskaya N.V. Population structure of sockeye

salmon from Russia determined with microsatellite DNA variation. *Transactions of the American Fisheries Society*, 2006, vol. 135, no. 1, pp. 97–109.

Burgner R.L. Life history of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*. *Pacific Salmon Life Histories*. Ed. C. Groot and L. Margolis. Vancouver, Canada: UBC Press, 1991, pp. 3–117.

Foerster R.E. The sockeye salmon *Oncorhynchus nerka*. *Bull Fish Res Board Canada*, 1968, no. 162, 422 p.

Pilganchuk O.A., Shpigalskaya N.Y., Savenkov V.V., Saravansky O.N. Microsatellite DNA variation in sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* (Walbaum, 1792) populations of Eastern Kamchatka. *Russian Journal of Marine Biology*, 2013, vol. 39, no. 4, pp. 265–275.

Ricker W.E. Hereditary and environmental factors affecting certain salmonid populations. The stock concept in Pacific salmon. Eds R.C. Simon, P.A. Larkin. Vancouver: Univ. Brit. Colum. Press, 1972, pp. 27–160.

#### **Информация об авторах**

С.В. Шубкин — вед. специалист Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

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

#### **Information about the authors**

Sergey V. Shubkin – Leading specialist (KamchatNIRO)

Alexander V. Bugaev – D. Sc. (Biology), Deputy Director (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 20.10.2022

Одобрена после рецензирования: 15.11.2022

Статья принята к публикации: 10.12.2022

Научная статья / Original article  
УДК 597.552.511:639.2.053(282.257.41)  
doi:10.15853/2072-8212.2022.67.23-32



## ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗАПАСОВ СИМЫ (*ONCORHYNCHUS MASOU*) В ВОДОЕМАХ ЗАПАДНОЙ КАМЧАТКИ И ПЕРСПЕКТИВ ИХ ЭКСПЛУАТАЦИИ

Савин Владимир Александрович

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, savin.v.a@kamniro.ru

**Аннотация.** В работе представлена обобщенная информация за десятилетний период (с 2011 по 2020 гг.) — характеристика состояния запасов некоторых популяций симы Западной Камчатки. Приводятся данные по численности нерестовой части стад и статистика вылова в рамках научно-исследовательских работ и любительского рыболовства. Рассмотрены половая и возрастная структура. Проанализирована динамика размерно-массовых характеристик и показателей абсолютной плодовитости. Результаты исследования дают возможность рассматривать западнокамчатскую симу как объект любительского рыболовства на перспективу ближайшего десятилетия.

**Ключевые слова:** сима, Западная Камчатка, производители, численность, любительское рыболовство, пол, возраст, длина, масса, плодовитость

**Для цитирования:** Савин В.А. Оценка состояния запасов симы (*Oncorhynchus masou*) в водоемах Западной Камчатки и перспектив их эксплуатации // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2022. № 67. С. 23–32.

## ASSESSMENT OF STOCK ABUNDANCE AND COMMERCIAL PERSPECTIVE FOR CHERRY SALMON (*ONCORHYNCHUS MASOU*) IN THE WATER BODIES OF WEST KAMCHATKA

Vladimir A. Savin

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, savin.v.a@kamniro.ru

**Abstract.** The paper presents generalized information for the ten-year period (2011–2020) on the stock abundance status of some West Kamchatka cherry salmon populations. Data on spawning stock abundance and catch statistics from scientific and recreational fisheries are given. The sex and age structure is considered. Dynamics of body length and weight and absolute fecundity are analyzed. The results of the study make it possible to consider the West Kamchatka cherry salmon as a recreational fishery object for the nearest decade.

**Keywords:** cherry salmon, West Kamchatka, spawners, abundance, amateur fishing, sex, age, length, weight, fecundity

**For citation:** Savin V.A. Assessment of stock abundance and commercial perspective for cherry salmon (*Oncorhynchus masou*) in the water bodies of West Kamchatka // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2022. Vol. 67. P. 23–32. (In Russian)

Камчатка является северной границей обитания тихоокеанского лосося симы (*Oncorhynchus masou*). Нерестовая миграция в реках Западной Камчатки у особей этого вида начинается в последних числах мая – начале июня и продолжается до августа (Семко, 1956; Семенченко, 1984; Черешнев и др., 2002; Бугаев и др., 2007; Малютина и др., 2009). Из-за своей незначительной численности в регионе сима никогда не представляла интереса для промышленного рыболовства, и, как следствие, ее изучение осуществлялось фрагментарно (Бирман, 1972; Бугаев, 1978а, б; Семенченко, 1983; Семенченко и др., 1983).

Регулярный мониторинг состояния запасов вида начал с 2009 г. КамчатНИРО (в настоящее время Камчатский филиал ФГБНУ «ВНИРО»), что позволило заметно пополнить представления о биологии западнокамчатской симы в современный период. В рамках этих работ ежегодно на реперных водоемах происходит сбор биостатистических данных и образцов регистрирующих структур. Авиачетные работы, в условиях отсутствия значительной промысловой нагрузки на популяции, позволяют получать сведения о величине ежегодных возвратов симы. На основе этих материалов оценивается состояние запасов вида на Западной Камчатке,



а также опубликован ряд научных работ (Захарова, Бугаев, 2013, 2015; Захарова, 2018). Кроме того, в последние годы наблюдается увеличение интереса к симе и со стороны представителей любительского рыболовства. Таким образом, за период с 2011 по 2020 гг. был накоплен массив биостатистических данных, который стал предпосылкой к исследованию и лег в основу данной публикации.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для публикации послужили данные биологических показателей (соотношение полов, возрастной состав, длина и масса тела, абсолютная плодовитость) производителей симы Западной Камчатки, собранные сотрудниками Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО») и Северо-восточного филиала ФГБУ «Главрыбвод» при проведении полевых работ в бассейнах рек Большая, Утка, Кихчик, Большая Воровская, Пымта и Колпакова в период с 2011 по 2020 гг. (рис. 1). Также в нашем распоряжении оказалась одна выборка из р. Воямполка, которая была собрана и любезно предоставлена представителями ООО «СИГМА» в 2018 г.

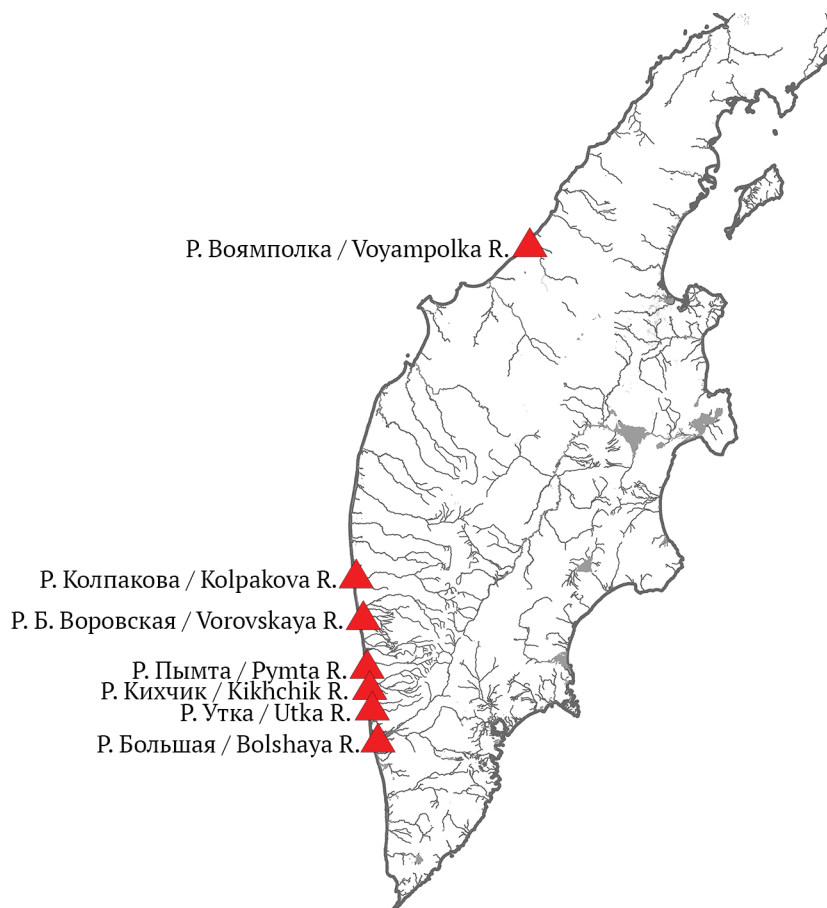
Производителей для полного биологического анализа (Правдин, 1966), как правило, отби-

рали из уловов ставных и плавных сетей с ячейей 55–65 мм, а на некоторых водоемах — также во время ведения промысла лососей закидным неводом (ячейя 40 мм) (р. Кихчик, ООО «Большерецк») и любительского рыболовства с применением удебных снастей (р. Воямполка). Общий объем собранного и обработанного материала составил 3680 экз. рыб (табл. 1).

Для оценки численности вида использованы результаты аэровизуальных обследований, которые были проведены в 2012, 2013, 2019 и 2020 гг. в бассейнах рек Большая, Кихчик, Пымта, Коль и Большая Воровская, а также данные по изъятию производителей симы в целях выполнения научно-исследовательских работ и осуществления любительского рыболовства на западном побережье полуострова.

Необходимо отметить, что, к сожалению, общий объем данных для анализа и выявления каких-либо устойчивых тенденций на рассмотренном временном отрезке довольно небольшой. Не каждый год удается осуществить сбор материала в достаточном количестве даже на реперных водоемах. Кроме того, на протяжении ряда лет могут меняться сроки и места взятия проб в пределах одной локальности. Все это самым непосредственным образом может

Рис. 1. Схема локализации сбора проб симы в нерестовых водоемах Западной Камчатки  
Fig. 1. Schematic distribution of cherry salmon sample sites in the water bodies on West Kamchatka



влиять на результаты, которые следует воспринимать с учетом этих фактов.

Также важно подчеркнуть, что в представленной работе использованы материалы, характеризующие только проходную симу, без учета карликовых самцов. Последние практически не встречаются в уловах и, вероятно, составляют незначительную, в отличие от приморских стад, долю от общей численности камчатских популяций.

Обработка данных осуществлена по стандартным статистическим методикам (Лакин, 1990).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

### Численность

Попытка оценки численности производителей западнокамчатской сима была впервые осуществлена в 2012 г. Во время проведения авиаучетов чавычи было выявлено, что в бассейны рек Кихчик, Пымта и Коль суммарно зашло около 90,2 тыс. производителей сима. Годом позже в этих же локальностях было насчитано около 29,0 тыс. рыб (Захарова, 2018).

После пятилетнего перерыва (2014–2018 гг.) учетные работы возобновили: в 2019 г. в бассейнах рек Большая, Кихчик, Пымта, Коль и Большая Воровская суммарно учтено порядка 7,5 тыс. рыб, при этом наибольшая численность сима отмечена в бассейне р. Большой — около 6,6 тыс. рыб. В 2020 г. в этих же водоемах общая численность

производителей оценена в 6,8 тыс. рыб, в том числе порядка 3,9 тыс. на нерестилищах р. Большой.

С учетом того, что данные работы в первую очередь ориентированы на учет чавычи, период нереста которой более растянут во времени, существенное значение имеют сроки их проведения, а также гидрометеорологические условия, сопутствующие нерестовому ходу. Если к началу авиаучетов сима успевает распределиться по придаточной системе реки, где она и нерестится, учесть ее в полной мере уже не представляется возможным. Предположительно, именно этим фактором могут быть обусловлены столь значительные колебания межгодовой численности производителей. В 2012 и 2013 гг. нерестовые скопления сима были учтены в основном русле, в то время как в 2019–2020 гг. оценка численности проводилась на основе обнаруженных нерестовых гнезд. Таким образом, можно предположить, что данные 2012–2013 гг. в большей степени отражают реальную информацию о численности нерестовой части исследуемых камчатских популяций.

О состоянии численности вида можно также косвенно судить по величине его изъятия из естественной среды обитания. Так как сима не является промысловым видом, вылов ее осуществляется в рамках научно-исследовательских работ и любительского рыболовства (с 2016 г.). В таблице 2 приведены данные по

Таблица 1. Объем исследованного материала в популяциях сима Западной Камчатки в период 2011–2020 гг., экз.  
Table 1. The sample size (number of fish) examined in the West Kamchatka cherry salmon populations for the period 2011–2020

Популяция Population	Период Period	Кол-во рыб Number of fish	Длина, масса Length, weight	Плодовитость Fecundity	Возраст Age
Р. Воямполка / Voyampolka R.	2018	47	47	–	42
Р. Колпакова / Kolpakova R.	2018	25	25	12	25
Р. Б. Воровская / B. Vorovskaya R.	2012–2016, 2018–2020	536	536	257	465
Р. Пымта / Pymta R.	2017	60	60	30	60
Р. Кихчик / Kikhchik R.	2011–2014, 2016–2020	946	946	301	864
Р. Утка / Utkha R.	2011–2016, 2018–2020	1273	1273	558	1159
Р. Большая / Bolshaya R.	2011–2020	793	793	293	723
Всего / Total	2011–2020	3680	3680	1451	3338

Таблица 2. Ресурсное обеспечение (РО) и фактический вылов сима на Западной Камчатке в 2011–2020 гг.  
Table 2. Resource provision (RP) and actual catch of cherry salmon on West Kamchatka in 2011–2020

Показатель Indicator	Год / Year									
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Научно-исследовательские работы / Research fishing										
РО, т / RP, t	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	2,90	2,90	2,90	2,90	4,00
Вылов, т / Catch, t	0,415	0,577	0,746	0,554	0,901	0,395	0,215	0,974	0,618	0,526
Освоение, % / Utilization, %	10,4	14,4	18,6	13,8	22,5	13,6	7,4	33,6	21,3	13,2
Любительское рыболовство / Amateur fishing										
РО, т / RP, t	–	–	–	–	–	6,80	5,10	5,10	5,10	6,00
Вылов, т / Catch, t	–	–	–	–	–	1,328	0,580	2,214	4,177	4,662
Освоение, % / Utilization, %	–	–	–	–	–	19,5	11,4	43,4	81,9	77,7
Итого Западная Камчатка / On West Kamchatka in total										
РО, т / RP, t	4,00	4,00	4,00	4,00	4,00	15,00	8,00	8,00	8,00	10,00
Вылов, т / Catch, t	0,415	0,577	0,746	0,554	0,901	1,723	0,795	3,187	4,795	5,188
Освоение, % / Utilization, %	10,4	14,4	18,6	13,8	22,5	11,5	9,9	39,8	59,9	51,9

объемам ресурсного обеспечения, выделенного в соответствующий период, и величине его освоения. Анализируя представленные цифры, просматривается тренд на увеличение в последние годы общего вылова симы, достигнутого главным образом за счет любительского рыболовства, представители которого используют только удебные орудия лова на соответствующих рыболовных участках. Стоит учитывать, что официальная статистика по данному виду рыболовства довольно условна, и фактически вылов симы может быть существенно выше.

Таким образом, полученные оценки численности нерестовых подходов, а также данные ежегодного вылова производителей симы на западном побережье Камчатки дают основание полагать, что в настоящее время запасы исследуемого вида в регионе находятся на относительно высоком уровне.

#### Соотношение полов

Несмотря на то, что, как уже было отмечено ранее, имеющийся в распоряжении материал далеко не всегда репрезентативен, считаем целесообразным привести в этом разделе данные о динамике соотношения полов по месяцам по всем исследуемым локальностям. В таблице 3 представлена информация по водоемам, где за рассматриваемый период выборки были взяты лишь единожды. Очевидно, что объем выборок, характеризующих данные популяции, незначителен. Тем не менее можно отметить, что за весь период наблюдений доля самцов не превышала 50%.

Далее приведены результаты по реперным водоемам, сбор биостатистических данных в которых проходит на регулярной основе (табл. 4). На трех из четырех представленных реках основной объем материала получен в июне во время контрольных обловов. В этот период в выборках в большинстве случаев преобладают самцы.

На р. Кихчик биостатистические данные в основном были собраны в июле, с началом рыбопромысловых операций ООО «Большереецк». В этом месяце в выборках, как правило, чаще встречаются самки. В последние годы на этом

водоеме стали проводиться учетно-мальковые работы, появилась возможность сбора материала и в более ранние сроки. В перспективе это позволит получать информацию о структуре этой популяции на протяжении большей части нерестовой миграции.

Как видно из приведенных данных, межгодовые колебания в соотношении полов могут быть значительными. В качестве наиболее показательного примера можно привести популяцию симы р. Утки, где работы по сбору биостатистики ежегодно проводят на наблюдательном пункте «Уткинский» примерно в одни и те же сроки. При выполнении контрольных обловов доля самцов в июне варьировала от 41 до 75%. Такие колебания вероятнее всего могут быть связаны со сроком нерестового хода, который непосредственно зависит от гидро-, метеорологических условий и, в частности, температурного режима воды речного стока. Также нельзя исключать влияния на данную характеристику и межгодового изменения численности популяций.

#### Возрастная структура

Возрастная структура западнокамчатской симы состоит из пяти возрастных групп (Захарова, Бугаев, 2013, 2015). Несмотря на ее существенную межгодовую изменчивость, около 99,5% в нерестовых подходах составляли рыбы возраста 2.1+ и 1.1+. В период с 2011 по 2015 гг. в выборках доминировали четырехлетки, но в дальнейшем, за исключением 2019 г., преобладали трехлетки, максимальная доля которых отмечена в 2020 г. (табл. 5).

В реках Большая и Кихчик наиболее часто встречаются особи возрастной группы 2.1+, составляя 64,9% и 59,3% соответственно, тогда как минимальная доля таких рыб выявлена в популяциях, нерестящихся в рр. Воямполка и Колпакова (14,3% и 20,0%) (табл. 6). Напомним, что для двух последних водоемов период наблюдений ограничивается только одним годом, а объем собранного материала незначителен.

#### Размерно-массовый состав

Анализ биологических данных западнокамчатской симы показал, что в ряду нечет-

Таблица 3. Объем выборки (N) и доля самцов (%) в некоторых популяциях симы Западной Камчатки  
Table 3. Sample size (N) and percent of males (%) in some populations of cherry salmon on West Kamchatka

Популяция Population	Период взятия проб Sampling period	Июнь / June		Июль / July		Всего / Total	
		N, экз.	%	N, экз.	%	N, экз.	%
Р. Пымта / Pymta R.	09.06–20.06.2017	60	50,0	–	–	60	50,0
Р. Воямполка / Voyampolka R.	25.06–12.07.2018	17	35,3	29	34,5	46	34,8
Р. Колпакова / Kolpakova R.	21.06–01.07.2018	19	42,1	6	66,7	25	48,0

ных лет в период 2011–2014 гг. производители сима характеризовались более крупными размерами. Начиная с 2015 г., структура подходов несколько изменилась: крупные особи

стали чаще встречаться в ряду четных лет. При этом, несмотря на существенную межгодовую изменчивость размерно-массовых характеристик, они достаточно устойчивы на

Таблица 4. Объем выборки (*N*) и доля самцов (%) в некоторых популяциях сима Западной Камчатки (реперные водоемы)

Table 4. Sample size (*N*) and percent of males (%) in some populations of cherry salmon on West Kamchatka (reference rivers)

Период взятия проб Sampling period	Май / May		Июнь / June		Июль / July		Всего / Total	
	<i>N</i> , экз.	%	<i>N</i> , экз.	%	<i>N</i> , экз.	%	<i>N</i> , экз.	%
Р. Большая Воровская / Bolshaya Vorovskaya R.								
2011	–	–	–	–	–	–	–	–
06.06–19.07.2012	–	–	33	54,5	142	55,6	175	55,4
17.06–14.07.2013	–	–	23	60,9	2	100,0	25	64,0
06.06–17.07.2014	–	–	11	63,6	12	66,7	23	65,2
20.06–23.06.2015	–	–	6	83,3	–	–	6	83,3
26.06–05.07.2016	–	–	26	38,5	5	80,0	31	45,2
2017	–	–	–	–	–	–	–	–
14.06–27.06.2018	–	–	84	52,4	–	–	84	52,4
30.05–08.07.2019	3	100,0	93	45,2	2	50,0	98	46,9
26.05–08.07.2020	15	53,3	67	38,8	12	66,7	94	44,7
Р. Кихчик / Kikhchik R.								
12.06–15.07.2011	–	–	12	83,3	6	83,3	18	83,3
13.07–20.07.2012	–	–	–	–	86	55,8	86	55,8
10.07–24.07.2013	–	–	–	–	98	32,7	98	32,7
15.07–15.07.2014	–	–	–	–	50	42,0	50	42,0
2015	–	–	–	–	–	–	–	–
07.07–13.07.2016	–	–	–	–	200	33,5	200	33,5
11.07–16.07.2017	–	–	–	–	150	31,3	150	31,3
06.06–20.06.2018	–	–	102	52,0	–	–	102	52,0
07.06–13.07.2019	–	–	47	42,6	135	40,0	182	40,7
28.05–14.06.2020	7	57,1	53	43,4	–	–	60	45,0
Р. Утка / Uka R.								
07.06–24.06.2011	–	–	89	52,8	–	–	89	52,8
10.06–28.06.2012	–	–	94	67,0	–	–	94	67,0
05.06–04.07.2013	–	–	135	48,9	8	50,0	143	49,0
06.06–27.07.2014	–	–	156	67,3	2	50,0	158	67,1
06.06–01.07.2015	–	–	181	44,8	25	48,0	206	45,1
07.06–09.07.2016	–	–	83	60,2	83	63,9	166	62,0
2017	–	–	–	–	–	–	–	–
05.06–21.06.2018	–	–	155	74,8	–	–	155	74,8
12.06–15.07.2019	–	–	95	46,3	49	30,6	144	41,0
05.06–10.07.2020	–	–	54	40,7	64	40,6	118	40,7
Р. Большая / Bolshaya R.								
10.06–29.06.2011	–	–	200	45,5	–	–	200	45,5
06.06–29.06.2012	–	–	84	65,5	–	–	84	65,5
06.06–28.06.2013	–	–	100	63,0	–	–	100	63,0
11.06–10.07.2014	–	–	155	63,2	17	47,1	172	61,6
15.06–04.07.2015	–	–	24	33,3	10	20,0	34	29,4
15.06–29.06.2016	–	–	42	61,9	–	–	42	61,9
11.06–12.06.2017	–	–	5	80,0	–	–	5	80,0
26.05–09.07.2018	3	100,0	101	68,3	1	0,0	105	68,6
08.06–15.06.2019	–	–	13	92,3	–	–	13	92,3
26.05–19.06.2020	20	80,0	18	50,0	–	–	38	65,8

Таблица 5. Межгодовая изменчивость возрастной структуры производителей сима Западной Камчатки (здесь и далее — на основе данных из таблицы 1), %

Table 5. Year-to-year variety of the age structure of spawning cherry salmon on West Kamchatka (hereinafter based on the data from Table 1), %

	Год / Year										Средняя Mean
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
<i>N</i> , экз.	306	331	360	339	237	378	213	499	405	270	–
1.1+	31,7	45,0	20,8	47,8	36,3	56,1	52,1	65,1	31,4	71,5	45,7
1.2+	0,0	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	+
2.1+	68,3	53,8	78,1	51,3	63,3	43,9	47,9	34,9	68,4	27,8	53,8
2.2+	0,0	0,3	0,3	0,6	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2
3.1+	0,0	0,6	0,8	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,2	0,7	0,3

Примечание: + — менее 0,1% / Note: + means less than 0.1%



рассмотренном временном отрезке (табл. 7, рис. 2).

Межгодовые колебания средних значений изучаемых показателей по двум доминирующим возрастным группам могут достигать довольно высокой амплитуды, при этом их изменения у рыб разного возраста носят почти синхронный характер (рис. 3). Начиная с 2011 г. по 2014 г., а также с 2019 г. в нерестовых скоплениях симы для возрастной группы 2.1+ характерны в среднем более крупные размерно-массовые характеристики. В период с 2015 г. по 2018 г. различия по данным показателям у рыб разного возраста были менее выражены либо отсутствовали. Такая динамика может объясняться непосредственно условиями нагула в море. У симы смежных возрастов в возврате конкрет-

ного года только один (общий) морской год, условия которого и определяют качественные характеристики возврата.

Анализ внутривидовой изменчивости симы показал, что длина и масса тела рыб в рассмотренный период времени варьировали в диапазоне 32,0–61,0 см (в среднем 46,5 см) и 0,46–3,28 кг (в среднем 1,55 кг) (табл. 8).

Межгодовая изменчивость рассматриваемых показателей в реперных водоемах представлена на рисунке 4. Наименьшими длиной и массой тела характеризуется сима в р. Кихчик, где среднегодовалые величины находятся на уровне 46,3 см и 1,49 кг. В остальных трех водоемах на рассмотренном временном отрезке эти показатели сопоставимы, варьируя от 46,7 до 47,0 см и от 1,62 до 1,66 кг.

Таблица 6. Среднегодовалый (2011–2020 гг.) возрастной состав в популяциях симы Западной Камчатки, %  
Table 6. Longterm (2011–2020) average age composition in the cherry salmon populations on West Kamchatka, %

Популяция Population	Возрастная группа / Age group				
	1.1+	1.2+	2.1+	2.2+	3.1+
Р. Воямполка / Voyampolka R.	85,7	0,0	14,3	0,0	0,0
Р. Колпакова / Kolpakova R.	80,0	0,0	20,0	0,0	0,0
Р. Б. Воровская / B. Vorovskaya R.	48,6	0,0	50,3	0,4	0,6
Р. Пымта / Pymta R.	50,0	0,0	50,0	0,0	0,0
Р. Кихчик / Kikhchik R.	40,3	0,1	59,3	0,0	0,3
Р. Утка / Utkha R.	53,9	0,0	45,7	0,3	0,1
Р. Большая / Bolshaya R.	34,9	0,0	64,9	0,0	0,3
В среднем по популяциям / Average among the populations	46,0	+	53,5	0,1	0,3

Примечание: + — менее 0,1% / Note: + means less than 0.1%

Таблица 7. Межгодовая изменчивость средних размерно-массовых характеристик производителей симы Западной Камчатки  
Table 7. Year-to-year variety of the average body length and weight of spawning cherry salmon on West Kamchatka

N, экз.	Год / Year										Среднегодовалая Longterm average
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	
Длина AC, см Length AC, cm	47,0	45,8	46,8	46,0	45,9	46,8	44,7	47,8	45,4	46,9	46,3
Масса тела, кг Body weight, kg	1,63	1,48	1,61	1,53	1,57	1,64	1,38	1,70	1,48	1,62	1,56

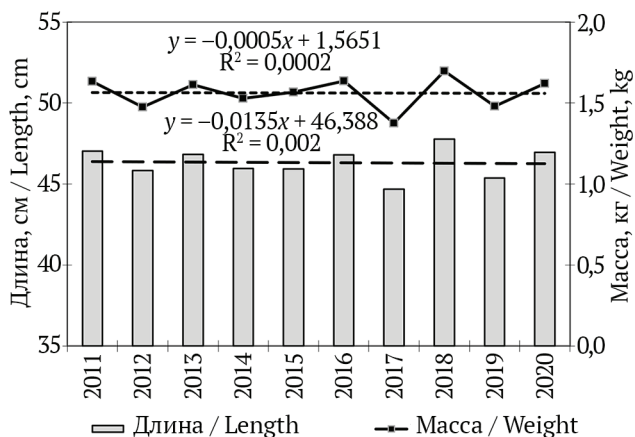


Рис. 2. Межгодовая изменчивость средних размерно-массовых характеристик производителей симы Западной Камчатки (пунктирные линии — линии тренда)  
Fig. 2. Year-to-year variety of the average length-weight indices of spawning cherry salmon on West Kamchatka (dotted lines — trend lines)

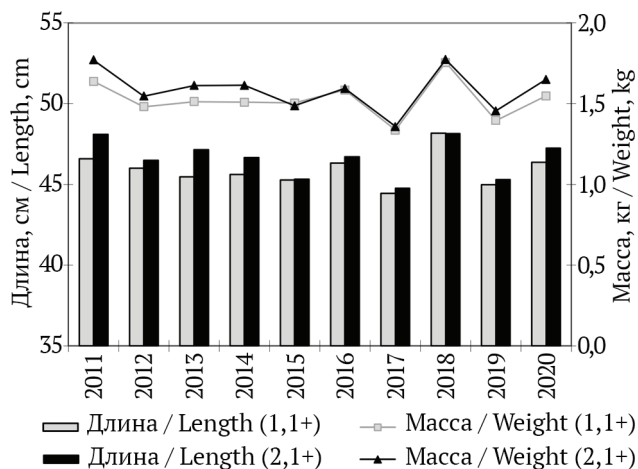


Рис. 3. Межгодовая изменчивость средних размерно-массовых характеристик производителей симы Западной Камчатки возраста 1.1+ и 2.1+  
Fig. 3. Year-to-year variety of the average length-weight indices of spawning cherry salmon aged as 1.1+ and 2.1+ on West Kamchatka



### Плодовитость

Межгодовая изменчивость абсолютной плодовитости представлена на рисунке 5. У анадромной сима данный показатель в четные годы выше, чем в смежные нечетные годы, когда плодовитость, как правило, ниже среднеемноголетней величины.

Индивидуальная абсолютная плодовитость сима в реках западного побережья Камчатки за период наблюдений находилась в пределах 435–4740 икр. и в среднем составила 1811 икр. на одну

самку. Наиболее высокая плодовитость отмечена у особей р. Кихчик, где значения этого показателя составили в среднем 2231 икр., а минимальная — у сима р. Пымта (1115 икр.) (табл. 9).

В популяциях реперных водоемов Западной Камчатки при довольно существенной межгодовой амплитуде колебания рассматриваемого показателя (в том числе и по причине небольшого объема проб, взятых в отдельные годы) его среднеемноголетняя величина находится на уровне 2083–2195 икр. (рис. 6).

Таблица 8. Показатели размерно-массовых характеристик в популяциях сима Западной Камчатки  
Table 8. Results of cherry salmon body length and weight measurements in the populations on West Kamchatka

Популяция / Population	Кол-во рыб Sample size	Длина (см) / Length (cm)		Масса (кг) / Weight (kg)	
		Средняя Mean	Пределы Range	Средняя Mean	Пределы Range
Р. Воямполка / Voyampolka R.	47	47,0	38,0–55,0	1,37	0,78–2,41
Р. Колпакова / Kolpakova R.	25	47,0	41,0–51,0	1,65	1,02–2,20
Р. Б. Воровская / B. Vorovskaya R.	536	46,7	34,5–56,0	1,66	0,66–2,82
Р. Пымта / Pymta R.	60	44,9	38,0–51,0	1,45	0,89–2,09
Р. Кихчик / Kikhchik R.	946	46,3	32,0–59,0	1,49	0,46–3,28
Р. Утка / Utkha R.	1273	47,0	33,0–61,0	1,64	0,58–3,20
Р. Большая / Bolshaya R.	793	46,7	35,0–59,0	1,62	0,57–2,93
В среднем по популяциям / Average among populations		46,5	32,0–61,0	1,55	0,46–3,28

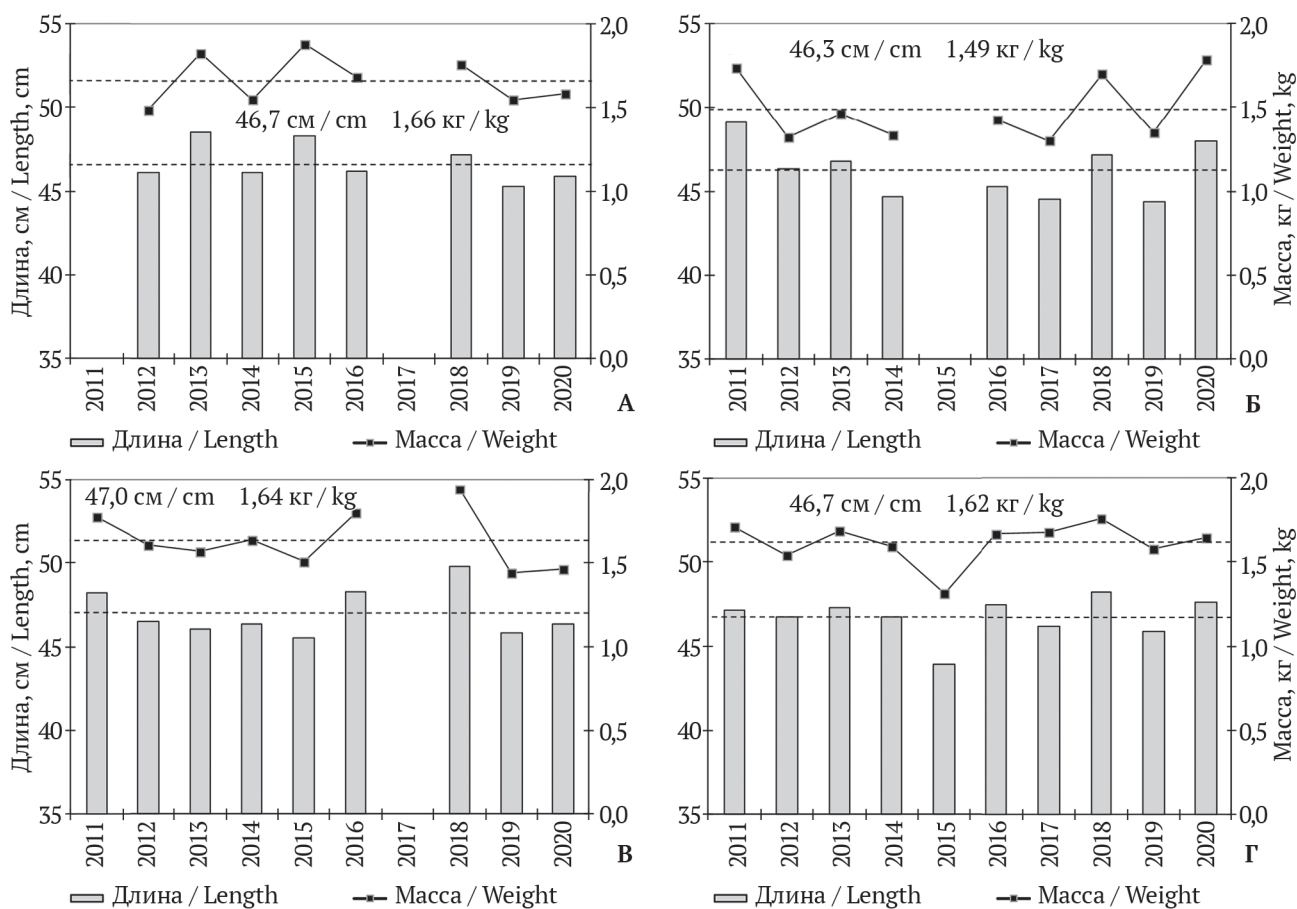


Рис. 4. Межгодовая изменчивость средних размерно-массовых характеристик в некоторых популяциях сима Западной Камчатки (реперные водоемы): А — Большая Воровская; Б — Кихчик; В — Утка; Г — Большая (пунктирные линии — среднеемноголетние значения)  
Fig. 4. Year-to-year variability of the average length-weight indices in some populations of cherry salmon on West Kamchatka (reference rivers): А — Bolshaya Vorovskaya; Б — Kikhchik; В — Utkha; Г — Bolshaya (dotted lines — average annual values)

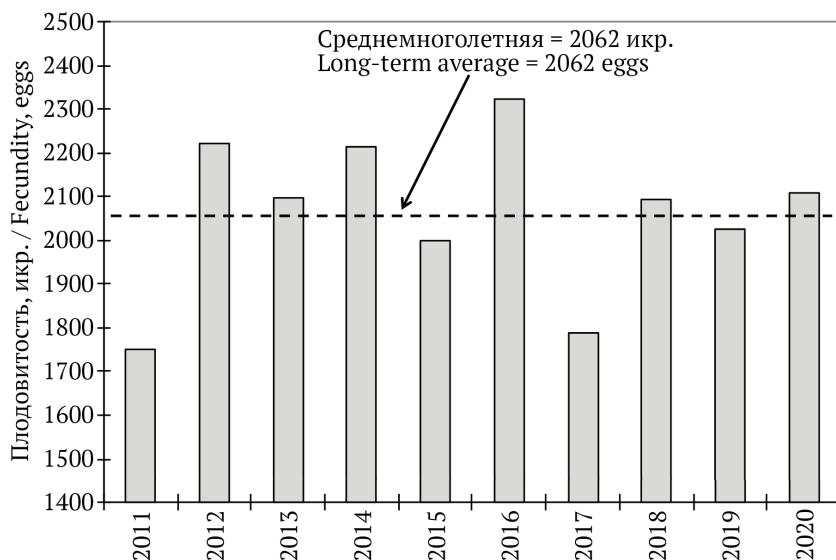


Рис. 5. Межгодовая изменчивость средней абсолютной плодовитости производителей сима Западной Камчатки  
Fig. 5. Year-to-year variability of the average absolute fecundity of spawning cherry salmon on West Kamchatka

Таблица 9. Показатели индивидуальной абсолютной плодовитости в популяциях сима Западной Камчатки, икр.  
Table 9. The absolute individual fecundity measurements for the cherry salmon populations on West Kamchatka, eggs

Популяция Population	Кол-во рыб Sample size	Среднее значение Mean	Пределы значений Range
Р. Колпакова / Kolpakova R.	12	1377	840–1836
Р. Б. Воровская / B. Vorovskaya R.	257	2020	1077–3519
Р. Пымта / Pymta R.	30	1115	693–1876
Р. Кихчик / Kikhchuk R.	301	2231	727–3839
Р. Утка / Utkha R.	558	2127	435–4740
Р. Большая / Bolshaya R.	293	1996	819–4029
В среднем по популяциям / Average among the populations		1811	435–4740

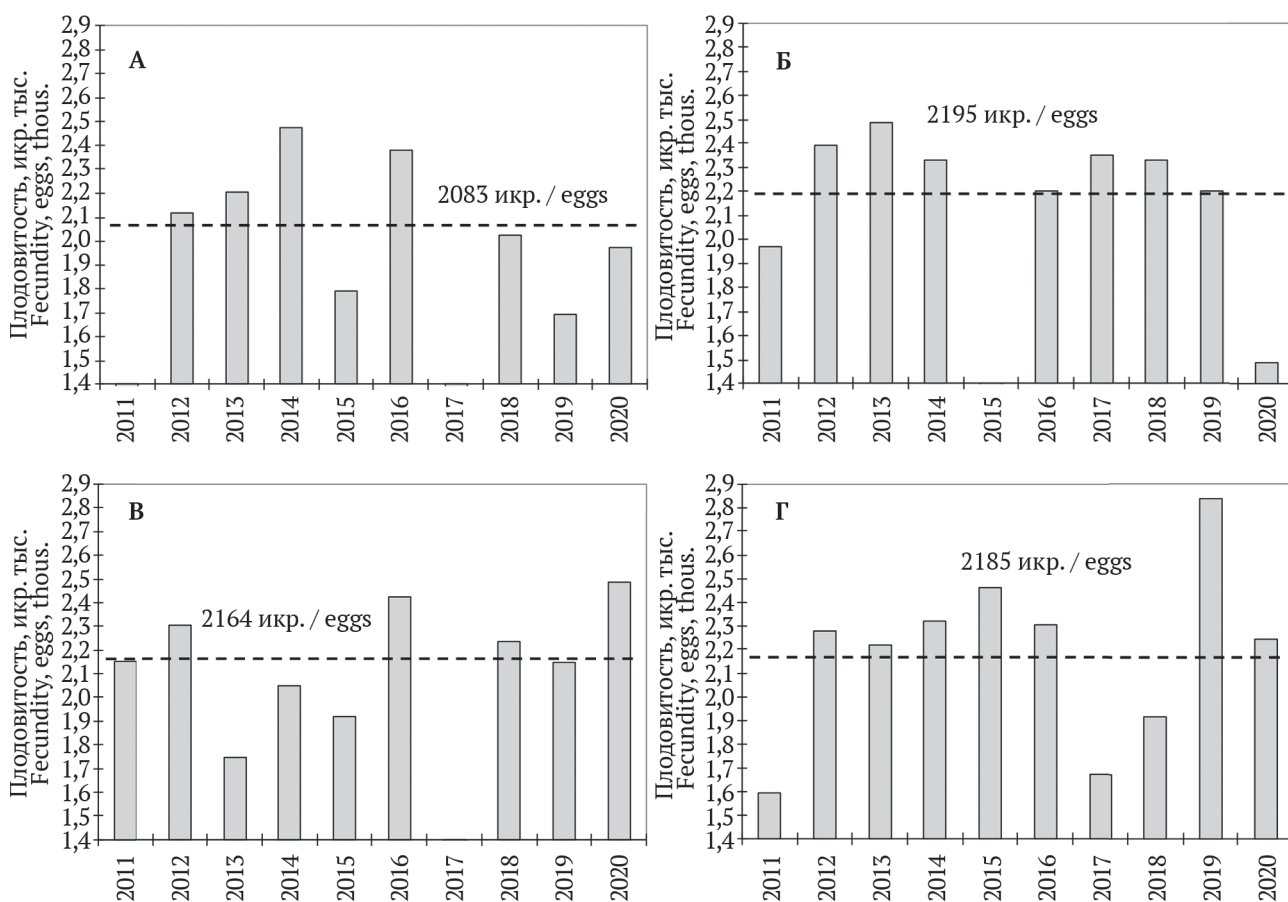


Рис. 6. Межгодовая изменчивость средней абсолютной плодовитости производителей сима Западной Камчатки в реперных водоемах: А – Большая Воровская; Б – Кихчик; В – Утка; Г – Большая (пунктирные линии – среднемноголетние значения)  
Fig. 6. Year-to-year variability of the average absolute fecundity of spawning cherry salmon in reference rivers of West Kamchatka: А – Bolshaya Vorovskaya; Б – Kikhchik; В – Utkha; Г – Bolshaya (dotted lines – average annual values)

### Перспективы эксплуатации

Как уже было упомянуто выше, с 2016 по 2020 гг. вылов сими в рамках любительского рыболовства существенно вырос (см. табл. 2). Однако даже при такой положительной динамике не происходит полного освоения выделенного ресурсного обеспечения. В настоящее время ситуация такова, что большинство компаний, которые занимаются организацией любительского рыболовства на Западной Камчатке, не проявляют заинтересованности в данном виде биоресурса. Согласно официальной промышленной статистике, из 13 компаний, которые получили лимиты на вылов чавычи в 2019 и 2020 гг., только 6 одновременно осваивали квоты, выделенные для добычи сими. Таким образом, очевидно, что потенциал данного вида как объекта любительского рыболовства существенно недооценен и не используется в полной мере. По нашему мнению, при правильной организации лова, включая, в том числе, проведение мероприятий в части получения более достоверной информации о рыболовной статистике, ежегодное освоение выделенного ресурсного обеспечения сими может быть существенно выше.

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В представленной работе обобщены материалы по численности и биологическим показателям сими западного побережья Камчатки за 2011–2020 гг. В связи с недостаточным объемом проб по ряду водоемов, а также небольшим количеством исследованных локальностей в целом на данном этапе не представляется возможным получить объективную картину, характеризующую запасы этого вида на полуострове. Тем не менее представленные в данном исследовании результаты вполне позволяют нам оценить современное состояние некоторых основных западнокамчатских популяций, которые могут рассматриваться как индикаторы общих внутривидовых тенденций на этой части ареала.

На основе авиаучетных данных по численности нерестовой части стад, а также динамики вылова в рамках любительского и научно-исследовательского рыболовства, есть основания полагать, что в настоящее время состояние запасов сими на западном побережье полуострова находится на относительно высоком уровне. Анализ биологических показателей выявил, что, несмотря на их существенную межгодовую изменчивость, они достаточно

устойчивы, что, в свою очередь, позволяет говорить о стабильном состоянии камчатских популяций на исследуемом временном отрезке. Ежегодные результаты вылова сими на лицензионных участках свидетельствуют в пользу постепенно увеличивающегося интереса со стороны пользователей, который, впрочем, еще имеет существенный потенциал к росту. Учитывая все вышесказанное, считаем, что западнокамчатскую симу можно рассматривать в качестве объекта любительского рыболовства на перспективу ближайшего десятилетия.

### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Бирман И.Б. 1972. Некоторые вопросы биологии сими (*Oncorhynchus masou* Brevoort) // Изв. ТИНРО. Т. 82. С. 235–247.
- Бугаев В.Ф. 1978а. Строение чешуи сими // Биология моря. № 3. С. 46–53.
- Бугаев В.Ф. 1978б. О возрасте сими // Биология моря. № 5. С. 40–46.
- Бугаев В.Ф., Вронский Б.Б., Заварина Л.О., Зорбиди Ж.Х., Остроумов А.Г., Тиллер И.В. 2007. Рыбы реки Камчатка. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 459 с.
- Захарова О.А. 2018. Биологическая характеристика и современные представления о состоянии запасов западно-камчатской сими *Oncorhynchus masou* / Природные ресурсы, их современное состояние, охрана, промысловое и техническое использование. Матер. IX Всерос. науч.-практ. конф. Петропавловск-Камчатский: Камч. гос. тех. ун-т. С. 29–32.
- Захарова О.А., Бугаев В.Ф. 2013. О продолжительности пресноводного периода жизни западнокамчатской сими *Oncorhynchus masou* // Изв. ТИНРО. Т. 175. С. 110–126.
- Захарова О.А., Бугаев В.Ф. 2015. Возрастная структура западнокамчатской сими *Oncorhynchus masou* // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 38. С. 39–48.
- Лакин Г.В. 1990. Биометрия: Учеб. пособие для биол. спец. вузов. 4-е изд., перераб. и дополн. М.: Высшая школа. 352 с.
- Малютина А.М., Савваитова К.А., Кузищин К.В., Груздева М.А., Павлов Д.С. 2009. Структура популяций сими *Oncorhynchus masou* реки Коль (Западная Камчатка) и географическая изменчивость на ареале вида // Вопр. ихтиологии. Т. 49, № 3. С. 402–414.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. Л.: ЛГУ. 376 с.
- Семенченко А.Ю. 1983. Биологические свойства популяции сими у северной границы ареала //

Биологические проблемы Севера: Тез. докл. X Всесоюз. симпозиума. Магадан: ИБПС. Ч. II. Животный мир. С. 213–214.

Семенченко А.Ю. 1984. Экология западнокамчатской симы *Oncorhynchus masou* (Brevoort) (Salmonidae) в период нерестовой миграции // Вопр. ихтиологии. Т. 24, № 4. С. 620–627.

Семенченко А.Ю., Горшков С.А., Бугаев В.Ф., Бенковская М.Л. 1983. Популяционная структура симы — *Oncorhynchus masou* (Brevoort) в пределах ареала // Морфология, структура популяций и пробл. рац. использ. лососевидн. рыб: Тез. докл. координац. совещ. по лососевидн. рыбам. Л.: Наука. С. 198–199.

Семко Р.С. 1956. Новые данные о западнокамчатской симе // Зоологич. журнал. Т. 35. Вып. 7. С. 1017–1020.

Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.В. 2002. Лососевидные рыбы Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука. 496 с.

## REFERENCES

Birman I.B. Some issues of cherry salmon (*Oncorhynchus masou* Brevoort) biology // *Izvestia TINRO*, 1972, vol. 82, pp. 235–247. (In Russian)

Bugaev V.F. Scale structure of cherry salmon. *Russian journal of Marine biology*, 1978a, № 3, pp. 46–53. (In Russian)

Bugaev V.F. About the age of cherry salmon. *Russian journal of Marine biology*, 1978b, № 5, pp. 40–46. (In Russian)

Bugaev V.F., Vronsky B.B., Zavarina L.O., Zorbid Zh.Kh., Ostroumov A.U., Tiller I.V. *Ryby reki Kamchatka* [Pisces of the Kamchatka River]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2007, 459 p. (In Russian)

Zakharova O.A. Biological characteristics and current insight on the stock condition of the West Kamchatka cherry salmon *Oncorhynchus masou*. *Natural resources, their current state, protection, commercial and technical use. Materials of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference*. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatka State Tech. Univ., 2018, pp. 29–32. (In Russian)

Zakharova O.A., Bugaev V.F. On the duration of the freshwater life span of the West Kamchatka cherry salmon *Oncorhynchus masou*. *Izvestia TINRO*, 2013, vol. 175, pp. 110–126. (In Russian)

Zakharova O.A., Bugaev V.F. The age structure of the West Kamchatka cherry salmon *Oncorhynchus masou*. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2015, vol. 38, pp. 39–48. (In Russian)

Lakin G.F. Biometry. *High school*, 1990, 352 p. (In Russian)

Malyutina A.M., Savvaitova K.A., Kuzischin K.V., Gruzdeva M.A., Pavlov D.S. Population structure of cherry salmon *Oncorhynchus masou* in the Kol River (West Kamchatka) and geographical variability within the species' range. *Journal of Ichthyology*, 2009, vol. 49, № 3, pp. 402–414. (In Russian)

Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniiu ryb* [Fish study guide]. Leningrad: LSU, 1966, 376 p. (In Russian)

Semenchenko A.Yu. Biological properties of cherry salmon population at the northern limit of the species range. *Biologicheskie problemy Severa: Thes. Dokl. X Vsesouz. simpoziuma* [Biological Problems of the North: Abstracts of the X All-Russian Scientific Symposium]. Magadan: IBPN, Part II, Animal world, 1983, pp. 213–214. (In Russian)

Semenchenko A.Yu. Ecology of the West Kamchatka cherry salmon *Oncorhynchus masou* (Brevoort) (Salmonidae) during spawning migration. *Journal of Ichthyology*, 1984, vol. 24, № 4, pp. 620–627. (In Russian)

Semenchenko A.Yu., Gorshkov A.Yu., Bugaev V.F., Benkovskaya M.L. Population structure of of cherry salmon *Oncorhynchus masou* (Brevoort) in the species range. *Morfologiya, populatsionnaya struktura i problemy ratsionalnogo ispolzovaniya lososevykh ryb: Tezisy dokladov Koordinatsionnogo soveshaniya po lososevym rybam* [Morphology, population structure and issues of rational use of Salmonids: Abstracts of the Coordinating Council on Salmonid fish]. Leningrad: Nauka, 1983, pp. 198–199. (In Russian)

Semko R.S. New data on the West Kamchatka cherry salmon. *Zool. Journal*, 1956, vol. 35, issue 7, pp. 1017–1020. (In Russian)

Chereshnev I.A., Volobuev V.V., Shestakov A.V., Frolov S.V. *Lososevidnyye ryby Severo-Vostoka Rossii* [Salmonids of the North-East of Russia]. Vladivostok: Dalnauka, 2002, 496 p. (In Russian)

## Об авторе

В.А. Савин — ст. специалист Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

## Information about the author

Vladimir A. Savin — Senior Specialist (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 12.04.2022

Одобрена после рецензирования: 01.12.2022

Статья принята к публикации: 11.12.2022



Научная статья / Original article

УДК 597.553.2(282.257.21)

doi:10.15853/2072-8212.2022.67.33-45



## К ВОПРОСУ ОБ ОБРАЗОВАНИИ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ ЗОН СБЛИЖЕННЫХ СКЛЕРИТОВ НА ЧЕШУЕ МОЛОДИ ТИХООКЕАНСКИХ ЛОСОСЕЙ В БАСЕЙНЕ Р. БОЛЬШОЙ (ЮГО-ЗАПАДНОЕ ПОБЕРЕЖЬЕ КАМЧАТКИ)

Бугаев Виктор Федорович, Зикунова Ольга Владимировна, Травина Татьяна Николаевна

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, zikunova@kamniro.ru

**Аннотация.** Возобновление сезонного роста и формирование годовых колец на чешуе у молоди тихоокеанских лососей (чавычи, нерки, кижуча и симы) в бассейне р. Большой происходит с середины мая и до середины июня. Во второй половине июня и до конца июля никаких новых образований на чешуе сеголетков и годовиков практически не отмечалось. В августе–октябре у сеголетков исследуемых видов лососей происходит формирование дополнительных зон сближенных склеритов (дополнительных ЗСС), которые по принятой в ихтиологии классификации следует считать ложными годовыми кольцами. У годовиков кижуча и симы формирование дополнительных ЗСС во второе лето роста (за редким исключением) не обнаружено. Наиболее часто дополнительные ЗСС образуются у сеголетков чавычи (17,4%), несколько реже у сеголетков нерки (12,1%) и кижуча (7,1%), единично встречаются у сеголетков симы (1,0%). У годовиков чавычи встречаемость дополнительных ЗСС в первое лето роста составляет 28,1%, нерки — 12,6%, кижуча — 11,7%, годовиков симы — 4,8%.

**Ключевые слова:** возраст, чешуя, склериты, молодь тихоокеанских лососей, чавыча, нерка, кижуч, сима, пресноводный период жизни, длина тела

**Для цитирования:** Бугаев В.Ф., Зикунова О.В., Травина Т.Н. К вопросу об образовании дополнительных зон сближенных склеритов на чешуе молоди тихоокеанских лососей в бассейне р. Большой (юго-западное побережье Камчатки) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2022. № 67. С. 33–45.

**Благодарности:** сотрудникам «КамчатНИРО» Н.А. Растягаевой, В.В. Фролову, А.С. Потапову, О.О. Ким и К.О. Лукиной, участвовавшим в сборе и обработке материалов по молоди лососей бассейна р. Большой.

## TO THE ISSUE OF THE ORIGIN OF FALSE ANNUAL RINGS ON SCALE OF JUVENILE PACIFIC SALMON IN THE BOLSHAYA RIVER BASIN (SOUTHEAST KAMCHATKA)

Victor F. Bugaev, Olga V. Zikunova, Tatiana N. Travina

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, zikunova@kamniro.ru

**Abstract.** Seasonal growth and formation of annual rings on scale of juvenile Pacific salmon (Chinook, sockeye, coho and cherry salmons) restart in the Bolshaya River basin from mid May to mid June. In the last half of June and until the end of July, there are actually no additional formations on the scales of both underyearlings and yearlings. In August–October false annual rings (FARs) of dense circuli can be observed on scales of underyearlings of species mentioned above. Forming the extra FARs in the yearlings of coho and cherry salmon during their second season of growth not found (few exceptions only). The underyearling's FARs are most frequent (17.4%) in Chinook salmon, following by sockeye salmon (12.1%) and coho salmon (7.1%), and the most rare (1.0%) in cherry salmon. The frequency of the FARs in yearlings during their growth period in the first summer is 28.1% in Chinook salmon, 12.6% in sockeye salmon, 11.7% in coho salmon and 4.8% in cherry salmon.

**Keywords:** age, scale, sclerites, juvenile Pacific salmon, king salmon, sockeye salmon, coho salmon, cherry salmon, freshwater period of life, body length

**For citation:** Bugaev V.F., Zikunova O.V., Travina T.N. To the issue of the origin of false annual rings on scale of juvenile Pacific salmon in the Bolshaya River system (Southeast Kamchatka) // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2022. Vol. 67. P. 33–45. (In Russian)

**Acknowledgments:** the authors are grateful to KamchatNIRO staff members N.A. Rastigaeva, V.V. Frolov, A.S. Potapov, O.O. Kim and K.O. Lukina, who participated in sampling and processing juvenile salmons in the Bolshaya River basin.

В ихтиологии целью определения возраста рыб является оценка принадлежности особи к определенному поколению, а не определение продолжительности жизни в течение года (от периода выхода из нерестового бугра и далее до года жизни на плаву). Наиболее точно оценку возрастного состава совокупностей лососевых рыб (и других) можно провести только с учетом сезонных ритмов роста, которые проявляются на чешуе рыб в образовании годовых колец (годовых зон сближенных склеритов — годовых ЗСС). К их появлению ведет возобновление роста после его остановки в определенное время года (Никольский, 1974; Мина, 1976; Мина, Клевезаль, 1976; Ваганов, 1978; Бугаев, 1995; и др.). В частности, у молоди тихоокеанских лососей в пресных водоемах сезонная остановка роста длится до 5–7 месяцев и более (Никольский, 1974; Мина, 1976; Ваганов, 1978; Morita et al., 2010, 2011; и др.). По принятой классификации, отметки на регистрирующих структурах у рыб (в нашем случае — ЗСС на чешуе), образующиеся в период уже начавшегося сезонного роста, считаются дополнительными. Придерживаясь данного методического подхода, многие годы и определяется возраст молоди тихоокеанских лососей из водоемов Камчатского края (Бугаев, 1995; Захарова, Бугаев, 2013; Бугаев, Ярош, 2014а, б; Бугаев и др., 2018, 2019, 2020, 2021; и др.).

На западном побережье Камчатки воспроизводятся все шесть видов тихоокеанских лососей р. *Oncorhynchus*. Такие виды, как кета *O. keta* и горбуша *O. gorbuscha*, имеют сокращенный пресноводный период жизни, скатываясь в море на нагул сеголетками. Остальные виды: чавыча *O. tshawytscha*, нерка *O. nerka*, кижуч *O. kisutch* и сима *O. masou* — характеризуются достаточно длительным пресноводным периодом, обычно 1–2 года, который в отдельных случаях может продолжаться 3 года и более. Таким образом, в реках Западной Камчатки молодь разных видов тихоокеанских лососей с продолжительным пресноводным периодом совместно нагуливается один год и более.

Цель настоящей работы — с помощью анализа линейного роста и структуры чешуи четырех видов тихоокеанских лососей (чавычи, нерки, кижуча и симы), нагуливающих совместно в бассейне р. Большой (юго-западное побережье Камчатки), определить наличие или отсутствие видовой специфики в формировании дополнительных образований на чешуе. Полученные результаты будут способствовать более точному определению возраста молоди,

поскольку видовая специфика в сроках формирования годовых колец была установлена ранее (Захарова, Бугаев, 2013; Бугаев, Ярош, 2014а, б; Бугаев и др., 2018, 2020; и др.), а сроки формирования дополнительных структур на чешуе молоди тихоокеанских лососей до сих пор не рассматривали.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Облов молоди тихоокеанских лососей осуществляли в бассейне р. Большой с апреля по октябрь (периодичность — 1–2 раза в месяц) в 2007, 2017–2020 гг. (нерки и чавычи — в 2007, 2017–2020 гг., кижуча и симы — в 2017–2020 гг.) на четырех станциях (рис. 1):

1) станция «Трос» — нижнее течение р. Большой (30–35 км от устья);

2) станция «р. Быстрая» — нижнее течение р. Быстрой (60–65 км от устья р. Большой);

3) станция «р. Плотникова – 1» — среднее течение р. Плотникова (100–110 км от устья р. Большой);

4) станция «р. Плотникова – 2» — среднее течение р. Плотникова (145–150 км от устья р. Большой).

Молодь отлавливали мальковым неводом с шагом ячеи 5 мм, высотой стенки 1 м и длиной 10 м. Рыб после поимки для дальнейшей камеральной обработки фиксировали в 10%-м формалине.

Уловы молоди лососей на разных станциях в бассейне р. Большой значительно колебались в зависимости от сезона года, вида и места лова (иногда уловы были незначительные или вовсе отсутствовали). Тем не менее за несколько лет авторам удалось собрать материалы, необходимые для проведения сравнительного анализа. Общее количество проанализированных особей составило: чавычи — 751, нерки — 449, кижуча — 1175, симы — 537 экз. Дифференцированно по датам, районам и исследуемым видам материал представлен в таблице 1 раздела «Результаты и обсуждение».

При проведении биологического анализа чешую у молоди тихоокеанских лососей отбирали выше боковой линии между спинным и жировым плавниками по методике Клаттера и Уайтсела (Clutter, Whitesel, 1956). Чешую просматривали под микроскопом МБС-1 (объектив — 4–7, окуляр — 8), оборудованным видеокамерой “Levenhuk” Model C510. Определение возраста молоди тихоокеанских лососей проводили, придерживаясь стандартных рекомендаций (Мина, 1976; Ваганов, 1978; Бугаев, 1995; и др.).



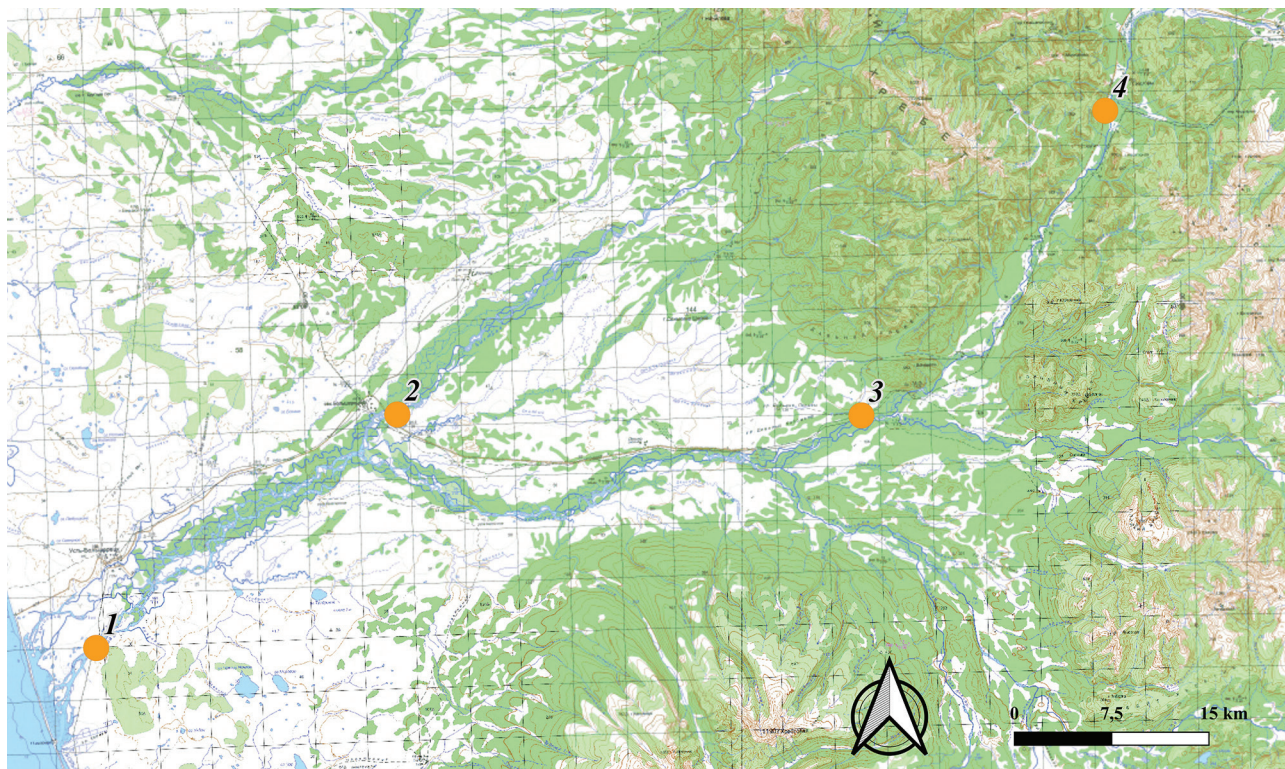


Рис. 1. Карта района исследований. Маркерами обозначены места обловов молоди тихоокеанских лососей в бассейне р. Большой в 2007, 2017–2020 гг.: 1 — станция «Трос», 2 — станция «р. Быстрая», 3 — станция «р. Плотникова – 1», 4 — станция «р. Плотникова – 2»  
 Fig. 1. Map of the study area. Markers indicate the stations of Pacific salmon sampling in the Bolshaya River basin in 2007, 2017–2020: 1 – the station “Tros”, 2 – the station “Bystraya River”, 3 – the station “Plotnikova-1 River”, 4 – the “Plotnikova-2 River”

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Общеизвестно, что при просмотре чешуи молоди и половозрелых тихоокеанских лососей с длительным пресноводным периодом в некоторых случаях операторы помимо годовых колец отмечают дополнительные образования — ложные годовые кольца (дополнительные ЗСС), что может существенно искажать получаемые результаты.

Однако в настоящее время в литературе имеется достаточно много примеров анализа линейных размеров и структуры чешуи у молоди тихоокеанских лососей в бассейне р. Большой: чавычи (Бугаев, Ярош, 2014б), нерки (Бугаев и др., 2018), кижуча (Бугаев, Ярош, 2014а; Бугаев и др., 2019) и симы (Захарова, Бугаев, 2013; Бугаев и др., 2020, 2021). В связи с этим у специалистов, пользующихся современными рекомендациями по определению возраста молоди лососей, не вызывает особых затруднений идентификация дополнительных ЗСС при определении возраста особей. Так, на рисунках 2–7 продемонстрированы типичные образцы чешуи молоди тихоокеанских лососей бассейна р. Большой с выделяемыми авторами дополнительными ЗСС.

В таблицах 1–4 представлена информация о встречаемости дополнительных ЗСС на чешуе молоди чавычи, нерки, кижуча и симы в бассейне р. Большой в 2007, 2017–2020 гг., общем количестве рыб в выборках, в том числе по датам и исследуемым районам. Кроме того, приведены средние значения встречаемости дополнительных ЗСС по периодам. Выборки с 1–2 экз. молоди к анализу не привлекали.

В имеющихся материалах авторы выделяют два периода (квартала): первый — с апреля по июнь (II квартал), второй — с июля по сентябрь (III квартал). Причем оказалось, что если возобновление сезонного роста и формирование годовых ЗСС (годовых колец) у молоди лососей р. Большой происходит полностью в течение первого периода, то дополнительных ЗСС — только в течение второго.

Анализ полученных результатов свидетельствует, что в первый период наиболее часто дополнительные ЗСС встречаются в первое лето роста у годовиков чавычи — 28,1% (у нерки — 12,6%, кижуча — 11,7%, годовиков симы — 4,8%).

При этом во второй период дополнительные ЗСС особенно часто встречаются у сеголетков чавычи (17,4%). У сеголетков нерки встречае-



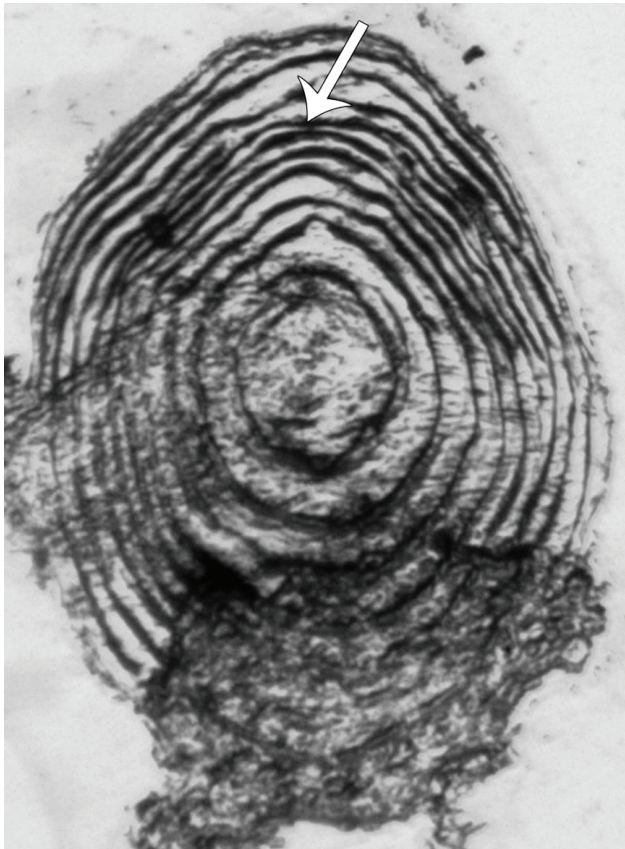


Рис. 2. Станция «р. Плотникова – 2», чавыча, 11.10.2018, самец, возраст 0+, АС – 72 мм. Стрелкой показана верхняя граница дополнительной ЗСС  
Fig. 2. The station “Plotnikova-2 River”, Chinook salmon, October 11, 2018, male, 0+ age, AC – 72 mm. The arrow marks the upper edge of the false annual ring

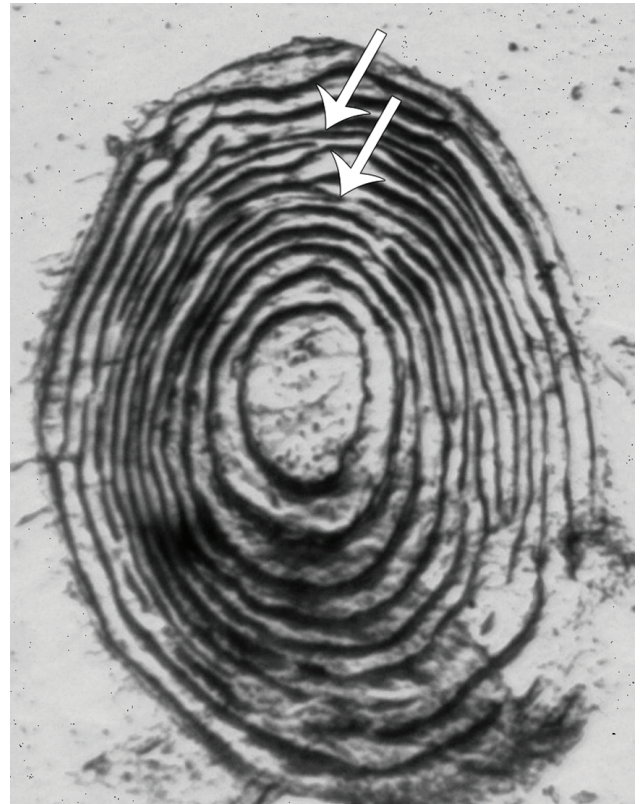


Рис. 3. Станция «р. Быстрая», чавыча, 12.06.2019, самец, возраст 1+, АС – 82 мм. Ближней к центру стрелкой показана верхняя граница дополнительной ЗСС, второй от центра стрелкой – верхняя граница годовой ЗСС  
Fig. 3. The station “Bystraya River”, Chinook salmon, June 12, 2019, male, 1+ age, AC – 82 mm. The arrow nearest to the center marks the upper edge of the false annual ring, another arrow – the upper edge of the actual annual ring

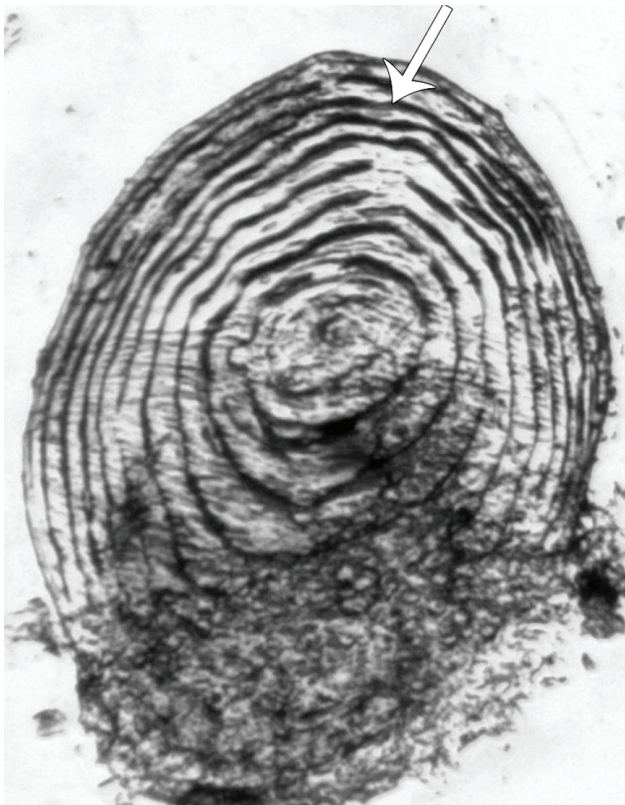


Рис. 4. Станция «р. Плотникова – 1», нерка, 18.10.2019, самец, возраст 0+, АС – 74 мм. Стрелкой показана верхняя граница дополнительной ЗСС  
Fig. 4. The station “Plotnikova-1 River”, sockeye salmon, October 18, 2019, male, 0+ age, AC – 74 mm. The arrow marks the upper edge of the false annual ring



Рис. 5. Станция «р. Плотникова – 1», кижуч, 28.10.2019, самец, возраст 0+, АС – 76 мм. Стрелкой показана верхняя граница дополнительной ЗСС  
Fig. 5. The station “Plotnikova-1 River”, coho salmon, October 28, 2019, male, 0+ age, AC – 76 mm. The arrow marks the upper edge of the false annual ring





Рис. 6. Станция «р. Плотникова – 1», кижуч, 18.10.2019, самец, возраст 1+, АС — 99 мм. Ближней к центру стрелкой показана верхняя граница годовой ЗСС, вторая от центра — дополнительная ЗСС  
Fig. 6. The station “Plotnikova-1 River”, coho salmon, October 18, 2019, male, 1+ age, AC — 99 mm. The arrow nearest to the center marks the upper edge of the actual annual ring, another arrow — the false annual ring



Рис. 7. Станция «р. Плотникова – 2», сима, 11.10.2017, самец, возраст 0+, АС — 87 мм. Стрелкой показана верхняя граница дополнительной ЗСС  
Fig. 7. The station “Plotnikova-1 River”, cherry salmon, October 18, 2019, male, 0+ age, AC — 87 mm. The arrow nearest to the center marks the upper edge of the actual annual ring, another arrow — the false annual ring

Таблица 1. Встречаемость дополнительных ЗСС на чешуе молоди чавычи в бассейне р. Большой в 2007, 2017–2020 гг.  
Table 1. Frequency of the false annual rings on scale of juvenile Chinook salmon in the Bolshaya River basin in 2007 and 2017–2020

Район исследований Location of the study	Дата Date	Серолетки / Underyearlins		Годовики / Yearlings	
		Встречае- мость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Samples size	Встречае- мость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Sample size
Р. Большая / Bolshaya R.	14.05.2020	—	—	33,3	3
	08.06.2020	—	—	5,6	18
	18.06.2020	—	—	5,6	18
	27.06.2009	—	—	22,2	9
Среднее, 1-й период / Mean for the 1 <sup>st</sup> period		—	—	16,7	—
Р. Большая / Bolshaya R.	11.07.2019	0,0	4	—	—
	19.07.2007	0,0*	2*	—	—
	23.07.2020	0,0	14	—	—
	27.07.2007	0,0	5	—	—
	10.08.2020	16,7	6	—	—
	16.08.2017	62,5	8	—	—
	16.08.2019	12,5	16	—	—
	31.08.2020	0,0	24	—	—
	12.09.2019	0,0	14	—	—
	17.09.2020	25,0	16	—	—
	05.10.2020	46,7	15	—	—
	11.10.2007	12,5	8	—	—
	12.10.2007	5,4	37	—	—
Среднее, 2-й период / Mean for the 2 <sup>nd</sup> period		15,1	—	—	—

мость таких случаев меньше (12,1%), кижуча — еще меньше (7,1%), а у симы — самая низкая (1,0%) (табл. 5). Во второй период у годовиков

кижуча дополнительные ЗСС в первый год роста достаточно редки (0,8%), а у других видов они отмечены не были.

Таблица 1. Окончание. Начало на стр. 37 / Table 1. The end. Begins on page 37

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки / Underyearlings		Годовики / Yearlings	
		Встречае- мость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Samples size	Встречае- мость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Sample size
Р. Быстрая / Bystraya R.	24.04.2017	—	—	37,5	8
	11.05.2017	—	—	25,0	4
	21.05.2020	—	—	50,0	14
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1<sup>st</sup> period</i>		—	—	37,5	—
Р. Быстрая / Bystraya R.	19.07.2017	0,0	7	—	—
	10.08.2020	0,0	27	—	—
	16.08.2017	0,0	9	—	—
	31.08.2020	0,0	39	—	—
	17.09.2020	46,7	30	—	—
	05.10.2020	29,3	65	—	—
	<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2<sup>nd</sup> period</i>		12,7	—	—
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	18.05.2017	—	—	30,0	10
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	20.07.2017	0,0	4	—	—
	16.08.2017	0,0	18	—	—
	31.08.2020	11,5	52	—	—
	17.09.2020	15,4	39	—	—
	05.10.2020	9,6	52	—	—
	11.10.2018	66,7	6	—	—
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2<sup>nd</sup> period</i>		17,2	—	—	—
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	16.08.2017	0,0	14	—	—
	10.09.2020	10,0	52	—	—
	05.10.2020	42,9	7	—	—
	11.10.2017	38,5	26	—	—
	11.10.2018	32,1	28	—	—
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2<sup>nd</sup> period</i>		24,7	—	—	—
Все районы All sites	Среднее, 1-й период Mean for the 1 <sup>st</sup> period		—	—	28,1
	Среднее, 2-й период Mean for the 2 <sup>nd</sup> period		17,4	—	—

\* При расчете средних значений не учитывали (not taken into account in the calculation of mean)

Таблица 2. Встречаемость дополнительных ЗСС на чешуе молоди нерки в бассейне р. Большой в 2007, 2017–2020 гг.

Table 2. Frequency of the false annual rings on scale of juvenile sockeye salmon in the Bolshaya River basin in 2007 and 2017–2020

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки / Underyearlings		Годовики / Yearlings	
		Встречае- мость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Sample size
Р. Большая / Bolshaya R.	11.05.2017	—	—	0,0*	1*
	13.05.2019	—	—	24,1	29
	21.05.2020	—	—	16,7	6
	08.06.2020	0,0*	1*	—	—
	12.06.2019	—	—	5,7	35
	19.06.2017	—	—	0,0	4
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1<sup>st</sup> period</i>		—	—	11,6	—
Р. Большая / Bolshaya R.	13.07.2007	0,0	4	—	—
	27.07.2007	0,0	5	—	—
	12.09.2019	0,0	10	—	—
	13.09.2017	20,0	20	—	—
	17.09.2020	0,0	21	—	—
	12.10.2007	24,3	37	—	—
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2<sup>nd</sup> period</i>		7,4	—	—	—

Таблица 2. Окончание. Начало на стр. 38 / Table 1. The end. Begins on page 38

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки / Underyearlings		Годовики / Yearlings	
		Встречае- мость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequency, %	Количество рыб, экз. Sample size
Р. Быстрая / Bystraya R.	23.04.2019	–	–	0,0	6
	24.04.2017	–	–	0,0	5
	13.05.2019	–	–	0,0	21
	18.05.2017	–	–	0,0*	1*
	21.05.2020	–	–	0,0	4
	06.05.2020	–	–	44,4	9
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1<sup>st</sup> period</i>		–	–	8,9	–
Р. Быстрая / Bystraya R.	12.09.2019	20,0	5	–	–
	13.09.2017	25,0	24	–	–
	17.09.2020	0,0	11	–	–
	18.10.2019	54,5	11	–	–
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2<sup>nd</sup> period</i>		24,9	–	–	–
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	11.05.2017	–	–	0,0	14
	23.07.2020	0,0	3	0,0	5
	10.08.2020	0,0	7	0,0	2
	16.08.2019	0,0	7	–	–
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	31.08.2020	6,7	15	–	–
	12.09.2019	50,0	10	–	–
	05.10.2020	30,0	10	–	–
	18.10.2019	33,3	12	–	–
	28.10.2019	10,0	10	–	–
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2<sup>nd</sup> period</i>		16,3	–	0,0	–
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	18.05.2017	–	–	30,0	20
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	13.09.2017	0,0	20	–	–
Все районы All locations	Среднее, 1-й период Mean for the 1 <sup>st</sup> period	–	–	12,6	–
	Среднее, 2-й период Mean for the 2 <sup>nd</sup> period	12,1	–	0,0	–

\* При расчете средних значений не учитывали (not taken into account in the calculation of mean)

Таблица 3. Встречаемость дополнительных ЗСС на чешуе молоди кижуча в бассейне р. Большой в 2017–2020 гг.  
Table 3. Frequency of the false annual rings on scale of juvenile coho salmon in the Bolshaya River basin in 2017–2020

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки Underyearlings		Годовики Yearlings		Двухгодовики The 2-year-olds	
		Встречае- мость, % Frequency, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequency, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequency, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size
Р. Большая / Bolshaya R.	10.05.2017	–	–	–	–	0,0	3
	13.05.2019	–	–	0,0	19	0,0*	1*
	14.05.2020	–	–	14,9	47	0,0	6
	21.05.2020	–	–	53,3	30	0,0*	2*
	24.05.2017	–	–	–	–	0,0	3
	08.06.2020	–	–	0,0	8	0,0	5
	12.06.2019	–	–	–	–	0,0*	1*
	14.06.2017	–	–	–	–	0,0*	2*
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1<sup>st</sup> period</i>		–	–	17,1	–	0,0	–
Р. Большая / Bolshaya R.	23.07.2020	0,0*	2*	0,0	4	–	–
	10.08.2020	0,0*	2*	0,0*	2*	–	–
	17.09.2020	0,0	16	0,0	3	–	–
	05.10.2020	16,7	6	0,0	22	–	–
	11.07.2019	–	–	0,0	5	–	–
	16.08.2017	0,0	21	0,0*	2*	–	–
	16.08.2019	16,7	18	–	–	–	–
	12.09.2019	24,4	45	–	–	–	–
	13.09.2017	8,3	12	0,0	6	–	–
	<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2<sup>nd</sup> period</i>		11,0	–	0,0	–	–
Р. Быстрая / Bystraya R.	24.04.2017	–	–	0,0	7	–	–
	06.05.2020	–	–	10,1	39	–	–
	11.05.2017	–	–	0,0*	2*	0,0*	2*
	13.05.2019	–	–	4,0	25	0,0	4
	21.05.2020	–	–	46,2	13	0,0	6
	24.05.2017	–	–	0,0	14	0,0	4
	12.06.2019	–	–	0,0	16	0,0	9
	27.06.2019	–	–	0,0*	2*	–	–
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1<sup>st</sup> period</i>		–	–	10,1	–	0,0	–

Таблица 3. Окончание. Начало на стр. 39 / Table 3. The end. Begins on page 39

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки Underyearlings		Годовики Yearlings		Двухгодовики The 2-year-olds	
		Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size
Р. Быстрая / Bystraya R.	11.07.2019	–	–	0,0	7	0,0	5
	10.08.2020	0,0	29	3,4	29	–	–
	16.08.2017	0,0	7	0,0	9	–	–
	16.08.2019	0,0	7	–	–	–	–
	31.08.2020	0,0	6	5,6	36	–	–
	12.09.2019	32,1	28	0,0	4	–	–
	13.09.2017	13,3	15	0,0	5	–	–
	17.09.2020	20,0	5	–	–	–	–
	11.10.2017	0,0*	2*	–	–	–	–
	18.10.2019	45,2	42	–	–	–	–
Среднее, 2-й период / Mean for the 2 <sup>nd</sup> period		13,8	–	1,5	–	0,0	–
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	25.05.2017	–	–	11,1	9	0,0	3
	12.06.2019	–	–	0,0	18	–	–
	15.06.2017	0,0*	1*	50,0*	2*	0,0*	1*
	25.06.2020	–	–	0,0	6	–	–
	27.06.2019	–	–	0,0	9	–	–
Среднее, 1-й период / Mean for the 1 <sup>st</sup> period		–	–	15,3	–	0,0	–
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	11.07.2019	0,0	9	0,0	4	–	–
	23.07.2020	0,0	24	0,0	42	–	–
	10.08.2020	0,0	21	0,0	37	–	–
	16.08.2017	0,0	37	0,0	33	–	–
	31.08.2020	0,0*	1*	0,0	12	–	–
	12.09.2019	5,3	19	6,3	16	–	–
	17.09.2020	0,0	9	0,0	18	–	–
	05.10.2020	0,0	3	0,0	27	–	–
	11.10.2017	0,0*	2*	–	–	–	–
	18.10.2019	25,0	3	0,0	27	–	–
	19.10.2020	–	–	0,0	11	–	–
	28.10.2019	0,0	6	11,5	26	–	–
Среднее, 2-й период / Mean for the 2 <sup>nd</sup> period		3,4	–	1,6	–	–	–
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	23.04.2019	–	–	0,0	7	0,0	2
	18.05.2017	–	–	0,0*	2*	0,0	4
	27.06.2019	–	–	33,3	3	0,0*	1*
Среднее, 1-й период / Mean for the 1 <sup>st</sup> period		–	–	16,7	–	0,0	–
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	16.08.2017	0,0	9	0,0	10	–	–
	16.08.2019	–	–	0,0	13	–	–
	12.09.2019	0,0	3	0,0*	1*	–	–
	13.09.2017	0,0	14	0,0	5	–	–
Среднее, 2-й период / Mean for the 2 <sup>nd</sup> period		0,0	–	0,0	–	–	–
Все районы All sites	Среднее, 1-й период Mean for the 1 <sup>st</sup> period	–	–	11,7	–	0,0	–
	Среднее, 2-й период Mean for the 2 <sup>nd</sup> period	7,1	–	0,8	–	0,0	–

\* При расчете средних значений не учитывали (not taken into account in the calculation of mean)

Таблица 4. Встречаемость дополнительных ЗСС на чешуе молоди симы в бассейне р. Большой в 2017–2020 гг.  
Table 4. Frequency of the false annual rings on scale of juvenile cherry salmon in the Bolshaya River basin in 2017–2020

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки Underyearlings		Годовики Yearlings		Двухгодовики The 2-year-olds	
		Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size
Р. Большая / Bolshaya R.	13.05.2019	–	–	–	–	0,0*	1*
	11.07.2019	–	–	0,0	3	–	–
Р. Большая / Bolshaya R.	16.08.2017	–	–	0,0	7	–	–
	12.09.2019	–	–	0,0*	1*	–	–
	05.10.2020	0,0	3	0,0	2	–	–
Среднее, 2-й период / Mean for the 2 <sup>nd</sup> period		0,0	–	0,0	–	–	–



Таблица 4. Окончание. Начало на стр. 40 / Table 4. The end. Begins on page 40

Район исследований Location of the study	Дата Date	Сеголетки Underyearlings		Годовики Yearlings		Двухгодовики The 2-year-olds	
		Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size	Встречае- мость, % Frequen- cy, %	Количе- ство рыб, экз. Sample size
Р. Быстрая / Bystraya R.	23.04.2019	–	–	0,0	5	–	–
	11.05.2017	–	–	0,0*	1*	–	–
	28.05.2019	–	–	0,0	2	–	–
	06.05.2020	–	–	8,7	23	–	–
	12.06.2019	–	–	1,7	5	–	–
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1<sup>st</sup> period</i>		–	–	2,6	–	–	–
Р. Быстрая / Bystraya R.	11.07.2019	–	–	0,0	23	–	–
	10.08.2020	–	–	0,0	4	–	–
	16.08.2017	–	–	0,0	7	–	–
	05.10.2020	0,0	3	0,0*	2*	–	–
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2<sup>nd</sup> period</i>		0,0	–	0,0	–	–	–
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	24.04.2017	–	–	12,5	8	0,0	6
	21.05.2020	0,0	23	0,0	5	–	–
	24.05.2017	–	–	0,0	5	–	–
	25.05.2017	–	–	0,0	14	0,0*	2*
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1<sup>st</sup> period</i>		0,0	–	3,1	–	0,0	–
Р. Плотникова – 1 / Plotnikova-1 R.	16.08.2017	0,0	17	–	–	–	–
	16.08.2019	0,0	6	0,0*	1*	–	–
	12.09.2019	0,0	9	0,0	3	–	–
	13.09.2017	20,0	5	–	–	–	–
	17.09.2020	0,0	19	–	–	–	–
	05.10.2020	0,0	23	0,0	5	–	–
	11.10.2017	20,7	29	0,0*	2*	–	–
	18.10.2019	0,0	17	–	–	–	–
	28.10.2019	0,0	39	–	–	0,0	28
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2<sup>nd</sup> period</i>		4,1	–	0,0	–	0,0	–
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	24.03.2019	–	–	0,0	12	0,0	10
	27.04.2020	–	–	25,0	4	–	–
	18.05.2017	–	–	11,1	9	0,0	11
	12.06.2019	–	–	0,0	7	0,0	4
	14.06.2017	–	–	16,7	6	–	–
	27.06.2019	–	–	0,0	28	–	–
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1<sup>st</sup> period</i>		–	–	8,8	–	0,0	–
Р. Плотникова – 2 / Plotnikova-2 R.	11.07.2019	–	–	0,0	24	–	–
	10.08.2020	0,0	5	–	–	–	–
	16.08.2017	0,0	5	0,0*	1*	–	–
	16.08.2019	0,0*	2*	0,0*	1*	–	–
	12.09.2019	0,0	11	0,0*	1*	–	–
	13.09.2017	0,0	7	–	–	0,0	11
	17.09.2020	0,0	4	0,0	4	–	–
	05.10.2020	0,0	10	0,0*	1*	–	–
	18.10.2019	–	–	0,0*	2*	–	–
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2<sup>nd</sup> period</i>		0,0	–	0,0	–	0,0	–
Все районы All sites	Среднее, 1-й период Mean for the 1 <sup>st</sup> period	0,0	–	4,8	–	0,0	–
	Среднее, 2-й период Mean for the 2 <sup>nd</sup> period	1,0	–	0,0	–	0,0	–

\* При расчете средних значений не учитывали (not taken into account in the calculation of mean)

Таблица 5. Встречаемость дополнительных ЗСС на чешуе молоди тихоокеанских лососей в среднем по бассейну р. Большой (по периодам) в 2007, 2017–2020 гг., %  
Table 5. Frequency of the false annual rings on scale of juvenile Pacific salmon averaged in the Bolshaya River basin (by periods) in 2007 and 2017–2020, %

Вид / Species	Сеголетки / Underyearlings	Годовики / Yearlings	Двухгодовики / The 2-year-olds
<i>Среднее, 1-й период / Mean for the 1<sup>st</sup> period</i>			
Чавыча / Chinook salmon	–	28,1	–
Нерка / Sockeye salmon	–	12,6	–
Кижуч / Coho salmon	–	11,7	0,0
Сима / Cherry salmon	0,0	4,8	0,0
<i>Среднее, 2-й период / Mean for the 2<sup>nd</sup> period</i>			
Чавыча / Chinook salmon	17,4	–	–
Нерка / Sockeye salmon	12,1	0,0	–
Кижуч / Coho salmon	7,1	0,8	0,0
Сима / Cherry salmon	1,0	0,0	0,0

Интересно, что у годовиков всех видов лососей с дополнительными ЗСС на чешуе имеющиеся зоны встречаются преимущественно в первой годовой зоне, т. е. их образование происходило в тот период, когда особи были сеголетками. Во всем собранном авторами материале встретился всего один случай образования дополнительной ЗСС во второй год роста — у годовика кижуча (см. рис. 6).

Следует отметить, что довольно часто число склеритов во второй зоне роста у сеголетков всех видов лососей зависит от числа склеритов в первой. В качестве примера приводим две выборки, где рыбы с дополнительными ЗСС были достаточно многочисленны (рис. 8 и 9).

В случае невысокой встречаемости дополнительных ЗСС, на объединенных за разные даты вылова материалах также часто наблюдается взаимосвязь между числом склеритов в первой и краевой зонах роста чешуи сеголетков. В качестве примера можно привести сеголетков кижуча, отловленных в период 16.08–18.10.2019 в реках Большая, Быстрая и Плотникова (рис. 10). Отметим, что такие примеры являются многочисленными.

В представленных взаимосвязях обращает на себя внимание, что количество точек для сравнения гораздо меньше, чем указано в подписях к каждой иллюстрации. Это связано с тем, что часть рыб имеет одинаковые показатели структуры чешуи, и на графиках произошло наложение значений с одними и теми же параметрами.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что общее число склеритов у сеголетков тихоокеанских лососей с дополнительной ЗСС на чешуе находилось в следующих диапазонах: у чавычи — 7–12 (среднее 8,9), нерки — 6–10 (среднее 7,2), кижуча — 8–15 (среднее 11,1) склеритов. Число склеритов в первой зоне находилось в пределах: у чавычи — 3–11 (в среднем 7,2), нерки — 2–6 (в среднем 3,1), кижуча — 4–13 (в среднем 8,7) склеритов.

Сведения по сеголеткам симы бассейна р. Большой с дополнительной ЗСС из-за редкой встречаемости в выборках авторы не приводят. Для выполнения данного анализа необходимо дальнейшее накопление материалов по этому виду.

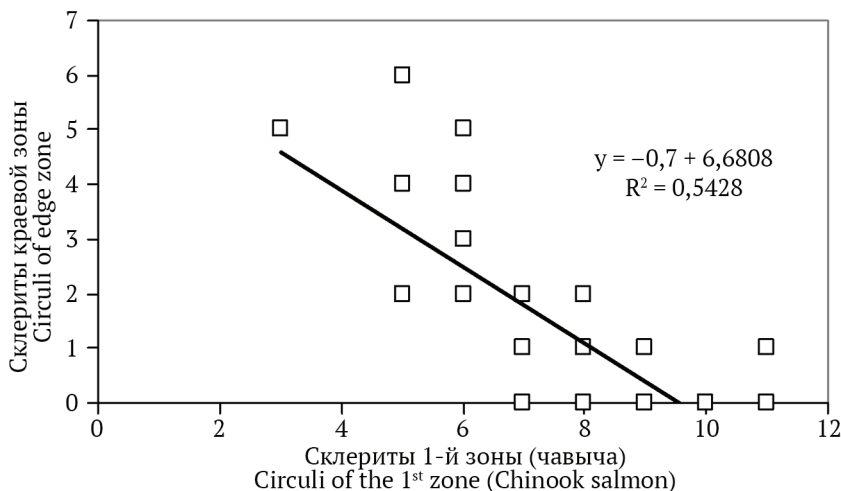


Рис. 8. Взаимосвязь между числом склеритов в первой и краевой зонах роста чешуи у сеголетков чавычи в бассейне р. Быстрой (05.10.2020, 41 экз.)  
Fig. 8. The correlation between the number of circuli in the 1<sup>st</sup> and last zones of scale growth of Chinook salmon underyearlings sampled in the Bystraya River basin (41 ind., October 5, 2020)

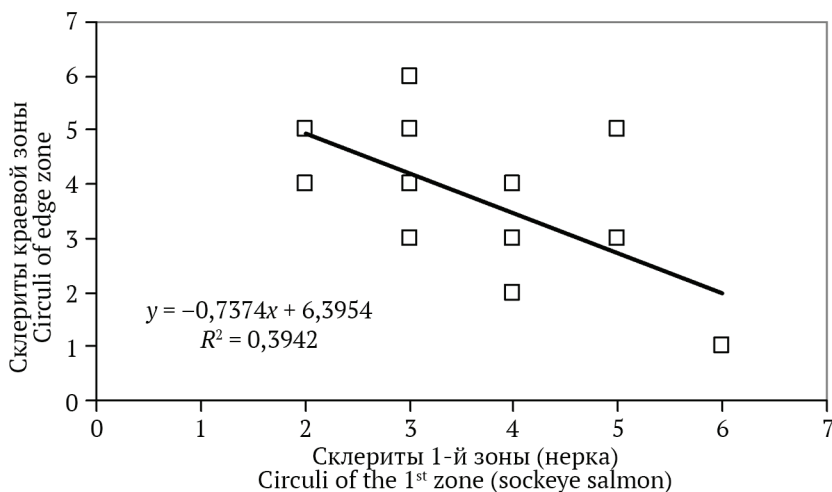


Рис. 9. Взаимосвязь между числом склеритов в первой и краевой зонах роста чешуи у сеголетков нерки в бассейне р. Плотникова (16–17.08.2016, 50 экз.)  
Fig. 9. The correlation between the number of circuli in the 1<sup>st</sup> and last zones of scale growth of sockeye salmon underyearlings samples in the Plotnikova River basin (50 ind., August 16–17, 2016)

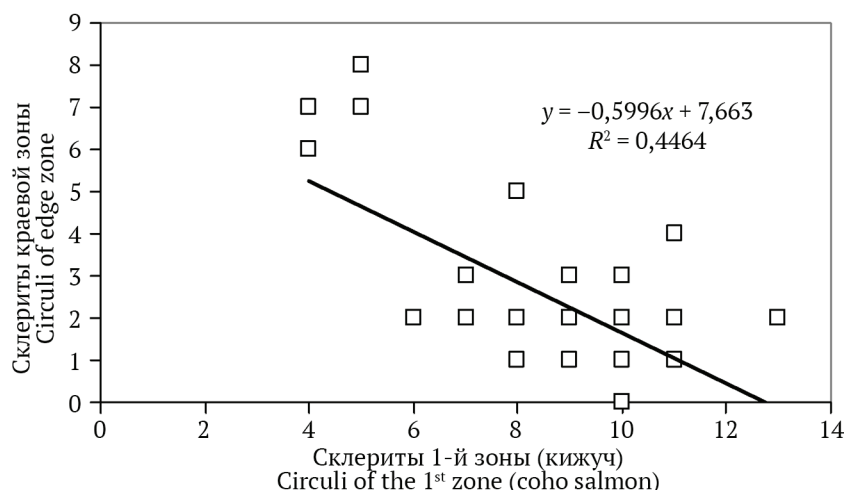


Рис. 10. Взаимосвязь между числом склеритов в первой и краевой зонах роста чешуи у сеголетков кижуча в бассейнах рек Большая, Быстрая и Плотникова (16.08–18.10.2019, 42 экз.)  
Fig. 10. The correlation between the number of circuli in the 1<sup>st</sup> and last zones of scale growth of coho salmon underyearlings sampled in the Bolshaya, Bystraya and Plotnikova River basins (42 ind., October 16–18, 2019)

Подчеркнем, что причины формирования дополнительных ЗСС на чешуе молоди тихоокеанских лососей пока не ясны. Однако не исключено, что взаимосвязь между числом склеритов в первой и краевой зонах связана с переходом молоди лососей с одних объектов питания на другие и их миграциями в первое лето жизни к местам лучшей кормовой обеспеченности. В экспериментах было показано, что к появлению дополнительных ЗСС на чешуе молоди нерки (и других тихоокеанских лососей) ведет не голодание, а напротив — улучшение кормовых условий (Bilton, Robins, 1971a, б, в). Так как общее число склеритов на чешуе сеголетков тихоокеанских лососей к концу сезона роста достаточно лимитировано, то это и может приводить к появлению взаимосвязи между числом склеритов в первой и краевой зонах.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ линейного роста и структуры чешуи четырех видов тихоокеанских лососей (чавычи, нерки, кижуча и симы), нагуливающих совместно в бассейне р. Большой (юго-западное побережье Камчатки), показал, что возобновление сезонного роста и формирование годовых колец на чешуе у молоди лососей происходят с середины мая и до середины июня. Во второй половине июня и до конца июля никаких новых образований на чешуе сеголеток и годовиков молоди практически не наблюдается. В августе–сентябре–октябре у сеголеток происходит формирование дополнительных зон сближенных склеритов (дополнительных ЗСС), которые по принятой в ихтиологии классификации следует считать ложными годовыми кольцами.

Установлено, что наиболее часто дополнительные ЗСС образуются у молоди чавычи. У го-

довиков кижуча и симы данные формирования во второе лето роста (за редким исключением) не обнаружены. Кроме того, в ходе исследования определены видоспецифичные зоны нахождения ложных годовых колец на чешуе сеголетков чавычи, нерки и кижуча.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Берг Л.С. 1948. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. М.-Л.: АН СССР. Т. I. С. 3–466.
- Бугаев В.Ф. 1995. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности): Моногр. М.: Колос. 364 с.
- Бугаев В.Ф., Растягаева Н.А., Травина Т.Н. 2018. Вопросы сезонного роста молоди нерки *Oncorhynchus nerka* р. Большой (Западная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Доклады XVII–XVIII Междунар. науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 42–56.
- Бугаев В.Ф., Растягаева Н.А., Травина Т.Н. 2019. О влиянии температуры воды на сезонный рост годовиков кижуча *Oncorhynchus kisutch* в нижнем течении р. Большой в 2007–2018 гг. // Изв. ТИНРО. Т. 199. С. 49–63.
- Бугаев В.Ф., Растягаева Н.А., Травина Т.Н. 2020. Рост длины тела и числа склеритов на чешуе у годовиков кижуча *Oncorhynchus kisutch* и симы *O. masou* в мае–сентябре в бассейне р. Большой (по материалам 2007–2019 гг.) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XXI Междунар. науч. конф. (Петропавловск-Камчатский, 18–19 ноября 2020 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 27–32.
- Бугаев В.Ф., Растягаева Н.А., Травина Т.Н. 2021. Сезонный рост длины тела и числа склеритов на чешуе у годовиков кижуча *Oncorhynchus kisutch* и симы *O. masou* в бассейне р. Большой (Западная

Камчатка) // *Вопр. географии Камчатки*. Вып. 16. С. 4–22.

Бугаев В.Ф., Ярош Н.В. 2014а. Рост чешуи молоди кижуча р. Большой (Западная Камчатка) // *Изв. ТИНРО*. Т. 176. С. 62–84.

Бугаев В.Ф., Ярош Н.В. 2014б. Рост чешуи молоди чавычи р. Большой (Западная Камчатка) // *Изв. ТИНРО*. Т. 177. С. 139–151.

Ваганов Е.А. 1978. Склеритогаммы как метод анализа сезонного роста рыб: монография. Новосибирск: Наука. 115 с.

Захарова О.А., Бугаев В.Ф. 2013. О продолжительности пресноводного периода жизни у западнокамчатской симы *Oncorhynchus masou* // *Изв. ТИНРО*. Т. 175. С. 110–126.

Мина М.В. 1976. О методике определения возраста рыб при проведении популяционных исследований // *Типовые методики исследований продуктивности рыб в пределах их ареалов*. Вильнюс: Мокслас. Ч. 2. С. 31–37.

Мина М.В., Клевезаль Г.А. 1976. Рост животных: Моногр. М.: Наука. 292 с.

Никольский Г.В. 1974. Экология рыб: Моногр. М.: Высшая школа. 367 с.

Черешнев И.А., Волобуев В.В., Шестаков А.В., Фролов С.В. 2002. Лососевидные рыбы Северо-Востока России. Владивосток: Дальнаука. 496 с.

Bilton H.T., Robins G.L. 1971a. Effects of feeding level on circulus formation on scales of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) // *J. Fish. Res. Board of Canada*. 28 (6). P. 861–868.

Bilton H.T., Robins G.L. 1971b. Effects of starvation, feeding and light period on circulus formation on scales of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) // *J. Fish. Res. Board of Canada*. 28 (11). P. 1749–1755.

Bilton H.T., Robins G.L. 1971в. Response of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) to prolonged periods of starvation // *J. Fish. Res. Board of Canada*. 28 (11). P. 1757–1761.

Clutter R.I., Whitesel L.E. 1956. Collection and interpretation of sockeye salmon scales: *Int. Pacif. Salmon Fish. Comm.* Vol. 9. 159 p.

Morita K., Morita S.H., Nagasawa T. 2010. Seasonal growth patterns of wild masu salmon parr in a subarctic river // *National Taiwan special museum publication No. 14*. P. 87–93.

Morita K., Morita S.H., Nagasawa T. 2011. Seasonal changes in stream salmonid population densities in two tributaries of boreal river in Northern Japan // *Ichthyol Res.* 58. P. 134–142.

*Pacific salmon life histories*. 1991. Ed. C. Groot, L. Margolis. Vancouver. Canada. UBC Press. P. 1268–1278.

## REFERENCES

Berg L.S. *Ryby presnykh vod SSSR i sopredelnykh stran* [Fresh water fish of the USSR and neighboring countries]. M.-L.: AN SSSR, 1948, vol. 1, pp. 3–466.

Bugaev V.F. *Aziatskaya nerka (presnovodnyi period zhizni, struktura lokal'nykh stad, dinamika chislenosti)* [Asian Sockeye Salmon (Freshwater Period, Structure of Local Stocks and Abundance Dynamics)]. Moscow: Kolos, 1995, 464 p.

Bugaev V.F., Rastyagaeva N.A., Travina T.N. Issues of seasonal growth of juvenile sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* in the Bolshaya (Western Kamchatka). *Mater. XVII–XVIII Intern. scientific conf. "Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas"*. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2018, pp. 42–56. (In Russian)

Bugaev V.F., Rastyagaeva N.A., Travina T.N. On the problem of water temperature influence on seasonal growth of juvenile coho salmon *Oncorhynchus kisutch* in the lower reaches of the Bolshaya River in 2007–2018. *Izvestiya TINRO*, vol. 199, pp. 49–63. (In Russian)

Bugaev V.F., Rastyagaeva N.A., Travina T.N. The increasing of body length and number of sclerites in year ling of coho salmon *Oncorhynchus kisutch* and cherry salmon *O. masou* in May–September in the Bolshaya River watershed (date 2007–2019). *Mater. XXI Intern. scientific conf. "Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas"*. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2020, pp. 27–32. (In Russian)

Bugaev V.F., Rastyagaeva N.A., Travina T.N. Seasonal increase of the body length and number of sclerites on the scales in yearlings of coho salmon *Oncorhynchus kisutch* and cherry salmon *O. masou* in the Bolshaya River watershed (Western Kamchatka). *Voprosy geografii Kamchatki*, 2021, issue 16, pp. 4–22. (In Russian)

Bugaev V.F., Yarosh N.V. Growth of scale for juvenile coho salmon in the Bolshaya River (West Kamchatka). *Izvestiya TINRO*, 2014, vol. 177, pp. 62–84. (In Russian)

Bugaev V.F., Yarosh N.V. Growth of scale for juvenile chinook salmon in the Bolshaya River (West Kamchatka). *Izvestiya TINRO*, 2014, vol. 177, pp. 139–151. (In Russian)

Vaganov Ye.A. *Skleritogrammy kak metod analiza sezonnogo rosta ryb* [Scleritograms as a method for analyzing the seasonal growth of fish]. Novosibirsk: Nauka, 1978, 115 p.

Zakharova O.A., Bugaev V.F. On duration of freshwater period of West Kamchatka cherry salmon *Oncorhynchus masou*. *Izvestiya TINRO*, 2013, vol. 175, pp. 110–126. (In Russian)



Mina M.V. *O metodike opredeleniya vozrasta ryb pri provedenii populyatsionnykh issledovaniy. Tipovyye metodiki issledovaniy produktivnosti ryb v predelakh ikh arealov* [On the methodology for determining the age of fish during population studies. Standard methods for studying the productivity of fish within their ranges]. Vilnyus: Mokslas, Part 2, 1976, pp. 31–37.

Chereshnev I.A., Volobuev V.V., Shestakov A.V., Frolov S.V. *Lososevidnyye ryby Severo-Vostoka Rossii* [Salmonid fish of the North-East of Russia]. Vladivostok: Dalnauka, 2002, 496 p.

Bilton H.T., Robins G.L. Effects of feeding level on circulus formation on scales of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *J. Fish. Res. Board of Canada*, 1971, 28 (6), pp. 861–868.

Bilton H.T., Robins G.L. 19716. Effects of starvation, feeding and light period on circulus formation on scales of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*). *J. Fish. Res. Board of Canada*, 1971, 28 (11), pp. 1749–1755.

Bilton H.T., Robins G.L. Response of young sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) to prolonged periods of starvation. *J. Fish. Res. Board of Canada*, 1971, 28 (11), pp. 1757–1761.

Clutter R.I., Whitesel L.E. Collection and interpretation of sockeye salmon scales: *Int. Pacif. Salmon Fish. Comm.*, 1956, vol. 9, 159 p.

Morita K., Morita S.H., Nagasawa T. Seasonal growth patterns of wild masou salmon parr in a subarctic river. *National Taiwan special museum publication*, 2010, no. 14, pp. 87–93.

Morita K., Morita S.H., Nagasawa T. Seasonal changes in stream salmonid population densities in two tributaries of boreal river in Northern Japan. *Ichthyol Res.*, 2011, 58, pp. 134–142.

Pacific salmon life histories. Ed. C. Groot, L. Margolis. Vancouver. Canada. UBC Press, 1991, pp. 1268–1278.

### **Информация об авторах**

Виктор Федорович Бугаев (02.03.1950–12.05.2021) — док. биол. наук, с 1973 г. работал в КамчатНИРО, в последние годы — ведущим научным сотрудником сектора тихоокеанских лососей, лаборатории лососевых рыб Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО»). Один из крупнейших специалистов по биологии нерки в пределах Северной Пацифики.

О.В. Зикунова — канд. биол. наук, зав. лабораторией Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

Т.Н. Травина — ст. специалист Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

### **Information about the authors**

Victor F. Bugaev (02.03.1950–12.05.2021), Doctor of Biological Sciences, has worked in KamchatNIRO since 1973, in recent years – as a leading researcher at the Laboratory of Salmon Fishes, Sector of Pacific Salmon, Kamchatka Branch of VNIRO (KamchatNIRO). One of the largest experts on the biology of sockeye salmon in the North Pacific.

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

Tatyana N. Travina – Senior specialist (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 30.04.2021

Одобрена после рецензирования: 11.10.2022

Статья принята к публикации: 13.10.2022

Научная статья / Original article

УДК 581.526.325(265.52)

doi:10.15853/2072-8212.2022.67.46-60



## РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА МИКРОВОДОРОСЛЕЙ КОМПЛЕКСА ВРЕДНОСНОГО «ЦВЕТЕНИЯ» (ВЦВ) В АВАЧИНСКОМ ЗАЛИВЕ В 2022 Г.

Лепская Екатерина Викторовна<sup>✉</sup>, Тепнин Олег Борисович, Коломейцев Владимир Викторович, Курбанов Юрий Каримович, Блохин Иван Алексеевич, Русанова Валентина Алексеевна

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

**Аннотация.** Объект исследований — микроводоросли комплекса ВЦВ (вредоносное «цветение» водорослей). Цель работы: предоставить данные мониторинга микроводорослей комплекса ВЦВ и условий среды их обитания у восточного берега Камчатки, на который в настоящее время направлено пристальное внимание правительства Камчатского края в плане развития рекреационной и туристической деятельности, одних из приоритетных экономических направлений.

В процессе работы собраны пробы воды в поверхностном слое на прибрежном разрезе из 15 станций, протянутом вдоль всего берега Авачинского залива, в период с апреля по октябрь. Одновременно проведен сбор гидрологической информации зондами Rinko-ProflerASTD-102 и YCI CastAway. В июне сбор материала проведен в рамках плановой ихтиопланктонной съемки. В итоге положено начало формированию базы реальных данных о таксономическом составе, количественной оценке, распределении микроводорослей комплекса ВЦВ. Получены данные о температуре и солености воды, биогенном фоне прибрежной акватории Авачинского залива.

**Ключевые слова:** микроводоросли комплекса ВЦВ, видовой состав, численность, распределение, условия среды обитания, Восточная Камчатка, Авачинский залив

**Для цитирования:** Лепская Е.В., Тепнин О.Б., Коломейцев В.В., Курбанов Ю.К., Блохин И.А., Русанова В.А. Результаты мониторинга микроводорослей комплекса вредоносного «цветения» (ВЦВ) в Авачинском заливе в 2022 г. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2022. № 67. С. 46–60.

## RESULTS OF MONITORING OF MICROALGAE OF HARMFUL ALGAL BLOOM (HAB) COMPLEX IN THE AVACHINSKY GULF IN 2022

Ekaterina V. Lepskaya<sup>✉</sup>, Oleg B. Tepnin, Vladimir V. Kolomeytsev, Yury K. Kurbanov, Ivan A. Blokhin, Valentina A. Rusanova

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

**Abstract.** The object of the research is microalgae of HAB complex (harmful algal “bloom”). The purpose of the work is to provide monitoring data on HABs and the microalgae habitat conditions near the eastern coast of Kamchatka, which is currently the focus of attention of the Kamchatka government in terms of development of recreational and tourist activities, one of the priority economic directions.

Surface water samples were collected at the coastal transect, stretching along the whole coast of the Avachinsky Gulf in the process of the work from April to October. Hydrological data were collected with Rinko-ProflerASTD-102 and YCI CastAway probes. In June, the data were collected as part of planned ichthyoplankton survey. As a result, a real database on taxonomic composition, quantitative values and distribution of microalgae of the HAB complex was formed. Data on water temperature and salinity, biogenic background of the Avachinsky Gulf coastal waters were obtained.

**Keywords:** microalgae of HAB complex, species composition, abundance, distribution, habitat conditions, East Kamchatka, Avachinsky Gulf

**For citation:** Lepskaya E.V., Tepnin O.B., Kolomeytsev V.V., Kurbanov Y.K., Blokhin I.A., Rusanova V.A. Results of monitoring of microalgae of harmful algal bloom (HAB) complex in the Avachinsky Gulf in 2022 // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2022. Vol. 67. P. 46–60. (In Russian)

Шельф Восточной Камчатки является важнейшим дальневосточным промысловым районом, поэтому сохранение его биопродуктивности — основополагающая задача. С другой стороны,

в перечень приоритетных векторов устойчивого социально-экономического развития Камчатского края включено такое направление, как туризм, и соответственно, становление рекре-

ационной структуры, основная часть которой сконцентрирована на восточном побережье Камчатки.

Устойчивое социально-экономическое развитие приморского города, в том числе Петропавловска-Камчатского, предполагает постоянный мониторинг за качеством прибрежной биоты, которая при сочетании ряда условий может негативно влиять на здоровье населения. К числу неблагоприятных факторов относится такое природное явление, как «цветение» токсичных и потенциально токсичных планктонных микроводорослей («красные приливы», или ВЦВ). У берегов Восточной Камчатки явление ВЦВ нечастое, но регулярное, и вызывается как давно известными таксонами (комплекс видов диатомей рода *Pseudo-nitzschia* и ряд таксонов динофлагеллят, относящихся к родам *Alexandrium*, *Dinophysis*, *Gymnodinium*, *Gyrodinium*), так и новыми для прикамчатских акваторий, например, динофлагеллятами рода *Karenia* (Коновалова, 1993; Коновалова, 1995, 1998, 1999; Орлова, 2005; Селина и др., 2006; Лепская, 2008; Лепская и др., 2014; Лепская, Коломейцев, 2021; Lepskaya et al., 2018; Orlova et al., 2022).

«Цветение» видов рода *Karenia* вблизи восточно-камчатского побережья осенью 2020 г., которое привело к массовой гибели донных беспозвоночных и рыб (Лепская и др., 2021; Санамян и др., 2022) и вызвало широкий общественный резонанс, показало актуальность мониторинга ВЦВ и факторов среды обитания микроводорослей этого комплекса у берегов Камчатки. Несмотря на регистрируемые случаи ВЦВ, мониторинг этого явления у восточного берега Камчатки удалось организовать только в 2021 г. и продолжить в 2022 г. Таким образом, цель предлагаемой работы — выявить основной комплекс видов ВЦВ у тихоокеанского побережья Камчатки на выделенном разрезе и очертить места их наибольшей концентрации, в том числе дать количественную оценку микроводорослей ВЦВ, выделить таксоны с численностью, при которой в зарубежных странах устанавливается контроль за морепродуктами и посещением приморских рекреационных зон, а также охарактеризовать условия среды обитания микроводорослей комплекса ВЦВ.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для настоящей работы послужили данные по таксономическому составу и численности микроводорослей комплекса ВЦВ, полученные в 2022 г. во время проведения съемок

по изучению ВЦВ в рамках госработы, а также во время проведения ихтиопланктонной съемки на судах КамчатНИРО. Съемки провели на 15 станциях в Авачинском заливе в июне–октябре в третьей декаде каждого месяца. Дополнительно в Авачинском заливе пробы собирали в прибойной полосе Халактырского пляжа напротив школы серфинга и в локальной акватории Авачинской губы, бух. Петропавловской, как наиболее подверженных антропогенному воздействию местах (рис. 1).

Пробы для определения ВЦВ собирали в поверхностном слое батометром Ван-Дорна. Камеральную обработку проб проводили с помощью микроскопа “Olympus” BX43F при 100, 200 и 1000-кратных увеличениях. Обработка включала в себя определение видового состава и количественный подсчет микроводорослей комплекса ВЦВ в камере Седжвика–Рафтера (объем 1 мл). Для определения таксономического состава микроводорослей комплекса ВЦВ использовали атласы и определители (Identifying..., 1997; Коновалова, 1998; Коновалова, Селина, 2010), а также консультации с коллегами из Национального научного центра морской биологии ДВО РАН. При выделении комплекса ВЦВ ориентировались на «Протисты...» (2011). Также визуально выделяли доминантные таксоны в фитопланктоне.

Температуру и соленость воды, а также содержание хлорофилла-*a* на каждой станции в Авачинском заливе измеряли зондом Rinsco-ProfilierASTD-102 от поверхности до дна. Обработку и визуализацию результатов выполняли в программе ODV (Schlitzer, Reiner, OceanDataView, <https://odv.awi.de>, 2022).

Пробы на биогенные элементы были собраны в поверхностном слое вод батометром Ван Дорна. Лабораторную обработку образцов воды на биогенные элементы провели сразу после окончания съемки по утвержденным методикам (ПНД Ф 14.1:2:3.2-95; РД 52.10.738-2010; РД 52.10.740-2010; РД 52.10.744-2010; РД 52.10.745-2010; РД 52.10.773-2013). В пробах определили фосфатный/минеральный фосфор ( $P-PO_4^{3-}$ ), минеральные формы азота: аммонийную, нитритную, нитратную ( $N-NH_4^+$ ,  $N-NO_2^-$ ,  $N-NO_3^-$ ), общее железо (Fe) и растворенные формы кремния (Si). О состоянии биогенного фона судили, сравнивая полученные результаты со значениями ПДК для соответствующих элементов, установленных для морских рыбохозяйственных водоемов (Приказ., 2016). Для кремния величина ПДК не установлена.

Всего в 2022 г. на судах КамчатНИРО выполнено 5 комплексных съемок, в рамках которых проведено 75 гидрологических зондирований, отобрано 89 проб воды для определения ми-

кроводорослей комплекса ВЦВ и 54 пробы воды на гидрохимический анализ. Описание станций разреза в Авачинском заливе приведено в табл. 1.

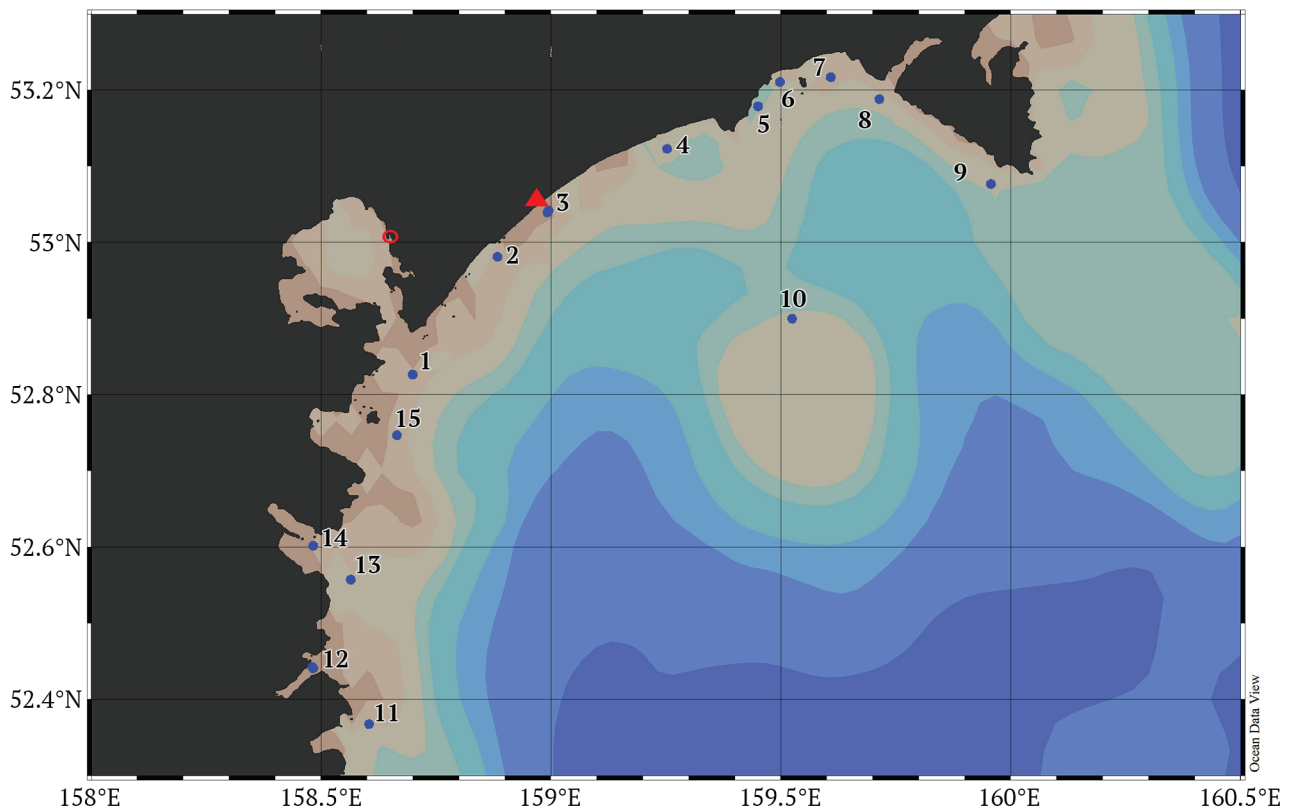


Рис. 1. Схема станций мониторинга ВЦВ в Авачинском заливе в июне–октябре 2022 г. Красный треугольник — станция в прибойной полосе на Халактырском пляже; красный овал — станция в бух. Петропавловской Авачинской губы

Fig. 1. The scheme of HAB monitoring stations in the Avachinsky Gulf in June–October 2022. Red triangle – station in the tidal zone on Khalaktyrsky beach; red oval – station in Petropavlovskaya Bay in Avacha Bay

Таблица 1. Координаты и описание станций мониторинга ВЦВ в Авачинском заливе в 2022 г.  
Table 1. Coordinates and description of HAB monitoring stations in the Avachinsky Gulf in 2022

№ станции Station №	Долгота Дес. в. д. Longitude Decimal E	Широта Дес. с. ш. Latitude Decimal N	Глубина, м Depth, m	Описание станции Description of the station
1	158.7	52.825	58	Вход в Авачинскую губу / Entrance to Avacha Bay
2	158.8599	52.98491	15–47	Устье ручья Крутоберегового Mouth of the Krutoberegovy Brook
3	158.9559	53.02551	37–39	Халактырский пляж / Khalaktyrsky beach
4	159.25	53.12333	20–28	Устье р. Налычева / Estuary of the Nalychev River
5	159.434	53.187	21	Мыс Налычева / Cape Nalychev
6	159.535	53.212	23	Станция к западу от о-ва Крашенинникова Station west of Krasheninnikov Island
7	159.557	53.215	22–27	Станция к востоку от о-ва Крашенинникова Station east of Krasheninnikov Island
8	159.69	53.20833	30	Вход в бухту Бечевинская / Entrance to Bechevinskaya Bay
9	159.9617	53.06833	61	Станция южнее мыса Шипунского Station south of Shipunskii Cape
10	159.5365	52.85159	124–846	Авачинский залив / Avachinsky Gulf
11	158.5933	52.35833	101	Вход в бухту Лиственичную / Entrance to Listvenichnaya Bay
12	158.4833	52.44	25–28	Вход в бухту Русская / Entrance to Russkaya Bay
13	158.56	52.555	91	Выход из бухты Жирова / Exit from Zhirovaya Bay
14	158.4833	52.60333	40–45	Вход в бухту Вилучинская / Entrance to Vilyuchinskaya Bay
15	158.5917	52.73333	83	Вход в бухту Саранная / Entrance to Sarannaya Bay



## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

**Таксономический состав комплекса  
ВЦВ в 2022 г.**

Летом 2022 г. в Авачинском заливе найдено 11 таксонов комплекса ВЦВ: диатомовые (Bacillariophyta) *Pseudo-nitzschia* cf. *delicatissima*, *Pseudo-nitzschia* cf. *seriata*, динофлагелляты (Dinophyta) *Alexandrium tamarense*-complex, *Dinophysis acuminata*, *Dinophysis acuta*, *Dinophysis norvegica*, *Gonyaulax spinifera* & *diegensis*, *Karenia* sp., *Prorocentrum minimum*, и комплекс мелких гимнодиниальных таксонов, отнесенных предварительно к *Karlodinium* cf. *veneficum*. В бух. Петропавловской (Авачинская губа) на протяжении всего лета активно развивался *Alexandrium*. Здесь же в августе появилась *Karenia* sp.

Осенью 2022 г. в Авачинском заливе также было обнаружено 12 таксонов комплекса ВЦВ: динофлагелляты (Dinophyta) *Alexandrium tamarense*, *Alexandrium* cf. *acatenella*, *Dinophysis fortii*, *Karlodinium* cf. *veneficum*, *Karenia* cf. *mikimotoi*, *Karenia* cf. *selliformis* (рис. 2, 3), *Karenia papilionacea* (рис. 4, 5); диатомовые (Bacillariophyta) *Pseudo-nitzschia* cf. *delicatissima*, *Pseudo-nitzschia* cf. *pungens*, *Pseudo-nitzschia* cf. *seriata* (рис. 6), *Pseudo-nitzschia* sp. 1 (серповидные клетки) (рис. 7), *Pseudo-nitzschia* sp. 2 (длинные клетки) (рис. 8).

Всего в летне-осенний период 2022 г. в Авачинском заливе обнаружен 21 таксон микроводорослей комплекса ВЦВ. Из них 5 таксонов диатомей (род *Pseudo-nitzschia*) и 16 таксонов динофлагеллят из 6 родов (*Alexandrium*, *Dinophysis*, *Gonyaulax*, *Karlodinium*, *Karenia*, *Prorocentrum*).

Летом 2022 г. в прибрежной зоне Авачинского залива был найден *Dinophysis punctata* (рис. 9). Для прикамчатских берегов указан впервые.

Диатомеи рода *Pseudo-nitzschia* были распространены по всему обследованному разрезу в августе–октябре (рис. 10). Но если летом этот комплекс был представлен мелко-клеточным таксоном *Pseudo-nitzschia delicatissima*, то в осенние месяцы этот вид замещался таксонами с более крупными клетками. В это же время в пробах отмечены колонии представителей данного рода *Pseudo-nitzschia*, сложенные серповидными клетками (см. рис. 7). По устному сообщению Т.Ю. Орловой (вед. н. с. ННЦМБ ДВО РАН), такие серповидные клетки нередки в культурах дальневосточных *Pseudo-nitzschia*.

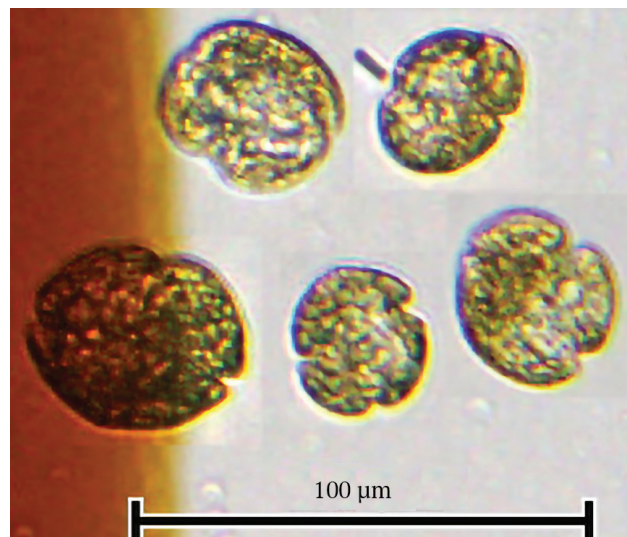


Рис. 2. *Karenia* cf. *selliformis* & *mikimotoi* в счетной камере  
Fig. 2. *Karenia* cf. *selliformis* & *mikimotoi* in counting chamber



Рис. 3. *Karenia* cf. *selliformis* при максимальном увеличении в световом микроскопе  
Fig. 3. *Karenia* cf. *selliformis* at maximum magnification in a light microscope

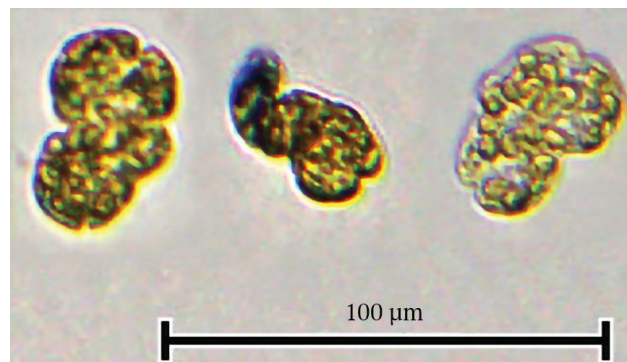


Рис. 4. *Karenia papilionacea* в счетной камере  
Fig. 4. *Karenia papilionacea* in counting chamber



В отличие от *Pseudo-nitzschia*, динофлагелляты комплекса ВЦВ чаще встречались в первые два летних месяца. При этом наиболее распространенными являлись представители рода

*Alexandrium*. В июне, июле и особенно в октябре находки *Karenia* были приурочены к северной части разреза (ст. 4, 8, 9) и открытой части залива (ст. 10) (рис. 11).



Рис. 5. *Karenia papilionacea* при максимальном увеличении в световом микроскопе  
Fig. 5. *Karenia papilionacea* at maximum magnification in a light microscope

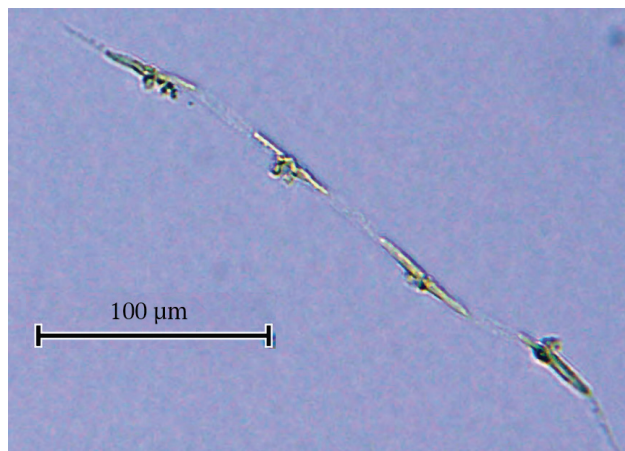


Рис. 7. *Pseudo-nitzschia* sp. 1 с серповидными клетками  
Fig. 7. *Pseudo-nitzschia* sp. 1 with sickle-shaped cells



Рис. 6. *Pseudo-nitzschia* cf. *seriata*



Рис. 8. *Pseudo-nitzschia* sp. 2 (длинные клетки) / Fig. 8. *Pseudo-nitzschia* sp. 2 (long cells)



Рис. 9. *Dinophysis punctata*, разные клетки / Fig. 9. *Dinophysis punctata*, different cells

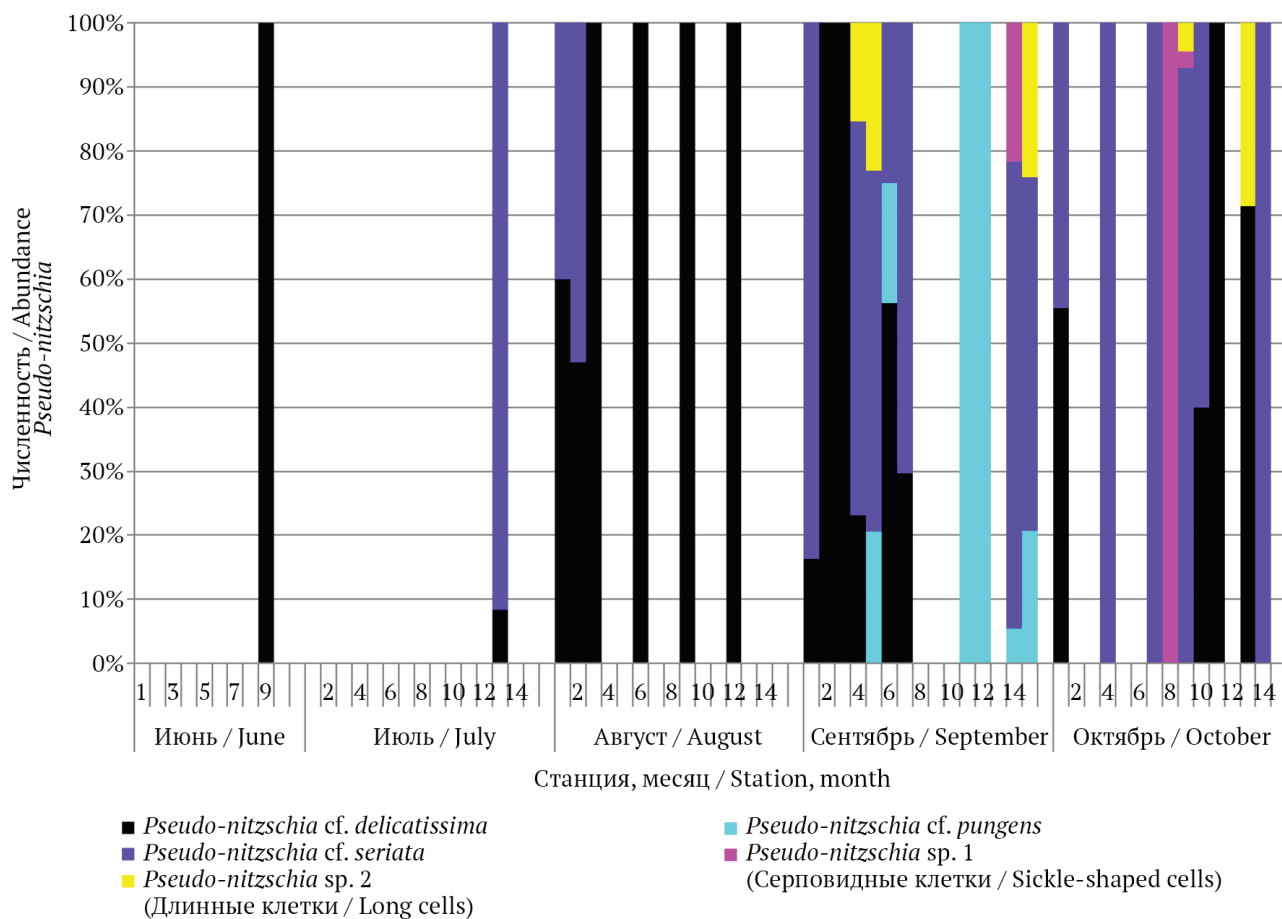


Рис. 10. Таксономическая структура рода *Pseudo-nitzschia* на прибрежном разрезе Авачинского залива летом и осенью 2022 г.  
Fig. 10. Taxonomic structure of the genus *Pseudo-nitzschia* in the coastal transect of the Avachinsky Gulf in summer and fall 2022

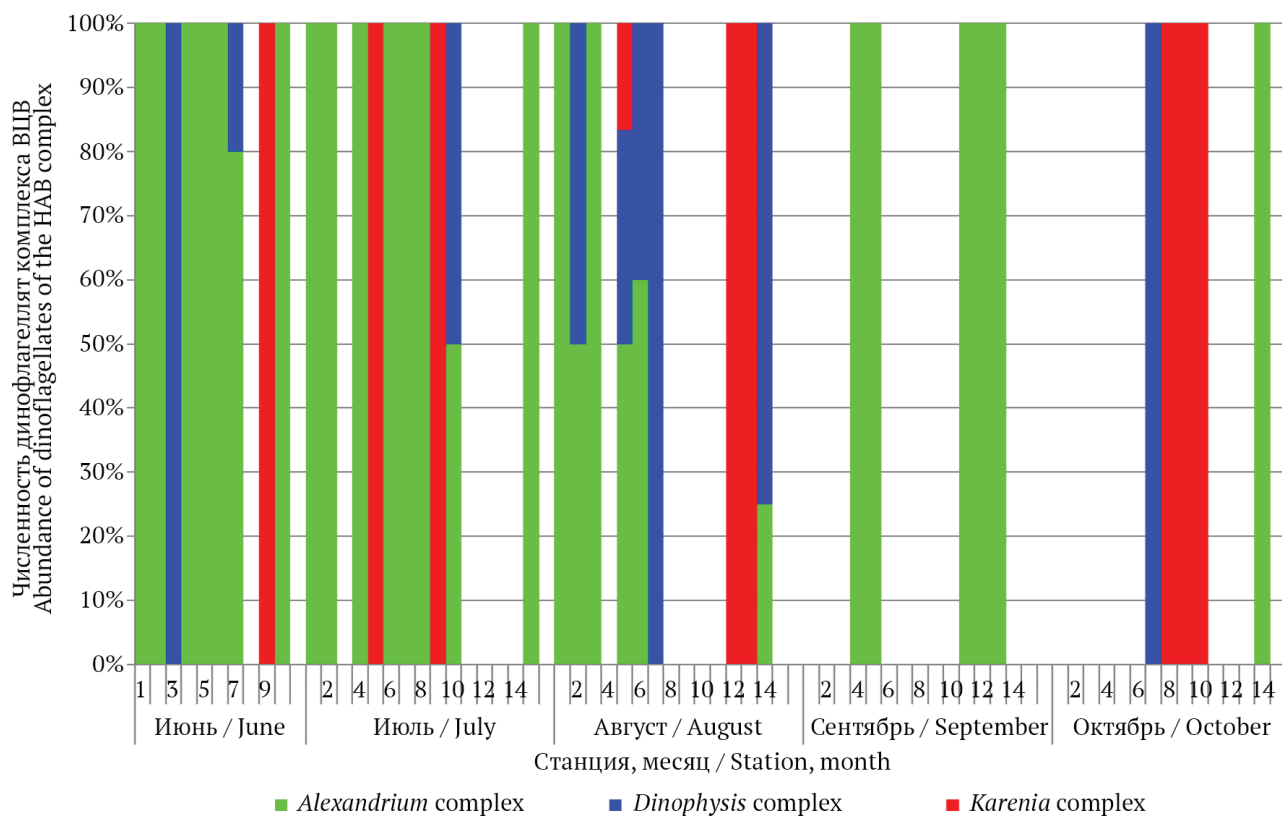


Рис. 11. Таксономическая структура динофлагеллят комплекса ВЦВ на прибрежном разрезе Авачинского залива летом и осенью 2022 г.  
Fig. 11. Taxonomic structure of dinoflagellates of the HAB complex in the coastal transect of the Avachinsky Gulf in summer and fall 2022

Динофлагелляты рода *Dinophysis* чаще всего встречались в августе, также к северу от входа в Авачинскую губу.

### Количественная оценка микроводорослей комплекса ВЦВ в 2022 г.

В июне практически на всей прибрежной акватории был найден *Alexandrium*. Максимум его концентрации, 12 тыс. кл./л, отмечен на ст. 1 на выходе из Авачинской губы. Содержание этого вида динофлагеллят в прибрежной воде Халактырского пляжа не превышало 5 тыс. кл./л. В конце июня на отдельных станциях в изобилии была обнаружена диатомея *Pseudo-nitzschia delicatissima*. Ее численность доходила до 400 тыс. кл./л., но в прибрежье Халактырского пляжа ее содержание было в 7 раз меньше. Точно по прибрежному разрезу встречались виды из родов *Dinophysis*, *Gonyaulax*, *Prorocentrum*, а в конце месяца — *Karenia* sp. с численностью не более 1 тыс. кл./л (рис. 12).

В конце июля на части акватории — от выхода из Авачинской губы (ст. 1) и вдоль Халактырского пляжа (ст. 2, 3) — была велика концентрация *Pseudo-nitzschia delicatissima*: 8–13 тыс. кл./л. Виды *Alexandrium*, также как и *Prorocentrum*, отмечены в основном в северной

части прибрежного разреза с численностью 1–6 тыс. кл./л, *Karlodinium* cf. *veneticum* (потенциальный продуцент ихтиотоксина) — на станциях в южной части разреза (ст. 11–15). Виды рода *Karenia* были локализованы в южной части прибрежного разреза, ст. 13–14, с численностью не более 2 тыс. кл./л (рис. 12).

В бух. Петропавловской (Авачинская губа) на протяжении всего лета активно развивался *Alexandrium* (до 10 тыс. кл./л). Здесь же в августе появилась *Karenia* sp., но численность ее не превышала 0,5 тыс. кл./л.

В сентябре в комплексе ВЦВ численно доминировали диатомеи рода *Pseudo-nitzschia*. Основное скопление этих таксонов было протянуто вдоль берега на север: от Авачинской губы (ст. 1) до входа в бухту Бечевинская (ст. 8). В южной части разреза этот комплекс микроводорослей был не так обилен. Примечательно, что в конечных северных точках и открытой части залива в поверхностном слое микроводорослей комплекса ВЦВ в сентябре не найдено (рис. 10).

В октябре распределение микроводорослей комплекса ВЦВ было более неравномерным, по сравнению с началом осени. Максимум их численности, в том числе внутрисезонный, обнаружен в самой северной части акватории зали-

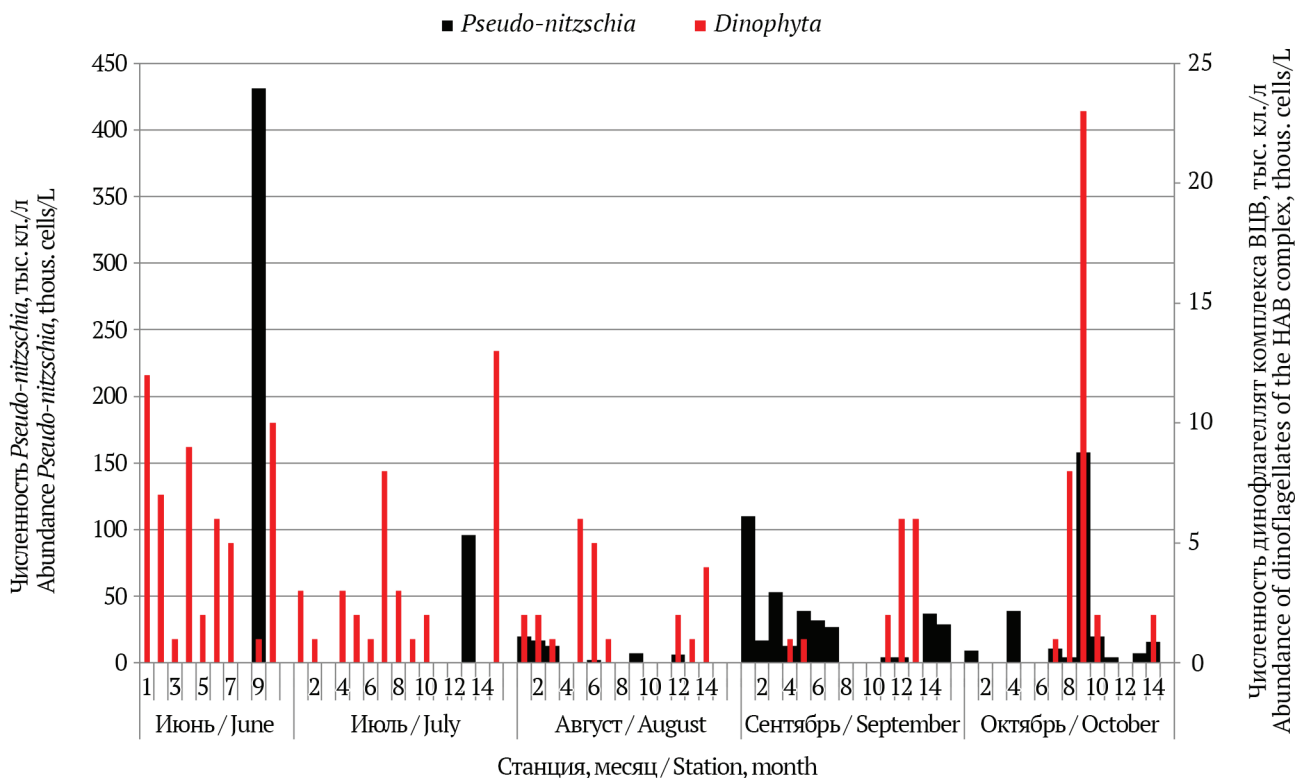


Рис. 12. Численность *Pseudo-nitzschia* и динофлагеллят комплекса ВЦВ в поверхностном водном слое на станциях прибрежного разреза в Авачинском заливе летом и осенью 2022 г.  
Fig. 12. Abundance of *Pseudo-nitzschia* and dinoflagellates of the HAB complex in the surface water layer at coastal transect stations in the Avachinsky Gulf in the summer and fall of 2022



ва (ст. 9). Здесь численность микроводорослей комплекса ВЦВ превышала таковую на остальных станциях в 1,8–10 раз и формировалась в основном комплексом *Pseudo-nitzschia*. Динофлагелляты рода *Karenia*, которые вызвали осенью 2020 г. гибель беспозвоночных у восточного побережья Камчатки, найдены в октябре на крайних станциях северной части разреза (ст. 8, 9) и в открытой части залива (ст. 10). Численность *Karenia cf. selliformis & mikimotoi* составила 8 и 22 тыс. кл./л, *Karenia papilionacea* — 1 и 2 тыс. кл./л. При этом последний таксон был обнаружен только на станции у мыса Шипунского (ст. 9) и в открытой части залива (ст. 10).

**Выделение видов с критической численностью, при которой устанавливается контроль за состоянием морепродуктов и вводятся ограничения на посещение прибрежных территорий**

В Российской Федерации до настоящего времени не разработана система мониторинга ВЦВ и, соответственно, предупреждения населения об этом явлении. Также нет региональных норм численности водорослей комплекса ВЦВ, при которой следует вводить токсикологический контроль морепродуктов или предупреждать население о возможных опасных для здоровья последствиях прогулок по пляжу или купании в море. Согласно современным представлениям, для каждого из приморских регионов, где осуществляются прибрежное рыболовство, рекреационная деятельность или ведутся работы по развитию марикультуры, должны быть составлены списки видов комплекса ВЦВ и определено их количество, при котором на явление следует обращать внимание (Anderson et al., 2022). Например, такой список был предложен для Приморского края (Orlova, 2011). В некоторых странах с развитой приморской инфраструктурой еще в начале 1990-х годов был введен ежедневный мониторинг видов микроводорослей комплекса ВЦВ и определены их концентрации, которые могут представлять опасность для марикультуры и населения. Так, для видов рода *Alexandrium* (потенциальный продуцент сакситоксина) в Австралии и в некоторых испанских провинциях (Валенсия) такая концентрация составляет 1 тыс. кл./л. В Канаде одно присутствие *A. fundiense* активизирует действия по токсикологическому контролю морепродуктов. В разных странах для видов рода *Dinophysis* критические концентрации варьируют от 100 кл./л до

50 млн кл./л. Для *Pseudo-nitzschia delicatissima*-group критическая концентрация составляет 2 тыс. кл./л; для видов рода *Gymnodinium breve* (= *Karenia brevis*) — более 5 тыс. кл./л (Andersen, 1996). Ориентируясь на эти значения, можно сделать вывод, что летом и осенью 2022 г. в поверхностном водном слое в прибрежной зоне Авачинского залива была превышена критическая концентрация таких таксонов, как *Pseudo-nitzschia*, а в локальных акваториях — *Dinophysis*. Однако следует подчеркнуть, что критические концентрации микроводорослей, приведенные в обзоре Пера Андерсена (Andersen, 1996), получены для водной толщи, мониторинг которой проводился и проводится в настоящее время погружными цитометрами (Anderson et al., 2022), что позволяет получать данные в реальном времени и оперативно предпринимать соответствующие действия.

**Оценка условий среды обитания ВЦВ в 2022 г.**

Судя по данным вдольберегового разреза на акватории Авачинского залива, в летний период 2022 г. максимальные значения температуры воды в приповерхностном слое вод отмечались в районах с интенсивным речным стоком. Слой скачка температуры в июле залегал в непосредственной близости от поверхности, заглубляясь максимум на 5 м. К августу радиационный прогрев и ветровое перемешивание увеличили толщину данного слоя до 10–15 м, а абсолютные значения температуры в нем за месяц выросли в среднем на 4–5 °C (рис. 13).

Основная масса фотосинтезирующего планктона концентрировалась в июле под поверхностью, в слое 5–20 м, тогда как в августе «цветение», вызванное в основном *Skeletonema*, проходило значительно ближе к поверхности.

Биогенный фон в целом по разрезу был спокойный. Средняя для лета и разреза концентрация фосфатного фосфора составила 0,022 мгР/л, что в 2,3 раза ниже ПДК (0,05 мгР/л). Однако на ст. 8 (северная часть разреза, вход в бух. Бечевинскую) содержание этого биогенного элемента в 1,8 раза превышало ПДК (рис. 14).

Концентрация минеральных форм азота на всех станциях разреза была ниже ПДК: аммония (0,114 мгN/л) — в 3,5 раза, нитритов (0,005 мгN/л) — в 4,3 раза, нитратов (менее 0,050 мгN/л) — в 452 раза. Превышение ПДК по железу (рис. 15), особенно заметное в августе, было характерно для станций, куда попадают техногенные (ст. 1 —

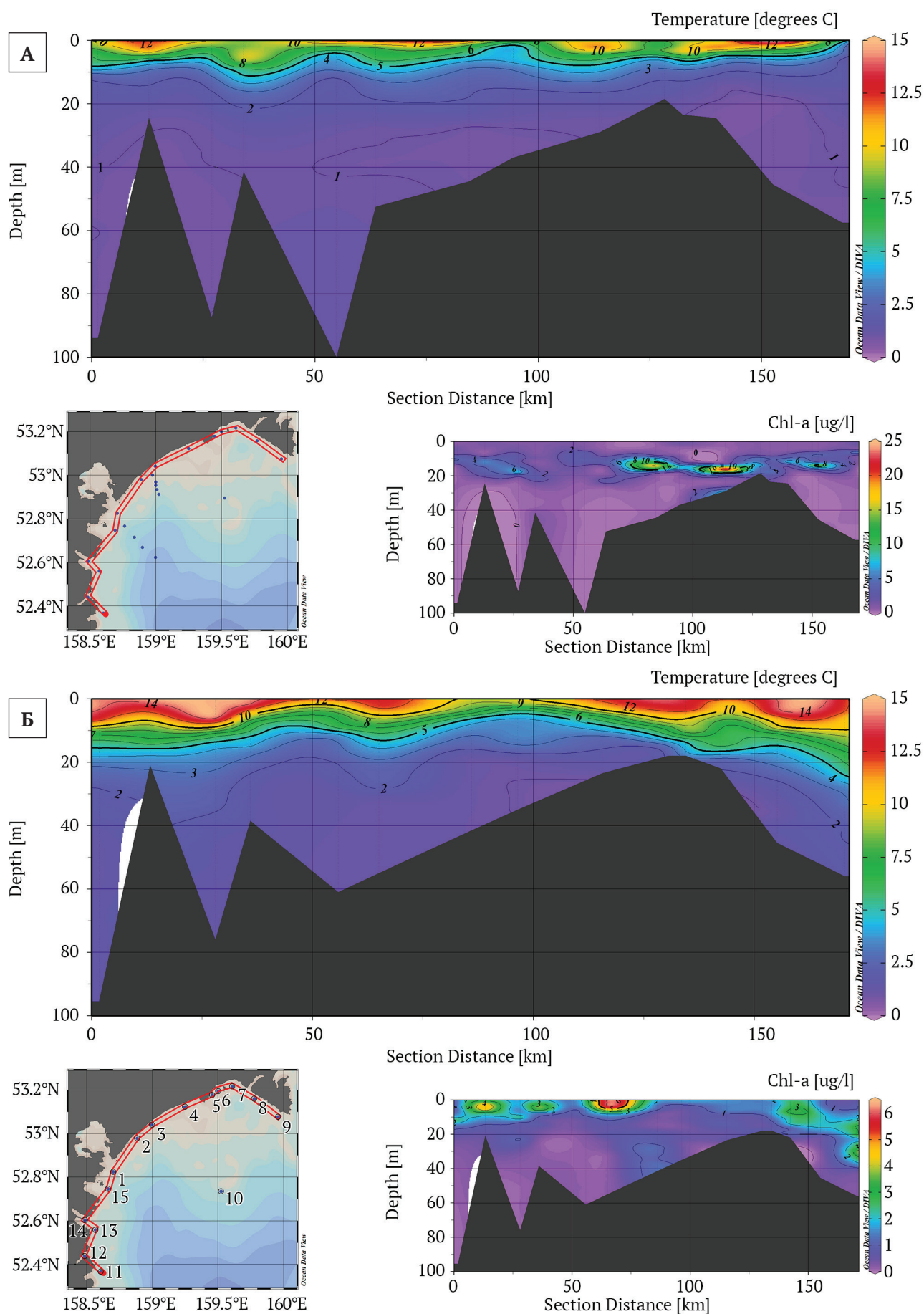


Рис. 13. Вертикальный вдольбереговой разрез по температуре и хлорофиллу-*a*, выполненный в июле (А) и августе (Б) 2022 г. на акватории Авачинского залива  
Fig. 13. Vertical longshore transect to show temperature and chlorophyll-*a* in July (A) and August (Б) 2022 in the Avachinsky Gulf

вынос из Авачинской губы, ст. 9 — вынос из бух. Бечевинской) и вулканогенные (ст. 4–6 — зона выноса р. Налычева) стоки.

В сентябре 2022 г. наибольшие значения температуры воды, до 9 °С, на вдольбереговом разрезе Авачинского залива по-прежнему отмечались в местах выноса распресненных вод, т. е. точно совпадали с минимумом солености (менее 31‰). К таким можно отнести станции на тра-

верзе б. Жировой, горла Авачинской губы и р. Налычева. Изотерма 5 °С почти точно следовала всем изгибам изогалины 32‰, максимально заглубляясь до 15 м. Ниже располагались воды холодного подповерхностного слоя (рис. 16).

В октябре в результате значительной теплоотдачи через поверхность океана в атмосферу температура в верхнем слое понизилась на 5–6 °С (рис. 17). Слой скачка теперь располагал-

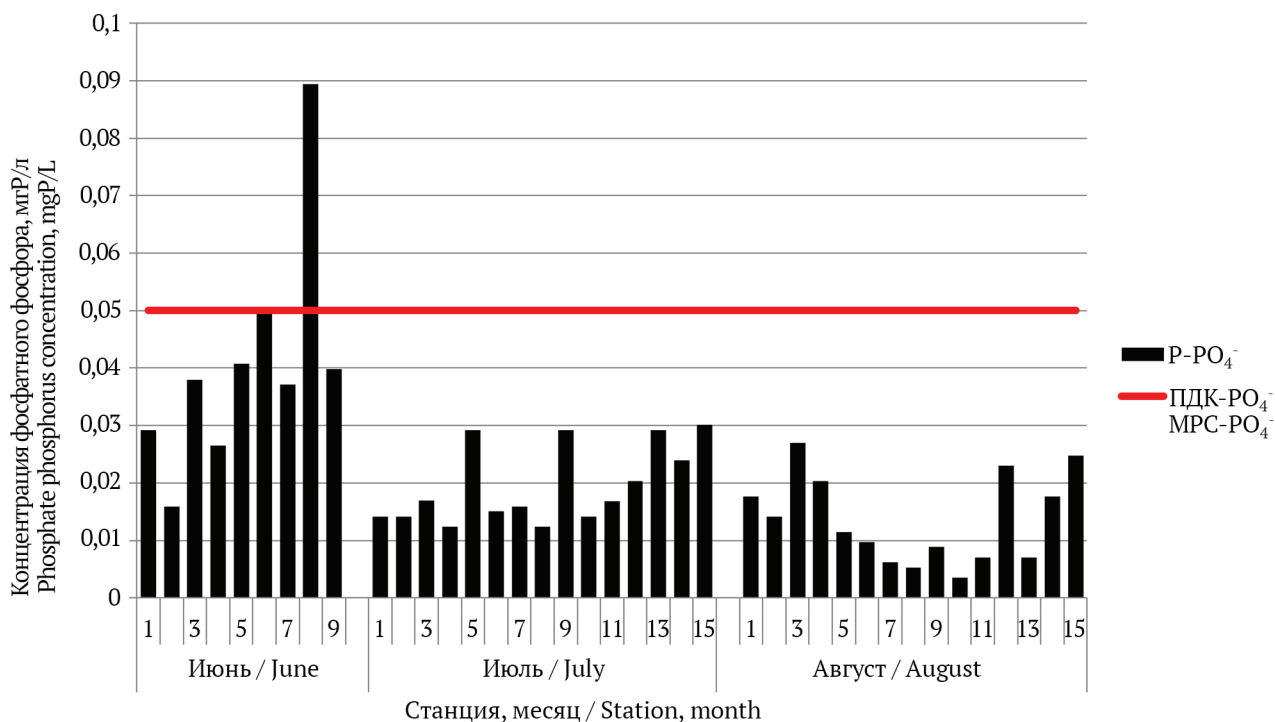


Рис. 14. Содержание фосфатного/минерального фосфора в поверхностном водном слое на мониторинговом разрезе в Авачинском заливе летом 2022 г.  
Fig. 14. Phosphate/mineral phosphorus content in the surface water layer at the monitoring transect in the Avachinsky Gulf in the summer of 2022

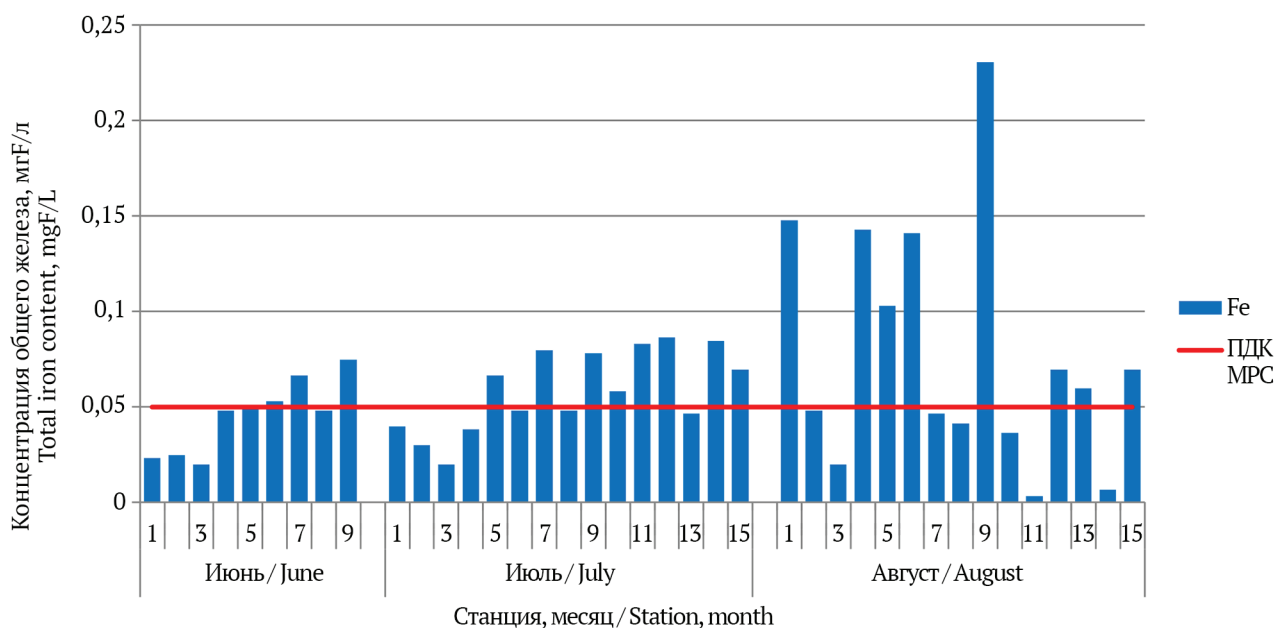


Рис. 15. Содержание общего железа в поверхностном водном слое на мониторинговом разрезе в Авачинском заливе летом 2022 г.  
Fig. 15. Total iron content in the surface water layer at the monitoring transect in the Avachinsky Gulf in the summer of 2022

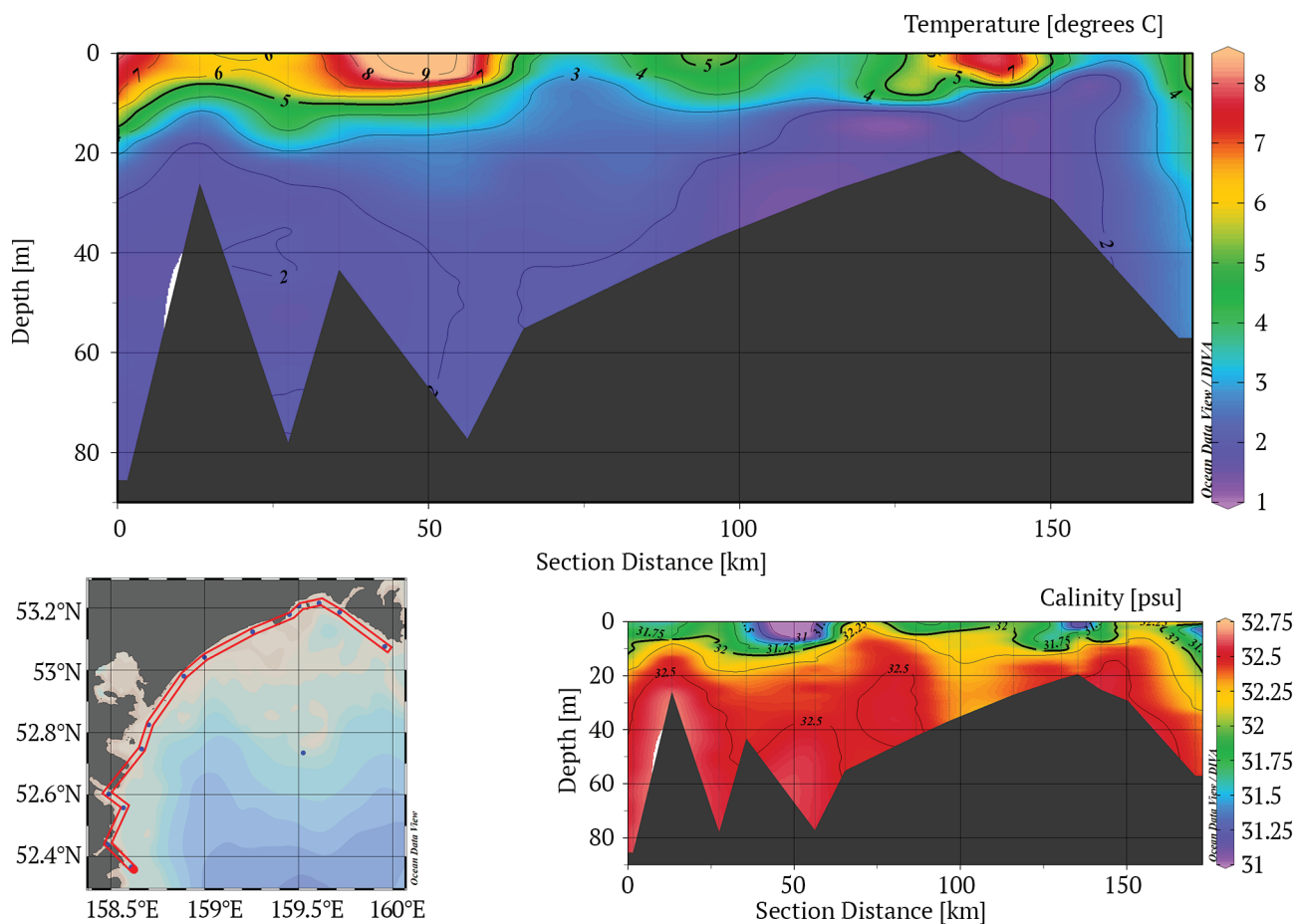


Рис. 16. Вертикальный вдольбереговой разрез по температуре и солености, выполненный в сентябре 2022 г. на акватории Авачинского залива  
Fig. 16. Vertical longshore temperature and salinity transect in the Avachinsky Gulf in September of 2022

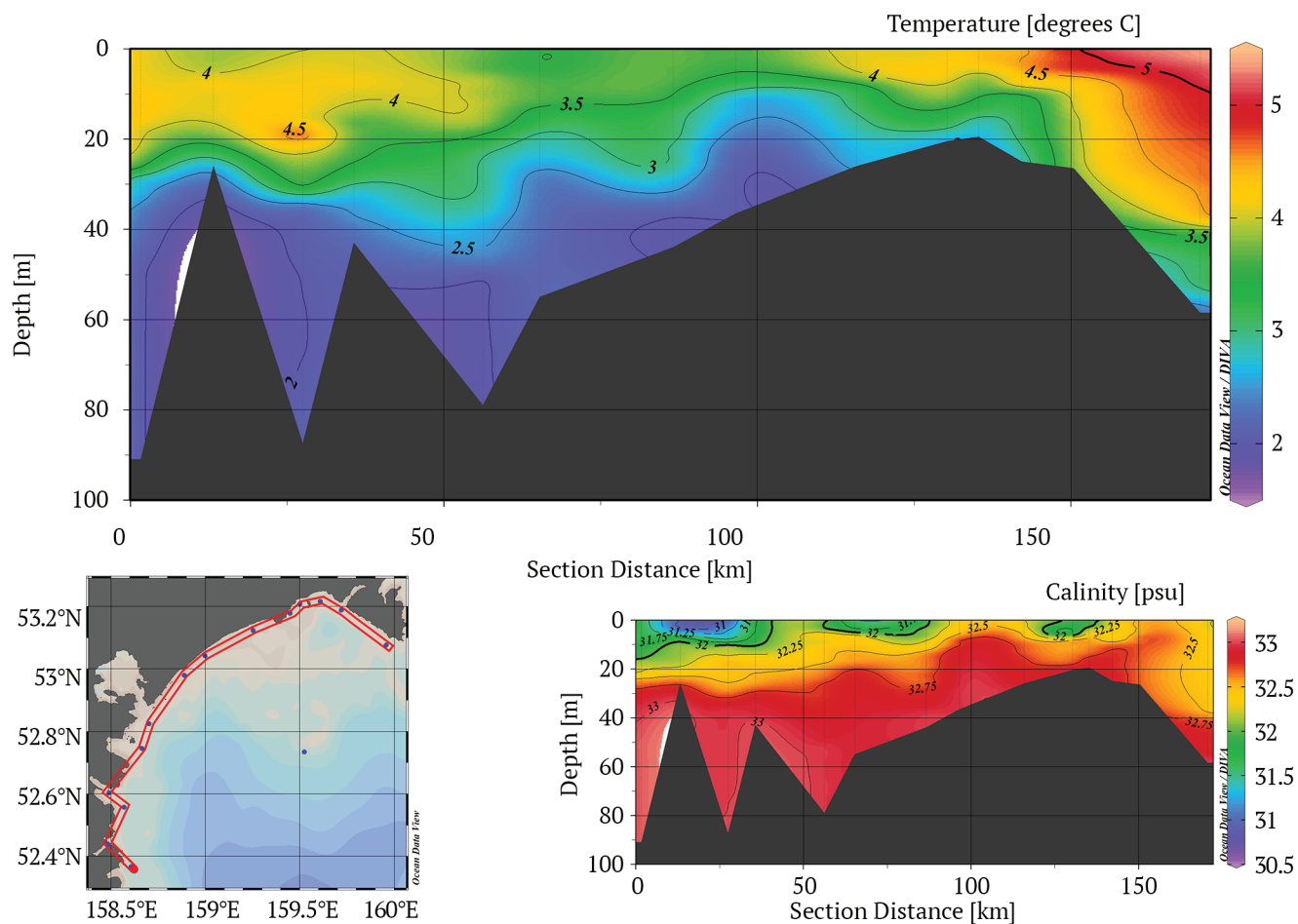


Рис. 17. Вертикальный вдольбереговой разрез по температуре и солености, выполненный в октябре 2022 г. на акватории Авачинского залива  
Fig. 17. Vertical longshore temperature and salinity transect in the Avachinsky Gulf in October of 2022



ся глубже: на отдельных станциях до 40 м (район м. Шипунского), но в среднем около 20 м. Максимальные значения температуры наблюдались в районе м. Шипунского, минимальные — у Халактырского пляжа. Распределение солености в поверхностном слое по-прежнему определялось наличием речного стока, но изогалина 32‰ теперь располагалась ближе к поверхности. Все это говорит о начале развития конвективного перемешивания и уменьшения уровня пресноводного стока в октябре.

В распределении хлорофилла-а по вдольбереговому разрезу октябрьский максимум концентрации этого пигмента отмечен в подповерхностном 10-метровом слое у м. Шипунского (ст. 9) (рис. 17). Здесь же наблюдали максимум численности микроводорослей комплекса ВЦВ и обильное развитие сопутствующего фитопланктона, в котором доминировала *Skeletonema* sp. Кислородные максимумы в подповерхностном слое в северной части разреза (рис. 18) также хорошо соотносятся с местами обильного развития фитопланктона.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Летом и осенью 2022 г. в поверхностном водном слое найдено 22 таксона микроводорослей комплекса ВЦВ. В половине случаев их численность превышала 1000 кл./л. Наиболее часто встречались и были обильными представители родов *Pseudo-nitzschia* (диатомовые водоросли) и *Alexandrium* (динофлагелляты). В октябре в северной части Авачинского залива найдены виды рода *Karenia* с численностью более 1000 кл./л.

Несмотря на «критические» концентрации микроводорослей комплекса ВЦВ, определенные для европейских стран, Канады и др., вредоносного эффекта в прибрежье Восточной Камчатки в 2022 г. не наблюдали. Это в очередной раз подтверждает необходимость выработки региональных нормативов по критическим концентрациям микроводорослей комплекса ВЦВ. Этот процесс желательно сопровождать определением токсичности тканей индикаторных видов гидробионтов, например, двустворчатых моллюсков-фильтраторов. Кроме того, следует продолжить поиск

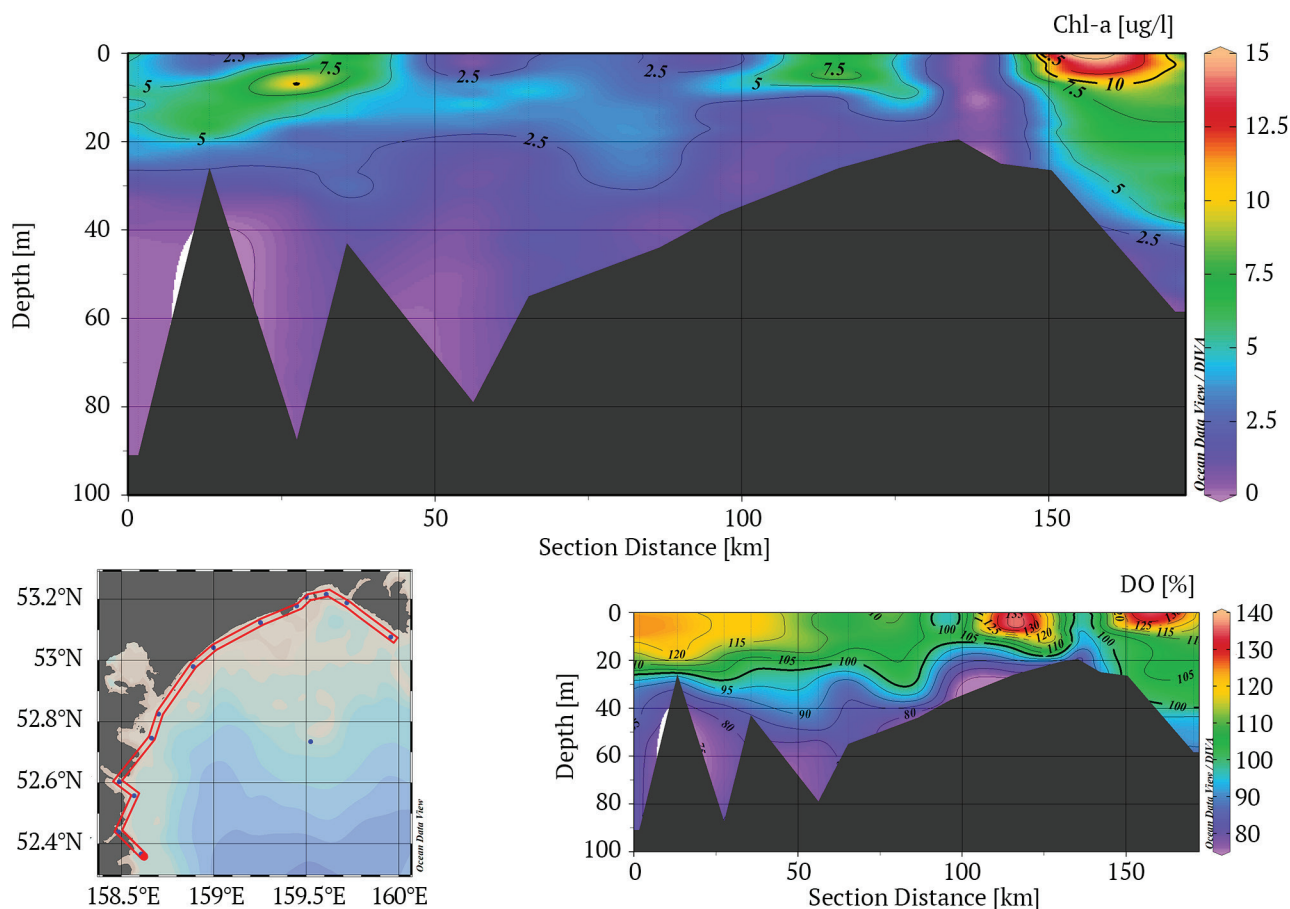


Рис. 18. Вертикальный вдольбереговой разрез по хлорофиллу-а и кислороду, выполненный в октябре 2022 г. на акватории Авачинского залива

Fig. 18. Vertical longshore chlorophyll-a and oxygen content transect in the Avachinsky Gulf in September of 2022

легко определяемого дистанционно триггерного и индикаторного показателя (температура воды? соленость? хлорофилл-*a*?) и его критического значения, начиная с которого следует проводить контроль за микроводорослями комплекса ВЦВ.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Коновалова Г.В. 1995. Красные приливы у Восточной Камчатки (Атлас-справочник). Петропавловск-Камчатский: Камшат. 57 с.
- Коновалова Г.В. 1998. Динофлагелляты (Dinophyta) дальневосточных морей России и сопредельных акваторий Тихого океана. Владивосток: Дальнаука. 300 с.
- Коновалова Г.В. 1999. «Красные приливы» и «цветение» воды в дальневосточных морях России и прилегающих акваториях Тихого океана // Биология моря. Т. 25, № 4. С. 263–273.
- Коновалова Г.В., Селина М.С. 2010. Биота российских вод Японского моря. Т. 8. Динофитовые водоросли (Dinophyta). Владивосток: Дальнаука. 352 с.
- Лепская Е.В. 2008. Потенциально токсичные и токсичные микроводоросли в планктоне юго-западного участка побережья Камчатки // Современное состояние водных биоресурсов: Матер. науч. конф., посвящ. 70-летию С.М. Коновалова. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 578–581.
- Лепская Е.В., Коломейцев В.В. 2021. Фитопланктон отдельных локальностей Берингова моря и Тихого океана в сентябре 2020 г. // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Матер. XXII Междунар. науч. конф. (17–18 ноября 2021 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 147–152.
- Лепская Е.В., Тепнин О.Б., Блохин И.А., Кожевников А.В. 2021. «Красный прилив» у берегов Камчатки // Русская рыба. № 6. С. 60–62.
- Лепская Е.В., Тепнин О.Б., Коломейцев В.В., Устищенко Е.А., Сергеенко Н.В., Виноградова Д.С., Свириденко В.Д., Походина М.А., Щеголькова В.А., Максименков В.В., Полякова А.А., Галямов Р.С., Горин С.Л., Коваль М.В. 2014. Исторический обзор исследований и основные результаты мониторинга Авачинской губы в 2013 г. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 34. С. 5–21.
- Орлова Т.Ю. 2005. «Красные приливы» и токсичные микроводоросли в дальневосточных морях России // Вестник ДВО РАН. № 1. С. 27–31.
- ПНД Ф 14.1:2:3.2-95. Методика измерений массовой концентрации общего железа в природных и сточных водах фотометрическим методом с о-фенантролином. М.: ФЦАО, 2017. 17 с.
- Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями от 12 октября 2018 г., 10 марта 2020 г.). <http://ivo.garant.ru/#/document/71586774/paragraph/2:0>
- Протисты: Руководство по зоологии. Часть 3. 2011. СПб.; М.: Тов-во науч. изданий КМК. 474 с.
- РД 52.10.738-2010. Массовая концентрация фосфатов в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом. М.: ГОИН, 2010. 31 с.
- РД 52.10.740-2010. Массовая концентрация азота нитритного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса. М.: ГОИН, 2010. 27 с.
- РД 52.10.744-2010. Массовая концентрация кремния в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом в виде синей формы молибдодокремневой кислоты. М.: ГОИН, 2010. 14 с.
- РД 52.10.745-2010. Массовая концентрация азота нитратного в морской воде. Методика измерений фотометрическим методом после восстановления в кадмиевом редукторе. М.: ГОИН, 2010. 27 с.
- РД 52.10.773-2013. Массовая концентрация азота аммонийного в морских водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Несслера. М.: ГОИН, 2013. 21 с.
- Санамян Н.П., Коробок А.В., Санамян К.Э. 2022. Последствия замора, вызванного вредоносным цветением водорослей осенью 2020 г. у берегов Камчатки, для гидробионтов в сублиторальной зоне по прошествии двух лет // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Матер. XXIII Междунар. науч. конф. (16–17 ноября 2022 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 17–21.
- Селина М.С., Коновалова Г.В., Морозова Т.В., Орлова Т.Ю. 2006. Род *Alexandrium* Halim, 1960 (Dinophyta) у тихоокеанского побережья России: видовой состав, распределение, динамика // Биология моря. Т. 32, № 6. С. 384–394.
- Andersen P. 1996. Design and Implementation of some Harmful Algal Monitoring Systems // IOC Technical Series. No 44. UNESCO. 116 p.
- Anderson D., Fachon E., Hubbard K., Lefebvre K.A., Lin P., Pickart R., Richlen M., Sheffield G., Van Hemert C. 2022. Harmful Algal Blooms in the

Alaskan Arctic // Oceanography. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2022.121>  
 Identifying of marine phytoplankton. 1997. Ed. C.R. Tomas. USA: Academic Press, 858.  
 Konovalova G.V. 1993. Harmful dinoflagellate blooms along the eastern coast of Kamchatka // Harmful Alga News. No 4. P. 2.  
 Lepskaya E., Efimova K., Shubkin S., Kolomeitsev V. 2018. Toxic “bloom” and Pacific salmon (catch, spawning migrations, production) in the Far Eastern seas of Russia – are there new risks? // NPAFC Technical report. № 11. P. 80–86.  
 Orlova T.Yu. 2011. Report of HAB Case Studies in Amurskii Bay, Vostok Bay and Aniva Bay (Sakhalin) in Russia. NOWPAP CEARAC HAB\_Integrated\_Website [http://www.cearac-project.org/HAB\\_Integrated\\_Website/database/HAB\\_Case\\_Study\\_Russia\\_2010.pdf](http://www.cearac-project.org/HAB_Integrated_Website/database/HAB_Case_Study_Russia_2010.pdf).  
 Orlova T.Yu., Alexanin A.I., Lepskaya E.V., Efimova K.V., Selina M.S., Morozova T.V., Stonik I.V., Kachur V.A., Karpenko A.A., Vinnikov K.A., Adrianov A.V., Mitsunori Iwataki. 2022. A massive bloom of Karenias pecies (Dinophyceae) off the Kamchatka coast, Russia, in the fall of 2020 // Harmful Alga. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2022.102337>

## REFERENCES

- Konovalova G.V. *Krasnyye prilivy u Vostochnoy Kamchatki (Atlas-spravochnik)* [Red tides near Eastern Kamchatka (Atlas-reference book)]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamshat, 1995, 57 p.
- Konovalova G.V. *Dinoflagellyaty (Dinophyta) dalnevostochnykh morey Rossii i sopredelnykh akvatoriy Tikhogo okeana* [Dinoflagellates (Dinophyta) of the Far Eastern Seas of Russia and adjacent water areas of the Pacific Ocean]. Vladivostok: Dalnauka, 1998, 300 p.
- Konovalova G.V. “Red tides” and “bloom” of water in the Far Eastern seas of Russia and the adjacent waters of the Pacific Ocean. *Russian journal of Marine biology*, 1999, vol. 25, No. 4, pp. 263–273. (In Russian)
- Konovalova G.V. *Biota rossiyskikh vod Yaponskogo morya. T. 8. Dinofitovyie vodorosli (Dinophyta)* [Biota of Russian waters of the Sea of Japan. T. 8. Dinophyta algae (Dinophyta)]. Vladivostok: Dalnauka, 2010, 352 p.
- Lepskaya Ye.V. Potentially toxic and toxic microalgae in the plankton of the southwestern coastal area of Kamchatka. *Current state of aquatic bioresources: Mater. scientific conf., dedicated 70th anniversary of S.M. Konovalov*. Vladivostok: TINRO-Center, 2008, pp. 578–581. (In Russian)
- Lepskaya E.V., Kolomeitsev V.V. The phytoplankton of some sites of Bering Sea and Pacific Ocean on September 2020. *Mater. XXII Intern. scientific conf. “Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas”*. (Petropavlovsk-Kamchatsky, November 17–18, 2021). Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2021, pp. 147–152. (In Russian)
- Lepskaya Ye.V., Tepnin O.B., Blokhin I.A., Kozhevnikov A.V. “Krasnyy priliv” u beregov Kamchatki [“Red tide” off the coast of Kamchatka]. *Russkaya ryba*, 2021, no. 6, pp. 60–62.
- Lepskaya E.V., Tepnin O.B., Kolomeitsev V.V., Ushtimenko E.A., Sergeenko N.V., Vinogradova D.S., Sviridenko V.D., Pokhodina M.A., Schegolkova V.A., Maksimenkov V.V., Polyakova A.A., Galyamov R.S., Gorin S.L., Koval M.V. Historical review of studies of Avachinskaya Bay and principle results of complex ecological monitoring 2013. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2014, vol. 34, pp. 5–21. (In Russian)
- Orlova T.Yu. Red tides and toxic microalgae in the far eastern seas of Russia. *Vestnik DVO RAN*, 2005, no. 1, pp. 27–31. (In Russian)
- PND F PND F 14.1:2:3.2-95 *Metodika izmereniy massovoy kontsentratsii obshchego zheleza v prirodnnykh i stochnykh vodakh fotometricheskim metodom s o-fenantrolinom* [Method of measuring the mass concentration of total iron in natural and waste waters by the photometric method with o-phenanthroline]. Moscow: FTSAO, 2017, 17 p.
- Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation of December 13, 2016 No. 552 “On approval of water quality standards for water bodies of fishery significance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fishery significance” (as amended on October 12, 2018, March 10, 2020). Available at: <http://ivo.garant.ru/#/document/71586774/paragraph/2:0>
- Protisty: Rukovodstvo po zoologii. Chast 3* [A Guide to Zoology. Part 3]. SPb.; Moscow: Tov-vo nauch. izdaniy KMK, 2011, 474 p.
- RD 52.10.738-2010. *Massovaya kontsentratsiya fosfatov v morskikh vodakh. Metodika izmereniy fotometricheskim metodom* [Mass concentration of phosphates in sea waters. Measurement technique by photometric method]. Moscow: GOIN, 2010, 31 p.
- RD 52.10.740-2010. *Massovaya kontsentratsiya azota nitritnogo v morskikh vodakh. Metodika izmereniy fotometricheskim metodom s reaktivom Grissa* [Mass concentration of nitrite nitrogen in sea waters. Measurement technique by photometric method with Griess reagent]. Moscow: GOIN, 2010, 27 p.
- RD 52.10.744-2010. *Massovaya kontsentratsiya kremniya v morskoy vode. Metodika izmereniy fo-*



*tometriceskim metodom v vide siney formy molidokremnevoy kisloty* [Mass concentration of silicon in sea water. Photometric measurement technique in the form of a blue form of molybdosilicic acid]. Moscow: GOIN, 2010, 14 p.

RD 52.10.745-2010. *Massovaya kontsentratsiya azota nitratnogo v morskoy vode. Metodika izmereniy fotometriceskim metodom posle vosstanovleniya v kadmiyevom reduktore* [Mass concentration of nitrate nitrogen in sea water. Photometric measurement technique after reduction in a cadmium reducer]. Moscow: GOIN, 2010, 27 p.

RD 52.10.773-2013. *Massovaya kontsentratsiya azota ammoniynogo v morskikh vodakh. Metodika izmereniy fotometriceskim metodom s reaktivom Nesslera* [Mass concentration of ammonium nitrogen in sea waters. Photometric measurement technique with Nessler's reagent]. Moscow: GOIN, 2013, 21 p.

Sanamyan N.P., Korobok A.V., Sanamyan K.E. The consequences of negative ecological situation caused by a harmful algae bloom in autumn 2020 near coast of Kamchatka for hydrobionts in the subtidal zone after two years. Mater. XXIII Intern. scientific conf. "Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas". (Petropavlovsk-Kamchatsky, November 16–17, 2022). Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2022, pp. 17–21. (In Russian)

Selina M.S., Konovalova G.V., Morozova T.V., Orlova T.Yu. Genus *Alexandrium* Halim, 1960 (Dinophyta) from the Pacific coast of Russia: species composition, distribution, and dynamics. *Russian Journal of Marine Biology*, 2006, vol. 32, no. 6, pp. 321–332.

Andersen P. Design and Implementation of some Harmful Algal Monitoring Systems. *IOC Technical Series*, 1996, no. 44, UNESCO, 116 p.

Anderson D., Fachon E., Hubbard K., Lefebvre K.A., Lin P., Pickart R., Richlen M., Sheffield G., Van Hemert C. Harmful Algal Blooms in the Alaskan Arctic. *Oceanography*, 2022. <https://doi.org/10.5670/oceanog.2022.121>

Tomas C.R. (Ed.). Identifying of marine phytoplankton. USA: Academic Press, 1997, 858.

Konovalova G.V. Harmful dinoflagellate blooms along the eastern coast of Kamchatka. *Harmful Alga News*, 1993, no. 4, p. 2.

Lepskaya E., Efimova K., Shubkin S., Kolomeitsev V. Toxic "bloom" and Pacific salmon (catch, spawning migrations, production) in the Far Eastern seas of Russia – are there new risks? *NPAFC Technical report*, 2018, no. 11, pp. 80–86.

Orlova T.Yu. Report of HAB Case Studies in Amurskii Bay, Vostok Bay and Aniva Bay (Sakhalin) in Russia. *NOWPAP CEARAC HAB*, 2011. \_Integrated\_Website

[http://www.cearac-project.org/HAB\\_Integrated\\_Website/database/HAB\\_Case\\_Study\\_Russia\\_2010.pdf](http://www.cearac-project.org/HAB_Integrated_Website/database/HAB_Case_Study_Russia_2010.pdf).

Orlova T.Yu., Alexanin A.I., Lepskaya E.V., Efimova K.V., Selina M.S., Morozova T.V., Stonik I.V., Kachur V.A., Karpenko A.A., Vinnikov K.A., Adrianov A.V., Mitsunori Iwataki. A massive bloom of *Karenias* species (Dinophyceae) off the Kamchatka coast, Russia, in the fall of 2020. *Harmful Alga*, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2022.102337>

### Об авторах

Е.В. Лепская — канд. биол. наук, зав. лабораторией Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

О.Б. Тепнин — зав. сектором Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

В.В. Коломейцев — вед. специалист Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

Ю.К. Курбанов — и. о. зав. лабораторией Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

И.А. Блохин — ст. специалист Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

В.А. Русанова — специалист Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

### About the authors

Ekaterina V. Lepskaya – Ph. D. (Biology), Head of Lab. (KamchatNIRO)

Oleg B. Tepnin – Head of Division (KamchatNIRO)

Vladimir V. Kolomeytsev – Leading Specialist (KamchatNIRO)

Yury K. Kurbanov – acting Head of Lab. (KamchatNIRO)

Ivan A. Blokhin – Senior Specialist (KamchatNIRO)

Valentina A. Rusanova – Specialist (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 01.12.2022

Одобрена после рецензирования: 10.12.2022

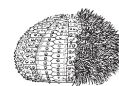
Статья принята к публикации: 15.12.2022



Краткое сообщение / Short communication article

УДК 593.94:593.95(265.53)

doi:10.15853/2072-8212.2022.67.61-68



## БИОМАССА ОПИУРОИДЕА И *ECHINARACHNIUS PARMA* НА УЧАСТКЕ ЗАПАДНОКАМЧАТСКОГО ШЕЛЬФА В 2013–2016 ГГ.

Архипова Елена Анатольевна

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, [kamarhipova@mail.ru](mailto:kamarhipova@mail.ru)

**Аннотация.** По результатам дночерпательных съемок, выполненных в 2013–2016 гг., приводятся данные по биомассе (г/м<sup>2</sup>) доминирующего вида морских ежей *Echinarachnius parma* и комплекса видов офиур на участке Западно-Камчатского шельфа. Средняя для обследованного участка биомасса *E. parma* изменялась по годам и в 2013 г. составила  $45,298 \pm 25,582$  г/м<sup>2</sup>, в 2014 г. —  $48,784 \pm 26,561$  г/м<sup>2</sup>, в 2015 г. —  $19,557 \pm 11,678$  г/м<sup>2</sup>, в 2016 г. —  $18,957 \pm 13,192$  г/м<sup>2</sup>. Руководящую роль среди иглокожих обследованного района по биомассе (г/м<sup>2</sup>) занимают плоские ежи, а по плотности поселения (экз./м<sup>2</sup>) — офиуры. Отмечено 11 видов офиур из четырех семейств. Среди офиур по плотности поселения самыми распространенными видами являются *Amphiodia craterodmeta* и *Ophiura quadrispina*.

**Ключевые слова:** западнокамчатский шельф, биомасса, Ophiuroidea, *Echinarachnius parma*

**Для цитирования:** Архипова Е.А. Биомасса Ophiuroidea и *Echinarachnius parma* на участке западнокамчатского шельфа в 2013–2016 гг. // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2022. № 67. С. 61–68.

## BIOMASS OF OPHIUROIDEA И *ECHINARACHNIUS PARMA* ON A PLOT OF THE WEST KAMCHATKA SHELF IN 2013–2016

Elena A. Arkhipova

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, [kamarhipova@mail.ru](mailto:kamarhipova@mail.ru)

**Abstract.** According to the results of bottom grab surveys carried out in 2013–2016, data on the biomass (g/m<sup>2</sup>) of the dominant sea urchin species *Echinarachnius parma* and the complex of brittle stars on a plot of the West Kamchatka shelf are given. The average biomass of *Echinarachnius parma* for the surveyed plot varied over the years and in 2013 was  $45.298 \pm 25.582$  g/m<sup>2</sup>, in 2014 –  $48.784 \pm 26.561$  g/m<sup>2</sup>, in 2015 –  $19.557 \pm 11.678$  g/m<sup>2</sup>, in 2016 –  $18.957 \pm 13.192$  g/m<sup>2</sup>. In terms of biomass on the surveyed plot (g/m<sup>2</sup>) the main role among the echinoderms belongs to flat sand dollars, and in terms of population density (ind./m<sup>2</sup>) – to brittle stars. 11 species of brittle stars from 4 families were noted. In terms of population density the most common species among the brittle stars are *Amphiodia craterodmeta* and *Ophiura quadrispina*.

**Keywords:** West Kamchatka shelf, biomass, Ophiuroidea, *Echinarachnius parma*

**For citation:** Arkhipova E.A. Biomass of Ophiuroidea и *Echinarachnius parma* on a plot of the West Kamchatka shelf in 2013–2017 // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean. 2022. Vol. 67. P. 61–68. (In Russian)

Изучение спектра питания донных промысловых видов рыб и крабов побережья Камчатки начато достаточно давно. Для камчатского (*Paralithodes camtschaticus*) и равношипного (*Lithodes aequispinus*) крабов (Левин, 2001; Тарвердиева, 2003; Чучукало и др., 2016); а также для палтусовидной (*Hippoglossoides dubius*), бородавчатой (*Clidoderma asperum*), желтоперой камбал (*Limanda aspera*) (Дулепова, Борец, 1990; Микулич, 1954; Носов, 1972; Дьяков, 2011) кормом могут служить морские ежи *Echinarachnius parma* и офиуры.

В ранних исследованиях многие авторы основное внимание уделяли анализу бентоса западнокамчатского шельфа в целом, но в каче-

стве доминирующей группы они выделяли группу иглокожих, в частности плоских морских ежей (Гордеева, 1948; Нейман, 1983; Надточий, 1984; Надточий и др., 2007). Высокие значения биомасс *Echinarachnius parma* приурочены к району шельфа между 54° и 56° с. ш., офиур — между 57° и 58° с. ш. (Надточий и др., 2007).

Цель настоящего исследования заключалась в оценке межгодовой изменчивости наиболее многочисленного представителя класса Echinoidea — *E. parma*, а также видового состава и биомассы представителей класса Ophiuroidea по материалам съемок, выполненных на участке западнокамчатского шельфа в 2013–2016 гг.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Количественный сбор зообентоса выполнен на мягких грунтах участка западнокамчатского шельфа в 2013–2016 г. во время рейсов на научно-исследовательских судах НИС «Профессор Пробатов» и НИС «ТИНРО». Ежегодно границы участка (54° с. ш. 154° в. д. до 58° с. ш. 156° в. д.) и количество дночерпательных станций (28) оставались постоянными на протяжении всего периода исследований (интервал глубин 16–565 м) (рис. 1). Пробы бентоса собраны дночерпателем «Океан-50» с площадью раскрытия 0,25 м<sup>2</sup> по стандартной методике А.А. Нейман (1983).

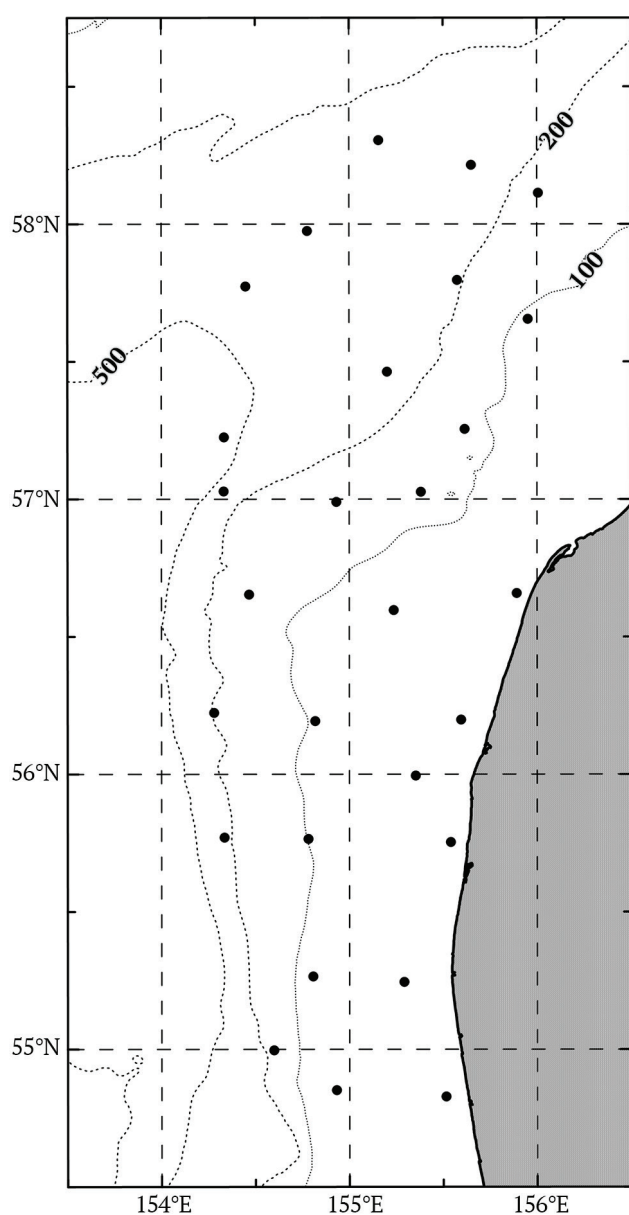


Рис. 1. Карта-схема станций, выполненных на участке западнокамчатского шельфа в 2013–2016 гг.  
Fig. 1. The schematic map of stations on the part of the West Kamchatka shelf surveyed in 2013–2016

На каждой станции отбор проб проводился в трехкратной повторности с параллельной визуальной оценкой и описанием грунтов. Пробы промывали морской забортовой водой через систему сит, мягкое капроновое сито с размером ячеей 1 мм. Оставшиеся на сите беспозвоночные вместе с непромытыми частицами грунта фиксировали 4%-м формалином. Камеральную обработку проб бентоса осуществляли в стационарных лабораторных условиях. Проводили выборку животных с их дальнейшей сортировкой по основным таксономическим группам и фиксацией 75%-м этиловым спиртом. В ходе таксономической обработки проводили взвешивание экземпляров каждого вида с точностью до 1 мг с дальнейшим пересчетом на 1 м<sup>2</sup>. Всего за указанный период выполнено 112 станций, собрано и обработано 336 проб бентоса.

Определение видовой принадлежности офиур шельфа Западной Камчатки проводили по А.М. Дьяконову (1954) с дальнейшей идентификацией их таксономического положения в соответствии с международным регистром WoRMS (<https://www.marinespecies.org/index.php>).

В 2013 г. для каждой станции биомассу офиур определяли общим взвешиванием животных без деления на виды, в 2014–2016 гг. проводили видовое определение офиур, взвешивание и подсчет по видам. В 2013 г. таксономическая принадлежность офиур была определена А.В. Мартыновым (Архипова, Мартынов, 2015), в 2014–2016 гг. — автором.

Встречаемость таксона (р) рассчитывали как отношение числа станций, где он был обнаружен, к их общему числу. Выражена в процентах.

Карты пространственного распределения биомассы построены с помощью ГИС «Картмастер 4.1» (Бизиков и др., 2013). Согласно «Руководству пользователя» геоинформационной системы «Картмастер», в наших расчетах использованы: параметры съемки (ловушечные), единицы измерения (г/м<sup>2</sup>), глубины карты (16–565 м), расчетная область (размерность сетки 500×500), оконтуривание (28 дночерпательных станций), расчет карты распределения (метод 2D-сплайн без учета глубины).

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На шельфе Западной Камчатки основное значение в образовании средней биомассы среди иглокожих принадлежит *E. parma* (Гордеева, 1948; Нейман, 1983; Надточий, 1984; Надточий и др., 2007).

За период наблюдений с 2013–2016 гг. средняя биомасса плоских морских ежей уменьшилась (таблица 1).

В 2013–2016 гг. *E. parma* обнаружены преимущественно на глубинах от 90 до 107 м на илисто-песчаных грунтах. В разные годы в зависимости от станции их общая биомасса изменялась от 0,04 до 583,16 г/м<sup>2</sup>.

В период исследований 2013–2016 гг. частота встречаемости *E. parma* оставалась примерно на одинаковых уровнях (таблица 2).

В 2013–2016 гг. высокие значения биомасс *E. parma* приурочены к району шельфа между 54° и 56° с. ш. (рис. 2, 3). В.А. Надточий и соавт. (2007) отмечали, что в этом районе в 1982–2004 гг. ве-

дущая роль в формировании биомассы иглокожих принадлежала именно данному виду.

В 2013–2016 гг. офиуры обнаружены на глубинах от 11 до 595 м. Отмечено 11 видов из четырех семейств. Общая биомасса изменялась от 0,026 до 110,187 г/м<sup>2</sup> с максимальными значениями на глубинах от 102 до 128 м на песчано-галечном грунте с примесью ила; средняя биомасса — от 1,549 ± 0,653 до 7,167 ± 3,988 г/м<sup>2</sup>. На разных станциях видовое богатство Ophiuroidea варьировало от 1 до 11 таксонов. Видовой состав, средние значения биомасс (г/м<sup>2</sup>) Ophiuroidea (Echinodermata) западнокамчатского шельфа в 2013–2016 гг. представлены в таблице 3.

Таблица 1. Средняя биомасса (г/м<sup>2</sup>) *Echinarachnius parma* и Ophiuroidea на участке западнокамчатского шельфа в 2013–2016 гг.  
Table 1. Average biomass (g/m<sup>2</sup>) of *Echinarachnius parma* and Ophiuroidea on a plot of the West Kamchatka shelf in 2013–2016

Таксон Taxon	Год исследования / Year of survey			
	2013	2014	2015	2016
	Средняя биомасса, г/м <sup>2</sup> / Average biomass (g/m <sup>2</sup> )			
<i>Echinarachnius parma</i>	45,298 ± 25,582	48,784 ± 26,561	19,557 ± 11,678	18,957 ± 13,192
Ophiuroidea	5,931 ± 2,959	1,549 ± 0,653	6,056 ± 2,157	7,167 ± 3,988

Таблица 2. Частота встречаемости (%) представителей типа Echinodermata на западнокамчатском шельфе в 2013–2016 гг.

Table 2. Occurrence frequency (%) of Echinodermata representatives on the West Kamchatka shelf in 2013–2016

Год исследования / Year of survey	2013	2014	2015	2016
<b><i>Echinarachnius parma</i></b>	<b>36</b>	<b>36</b>	<b>32</b>	<b>32</b>
<i>Ophiura leptoctenia</i>	54	76	61	43
<i>O. maculata</i>	39	27	25	29
<b><i>O. quadrispina</i></b>	<b>46</b>	<b>46</b>	<b>36</b>	<b>100</b>
<i>Ophiacantha bidentata</i>	36	32	25	7
<i>Ophiolimna antarctica</i>	4	—	—	—
<b><i>Amphiodia craterodmeta</i></b>	<b>64</b>	<b>88</b>	<b>57</b>	<b>75</b>
<i>Amphiura beringiana</i>	7	—	—	4
<i>A. psilopora</i>	4	4	—	—
<i>A. sundevalli</i>	18	4	25	11
<i>A. ushakovi</i>	39	—	—	10
<i>Amphiura</i> sp.	0	44	18	61
<i>Ophiopholis japonica</i>	14	10	—	—

Таблица 3. Видовой состав, средние значения биомасс (г/м<sup>2</sup>) Ophiuroidea (Echinodermata) западнокамчатского шельфа в 2013–2016 гг.

Table 3. Species composition, average biomass (g/m<sup>2</sup>) of Ophiuroidea (Echinodermata) on the West Kamchatka shelf in 2013–2016

Класс Class	Семейство Family	Вид Species	Год исследования / Year of survey			
			2013*	2014	2015	2016
			Средняя биомасса, г/м <sup>2</sup> / Average biomass, g/m <sup>2</sup>			
Ophiuroidea	Ophiuridae	<i>Ophiura leptoctenia</i>	—	0,799 ± 0,387	2,17 ± 1,177	1,856 ± 1,220
		<i>O. maculata</i>	—	0,071 ± 0,054	0,414 ± 0,285	0,4961 ± 0,445
		<i>O. quadrispina</i>	—	0,251 ± 0,170	2,627 ± 1,180	1,654 ± 0,520
	Ophiacanthidae	<i>Ophiacantha bidentata</i>	—	0,081 ± 0,036	0,214 ± 0,117	0,084 ± 0,080
		<i>Amphiodia craterodmeta</i>	—	0,276 ± 0,173	0,558 ± 0,240	2,782 ± 2,258
	Amphiuridae	<i>Amphiura beringiana</i>	—	—	—	0,011 ± 0,011
		<i>A. psilopora</i>	—	0,003 ± 0,002	—	—
		<i>A. sundevalli</i>	—	0,002 ± 0,001	0,051 ± 0,037	0,097 ± 0,063
		<i>A. ushakovi</i>	—	—	—	0,062 ± 0,040
	Ophiopholidae	<i>Amphiura</i> sp.	—	0,066 ± 0,054	0,022 ± 0,012	0,122 ± 0,094
		<i>Ophiopholis japonica</i>	—	0,002 ± 0,001	—	—
		<i>Ophiuroidea</i> fam. sp.	5,931 ± 2,959	—	—	—
		Итого / Total	5,931 ± 2,959	1,549 ± 0,653	6,056 ± 2,157	7,167 ± 3,988

\*Взвешивание офиур по видовой принадлежности не проводилось (the ophiuroids were not weighed by species)



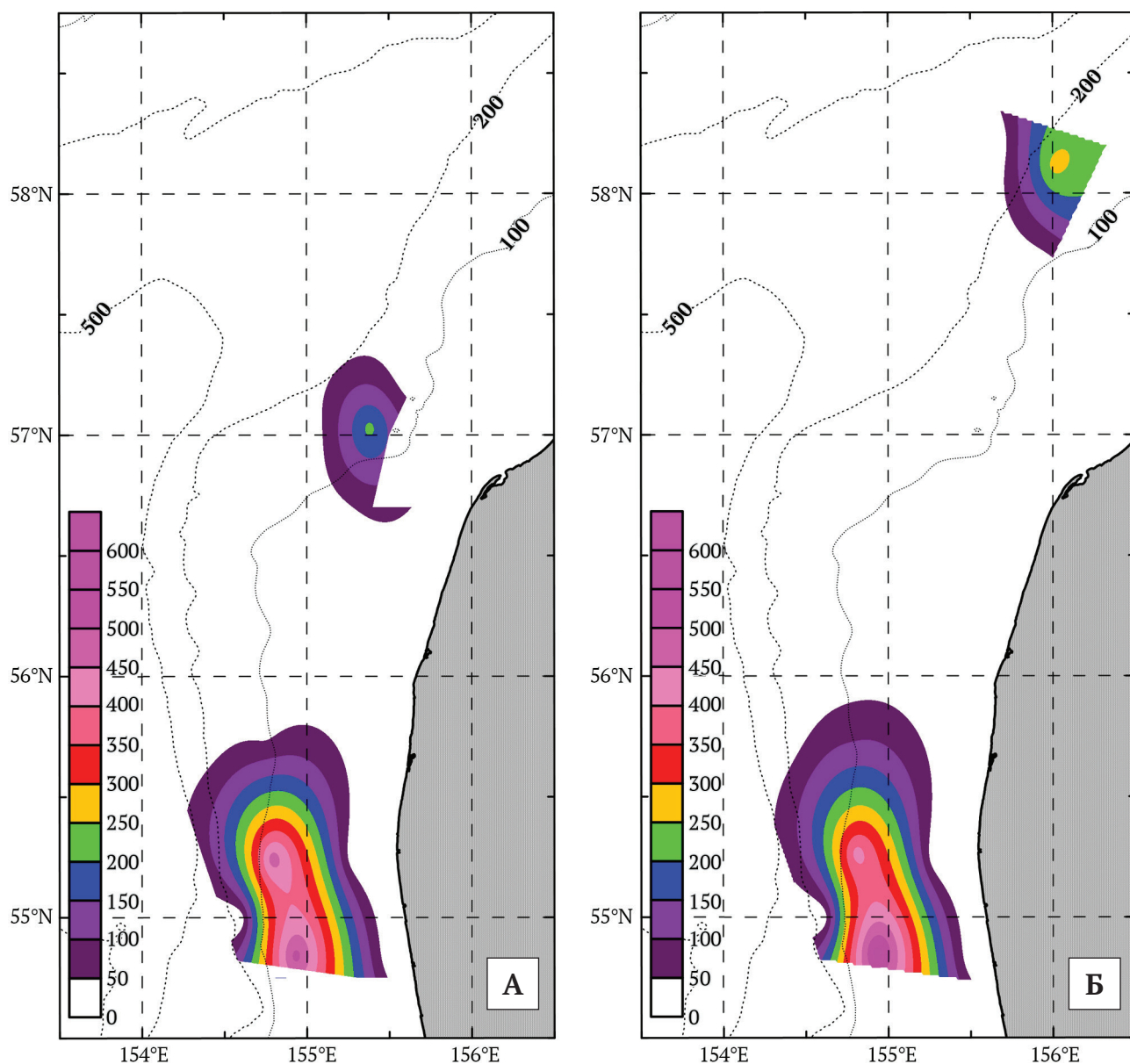


Рис. 2. Биомассы *Echinarachnius parma* на западнокамчатском шельфе по результатам дночерпательных съемок, выполненных в 2013 г. (А) и 2014 г. (Б)  
 Fig. 2. The biomass of *Echinarachnius parma* on the West Kamchatka shelf on the results of bottom grab surveys carried out in 2013 (A), 2014 (B)

На западнокамчатском шельфе Охотского моря в 2013–2016 гг. по средней плотности поселения (шт./м<sup>2</sup>) наиболее массовыми были *Ophiura quadrispina* и *Amphiodia craterodmeta*, занимая по частоте встречаемости ведущую роль (табл. 3).

На шельфе Западной Камчатки в 2013–2016 гг. значения биомасс офиур наиболее высоки между 57° и 58° с. ш. (рис. 4, 5). Схожую картину в северной части западнокамчатского шельфа отмечали В.А. Надточий с соавторами (2007), указывая на повышенную их биомассу на данном участке.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На западнокамчатском шельфе руководящую роль среди иглокожих по биомассе (г/м<sup>2</sup>) занимают плоские ежи, а по плотности поселения (шт./м<sup>2</sup>) — офиуры. Высокие значения биомасс плоских морских ежей приходятся на район шельфа в пределах координат 54°–56° с. ш. на глубинах от 90 до 107 м на илисто-песчаных грунтах; офиур — между 57° и 58° с. ш. на глубинах от 102 до 128 м на песчано-галечном грунте с примесью ила. Отмечено 11 видов офиур из четырех семейств. Среди офиур самыми распространенными по частоте встречаемости являются *Amphiodia craterodmeta* и *Ophiura quadrispina*.



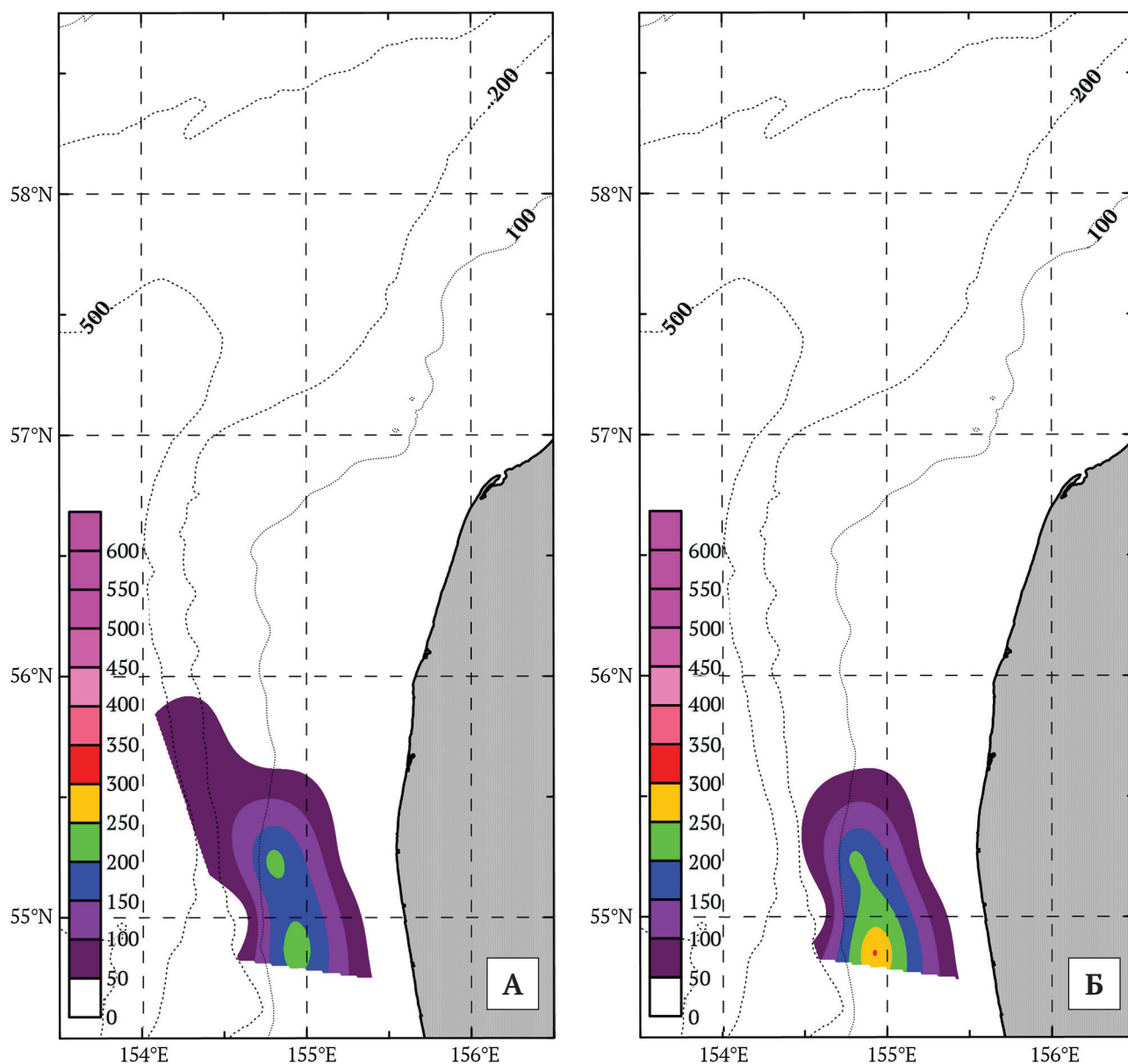


Рис. 3. Биомассы *Echinarachnius parma* на западнокамчатском шельфе по результатам дночерпательных съемок, выполненных в 2015 г. (А) и 2016 г. (Б)  
 Fig. 3. The biomass of *Echinarachnius parma* on the West Kamchatka shelf on the results of bottom grab surveys carried out in 2015 (А), 2016 (Б)

#### СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Архипова Е.А., Мартынов А.В. 2015. Видовой состав, распределение численности и биомасса офиур (Echinodermata: Ophiuroidea) на Западно-Камчатском шельфе Охотского моря // Тез. докл. Второй Всерос. конф. по иглокожим (18–19 февраля 2015 г.). М.: ПИН РАН. С. 2–3.
- Бизиков В.А., Буяновский А.И., Гончаров С.М., Поляков А.В., Попов С.Б., Сидоров Л.К. 2013. Базы данных и информационные системы в управлении водными биологическими ресурсами / Матер. I науч. школы молодых ученых и специалистов по рыбному хозяйству и экологии. М.: ВНИРО. С. 108–133.
- Гордеева К.Г. 1948. Материалы по количественному изучению зообентоса Западно-Камчатского шельфа // Изв. ТИНРО. Т. 26. С. 131–198.
- Дуленова Е.П., Борец Л.А. 1990. Состав, трофическая структура и продуктивность донных сообществ на шельфе Охотского моря // Изв. ТИНРО. Т. 111. С. 39–48.
- Дьяков Ю.П. 2011. Питание дальневосточных камбал (Pleuronectiformes) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 21. С. 5–72.
- Дьяконов А.М. 1954. Офиуры (змеехвостки) морей СССР. М.-Л.: АН СССР. 185 с.

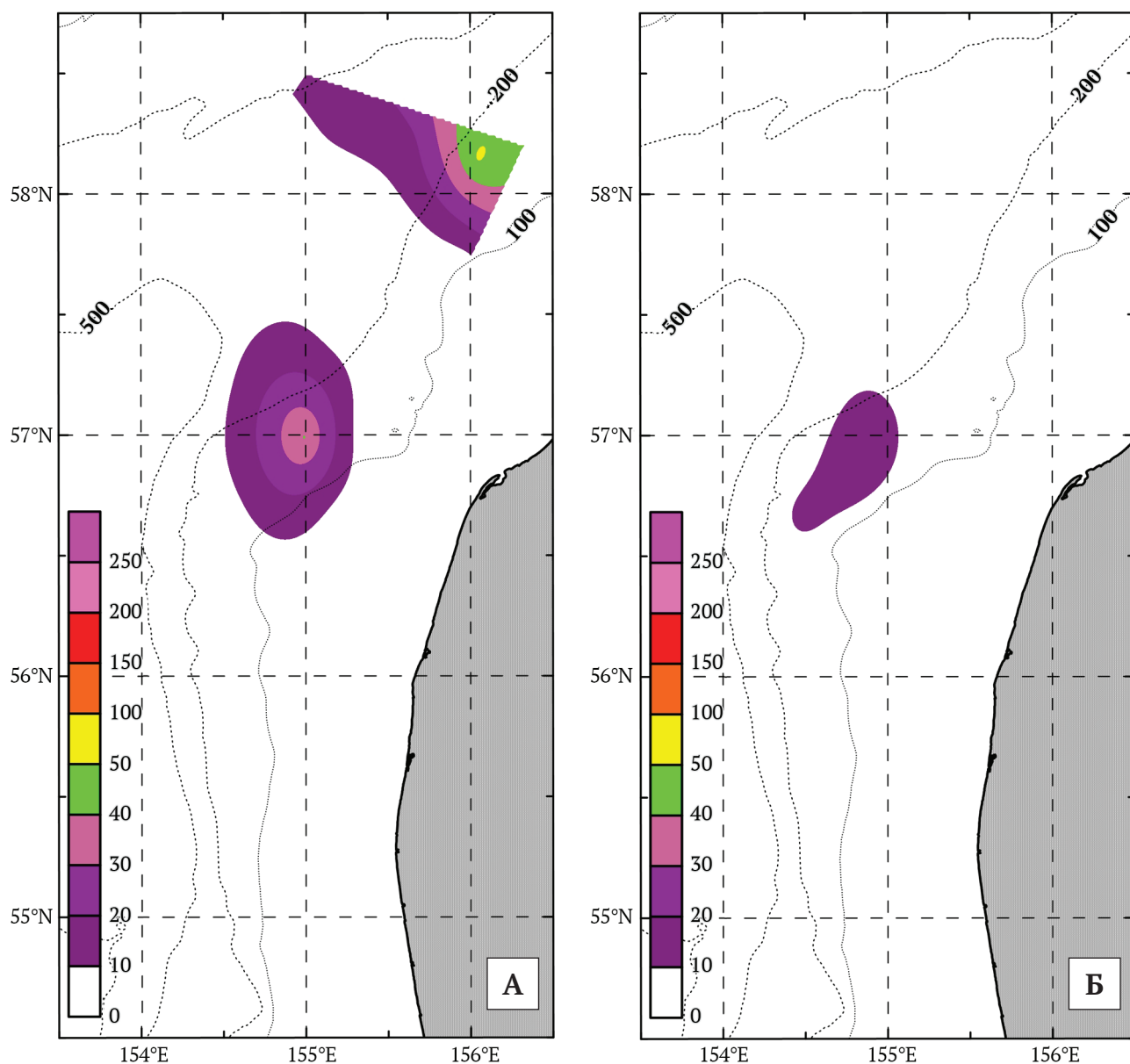


Рис. 4. Биомассы класса Ophiuroidea на западнокамчатском шельфе по результатам дночерпательных съемок, выполненных в 2013 г. (А) и 2014 г. (Б)  
 Fig. 4. The biomass of Ophiuroidea on the West Kamchatka shelf on the data of bottom grab surveys carried out in 2013 (А), 2014 (Б)

Левин В.С. 2001. Камчатский краб *Paralithodes camtschaticus*. Биология, промысел, воспроизводство. СПб.: Ижица. 198 с.

Микулич Л.В. 1954. Питание камбал у берегов Южного Сахалина и Южных Курильских островов // Изв. ТИНРО. Т. 39. С. 136–235.

Надточий В.А. 1984. О многолетней изменчивости в количественном распределении бентоса на западнокамчатском шельфе // Изв. ТИНРО. Т. 109. С. 126–128.

Надточий В.А., Будникова Л.Л., Безруков Р.Г. 2007. Некоторые результаты бонитировки бентоса в российских водах дальневосточных морей: состав и количественное распределение (Охотское море) // Изв. ТИНРО. Т. 149. С. 310–337.

Нейман А.А. 1983. Рекомендации по исследованию бентоса шельфов. М.: ВНИРО. 24 с.

Носов Э.В. 1972. О распределении бородавчатой камбалы — *Clidoderma asperrimum* Temm. A. Schleg — в северо-западной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. Т. 81. С. 252–253.

Тарвердиева М.И. 2003. О пинании молоди камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) в губе Териберка Баренцева моря // Тр. ВНИРО. Т. 142. С. 92–102.

Чучукало В.И., Надточий В.А., Напазаков В.В., Борилко А.Ю., Нурденко С.А. 2016. Питание и некоторые черты экологии крабов равношипного *Lithodes aequispinus* и угловатого *Chionoecetes angulatus* в водах Северо-Западной Камчатки в осенний пери-

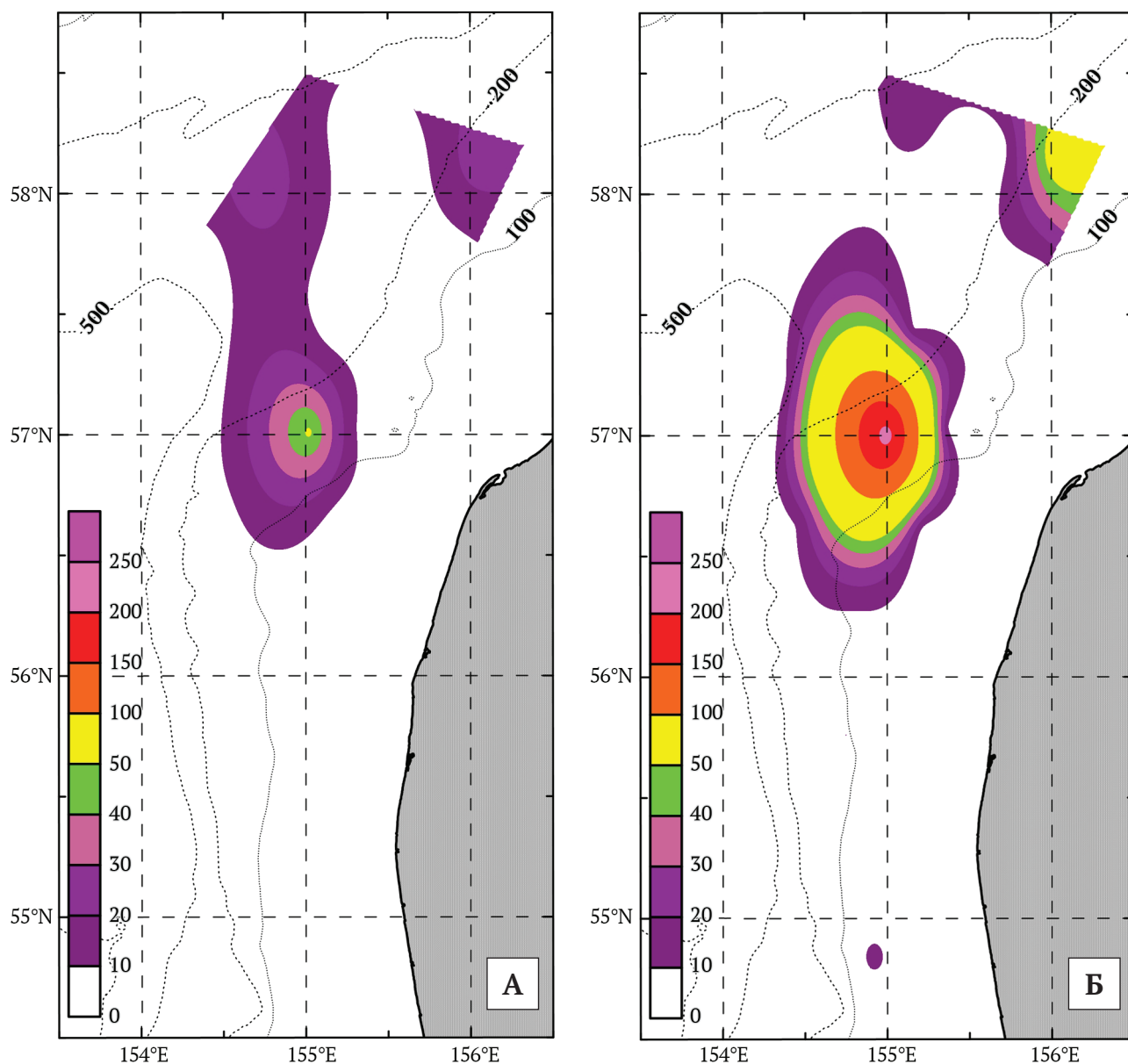


Рис. 5. Биомассы класса Ophiuroidea на западнокамчатском шельфе по результатам дночерпательных съемок, выполненных в 2015 г. (А) и 2016 г. (Б)  
Fig. 5. The biomass of Ophiuroidea on the West Kamchatka shelf on the data of bottom grab surveys carried out in 2015 (A), 2016 (B)

од// Морской биологич. журнал. Т. 1, № 2. С. 51–60.  
<https://www.marinespecies.org/index.php>

## REFERENCES

- Arkhipova E.A., Martynov A.V. Species composition, abundance distribution and biomass of brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) on the West Kamchatka shelf of the Sea of Okhotsk. *Abstracts of the report of the Second All-Russian Conference on Echinoderms* (February 18–19, 2015). Moscow: PIN RAN, pp. 2–3. (In Russian)
- Bizikov V.A., Buyanovskiy A.I., Goncharov S.M., Polyakov A.V., Popov S.B., Sidorov L.K. Databases and information systems in the management of aquatic biological resources. *Materials I scientific schools for young scientists and specialists in fisheries and ecology*. Moscow: VNIRO, 2013, pp. 108–133. (In Russian)
- Gordeeva K.G. Materials on the quantitative study of the zoobenthos of the West Kamchatka shelf. *Izvestia TINRO*, 1948, vol. 26, pp. 131–198. (In Russian)
- Dulepova Ye.P., Borets L.A. Composition, trophic structure and productivity of benthic communities on the shelf of the Sea of Okhotsk. *Izvestia TINRO*, 1990, vol. 111, pp. 39–48. (In Russian)
- Diakov Yu.P. Feeding by Far East Flounders (Pleuronectiformes). *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west*

part of the Pacific Ocean, 2011, vol. 21, pp. 5–72. (In Russian)

Dyakonov A.M. *Ophiury (zmeyekhvostki) morey SSSR* [Ophiurs (Snaketails) of the seas of the USSR]. M.-L.: Academy of Sciences of the USSR, 1954, 185 p.

Levin V.S. *Kamchatskiy krab Paralithodes camtschaticus. Biologiya, promysel, vosпроизводство* [King crab *Paralithodes camtschaticus*. Biology, fishing, reproduction]. St. Petersburg: Izhitsa, 2001, 198 p.

Mikulich L.V. Feeding by flounder off the coast of South Sakhalin and the South Kuril Islands. *Izvestia TINRO*, 1954, vol. 39, pp. 136–235. (In Russian)

Nadtochiy V.A. On long-term variability in the quantitative distribution of benthos on the Western Kamchatka shelf. *Izvestia TINRO*, 1984, vol. 109, pp. 126–128. (In Russian)

Nadtochy V.A., Budnikova L.L., Bezrukov R.G. Some results of benthos researchers in the Russian Far Eastern Seas: composition and quantitative distribution (Bering Sea). *Izvestiya TINRO*, 2008, vol. 153, pp. 264–282. (In Russian)

Neyman A.A. *Rekomendatsii po issledovaniyu bentosa shelfov* [Recommendations about research of benthos]. Moscow: VNIRO, 1983, 24 p.

Nosov E.V. On the distribution of the warty flounder – *Clidoderma asperrimum* Temm. A. Schleg – in the Pacific Northwest. *Izvestiya TINRO*, 1972, vol. 81, pp. 252–253. (In Russian)

Tarverdieva M.I. On the Feeding of immature king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in the Teriberka Bay of the Barents Sea. *Trudy VNIRO*, 2003, vol. 142, pp. 92–102. (In Russian)

Chuchukalo V.I., Nadtochy V.A., Napazakov V.V., Borilko O.Yu., Nuzhdenko S.A. Nutrition and some features of ecology of golden king crab *Lithodes aequispinus* and triangle tanner crab *Chionoecetes angulatus* in the waters of the North-Western Kamchatka in autumn period. *Marine biological journal*, 2016, vol. 1, no. 2, pp. 51–60. (In Russian)

### **Информация об авторе**

Е.А. Архипова — канд. биол. наук, специалист Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

### **Information about the author**

Elena A. Arkhipova – Ph. D. (Biology), specialist (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 19.10.2022

Одобрена после рецензирования: 20.11.2022

Статья принята к публикации: 05.12.2022



## ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Публикация статей для аспирантов бесплатна.

Решение о публикации принимается редакционной коллегией журнала после рецензирования, с учетом научной значимости и актуальности предоставленного материала. Статьи, отклоненные редколлегией, повторно не принимаются и не рассматриваются.

Редколлегия журнала оставляет за собой право изменять название статей по согласованию с авторами, а также вносить сокращения и иные редакционные правки в рукопись.

### Положение об ответственности авторов

Авторы гарантируют, что направленный для публикации материал не был ранее опубликован на русском языке, а также не находится на рассмотрении в другом журнале.

Авторы гарантируют, что в предоставляемом материале соблюдены все авторские права: среди авторов указаны только те, кто сделал значительный вклад в исследование, все заимствованные фрагменты (текстовые цитаты, таблицы, рисунки и формулы) процитированы корректно, с указанием источников, позволяющих идентифицировать их авторов.

Авторы осознают, что факты научной недобросовестности, выявленные как в процессе рецензирования, так и после публикации статьи (плагиат, повторная публикация, раскрытие защищенных данных), могут повлечь не только снятие статьи с публикации, но и уголовное преследование со стороны тех, чьи права будут нарушены в результате обнародования текста.

Статьи авторов, которые не могут или не считают нужным нести ответственность за предоставляемые материалы, редакцией не рассматриваются.

### Предоставление статей

В редакцию журнала направляются статьи обязательно и в электронном, и в печатном виде. На каждом листе печатного варианта — личная подпись автора и дата.

Электронные материалы должны содержать в отдельном виде следующие файлы:

- текстовый файл;
- файлы, содержащие иллюстрации (один рисунок — один файл. Графики и диаграммы — в Excel, таблицы — в формате Word, рисунки — TIF, JPEG, AI, EPS);
- файл с подписуемыми подписями.

Авторы обязаны сопровождать статью, направляемую в редакцию, двумя экземплярами подписанного соглашения о передаче авторского права (форма соглашения доступна для скачивания по ссылкам: [http://www.kamniro.ru/soglasiye\\_avtor/](http://www.kamniro.ru/soglasiye_avtor/) (статья с одним автором), [http://www.kamniro.ru/soglasiye\\_soavtor/](http://www.kamniro.ru/soglasiye_soavtor/) (соавторство)).

Исправленные после замечаний рецензентов материалы принимаются по электронной почте ([pressa@kamniro.ru](mailto:pressa@kamniro.ru)).

### Общие требования к оформлению рукописей

#### Текст

При наборе текста статьи использовать редактор MS Word, шрифт Times New Roman.

В начале текстового файла должны быть указаны следующие данные:

- рубрикация статьи по УДК;
- заголовок статьи (латинское обозначение объекта приводится полностью);

- фамилия, имя и отчество автора/авторов;
- название научного учреждения, город, страна, электронный адрес. Если авторов несколько, и они работают в разных учреждениях, то эти данные приводятся в том порядке, в каком расположены фамилии авторов;
- краткая аннотация (согласно ГОСТ Р 7.0.7–2021, не более 250 слов);
- ключевые слова (от 3 до 15), не используя обобщенные и многозначные слова, а также словосочетания, содержащие причастные обороты;
- благодарности (при необходимости);
- библиографическая запись для цитирования.

Далее в таком же порядке указываются сведения на английском языке.

*Структура статьи* должна быть выдержана в обязательном порядке и содержать разделы: введение, материал и методика, результаты и обсуждение, заключение, список источников, дополнительные сведения об авторе (авторах): должность, научная степень.

В тексте и таблицах в числах десятичные знаки отделяются запятой.

Таксоны: род и вид набираются курсивом.

Знаки: градус, минута ( $3^{\circ}C$ ;  $46^{\circ}74'$  с. ш.), плюс-минус ( $\pm$ ), процент (%), промилле (‰), продецимилле (‱) и умножение ( $\times$ ) набираются символами.

### Иллюстративный материал

Все рисунки должны быть пронумерованы в последовательности, соответствующей упоминанию в статье, и номерами привязаны к подписуемому подписям. Нумерация рисунков сквозная.

Для обозначения осей графиков, легенды, начертания формул на графиках применять размер шрифта 11, начиная с большой буквы (Длина, Вес, и т. д.), с указанием через запятую размерности (кг, м). Оси должны быть четко видны (не пунктиром). На рисунок наносятся только цифровые и буквенные обозначения, все остальные пояснения — в подписуемой подписи.

В таблицах допускаются только горизонтальные линии. Вертикальные линии можно использовать в заголовках граф.

Графический материал в электронной версии принимается как сканированный, так и рисованный на компьютере в черно-белом или цветном исполнении (оригиналы сканируются в режиме «градации серого» для черно-белых и в цветовой модели RGB для цветных с разрешением не менее 300 dpi, но не более 450 dpi на дюйм, сохраняются в файл JPG, качество «наилучшее», базовое(!). При невозможности самостоятельного качественного сканирования оговорить с редакцией вариант предоставления оригинала.

Для растровых рисунков использовать формат TIF, JPEG (базовый) с разрешением 300 dpi, в режиме gray scale или RGB; векторные рисунки предоставляются в формате программы CorelDraw или в форматах EPS, AI.

### Список источников

В список источников включаются только рецензируемые источники (статьи из научных журналов и монографии), используемые в тексте статьи. Если необходимо сослаться на статью в общественно-политической газете, текст на сайте или в блоге, следует поместить ссылку с информацией об источнике.

Ссылки на принятые к публикации, но еще не опубликованные статьи, должны быть помечены словами «в печати»; авторы должны получить от редакции, куда сдана статья, письменное разрешение для ссылки на такие документы и подтверждение того, что они будут опубликованы.

Информация из неопубликованных источников должна быть помечена ссылкой «неопубликованные данные/документы», авторы также должны получить письменное подтверждение от источника данных на использование таких материалов.

Список источников составляется в алфавитном порядке; сначала источники на русском языке, затем — на иностранном. Указываются только опубликованные работы, отмеченные ссылками в тексте.

В списке источников указываются фамилии всех авторов. В тексте, при ссылке на источник, в круглых скобках приводятся фамилия автора или двух авторов и год издания (Иванов, 1980; Иванов, Петров, 1980); если же авторов три и более, то приводится фамилия первого с пометкой «и др.» — для русских, «et al.» — для иностранных публикаций (Иванов и др., 1990; Ivanov et al., 1990).

Выходные данные источников литературы приводятся в следующем порядке.

Для книг: фамилия и инициалы автора(ов) (курсив), год издания, название книги, место издания, издательство, количество страниц. Например:

Богатов В.В. 1994. Экология речных сообществ российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука. 218 с.

Другие издательства: (М.-Л.: Изд-во АН СССР. Ч. 1. 466 с.), (Новосибирск: Наука. 221 с.), (Владивосток: ТИНРО-Центр. Т. 1. 580 с.), (М.: Мир. 740 с.), и т. д.

Для тезисов, докладов, материалов: фамилия и инициалы автора(ов) (курсив), год издания, название тезисов, две косые линии, (если конференция тематическая, то тема конференции), где и когда докладывались, место издания, издательство, количество страниц. Например:

Трифорова И.С. 1998. Водоросли фитопланктона как индикаторы эвтрофирования // Тез. докл. II съезда Русского ботанического о-ва «Проблемы ботаники на

рубеже XX–XXI веков» (Санкт-Петербург, 26–29 мая 1998 г.). СПб.: Ботанический ин-т РАН. Т. 2. С. 118–119.

... // Материалы IV науч. конф. «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей» (Петропавловск-Камчатский, 18–19 ноября 2003 г.). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 71–76.

Для статей из сборников и журналов: фамилия и инициалы автора(ов) (курсив), год издания, название статьи, две косые линии, название сборника трудов (раскрытое), том, выпуск (номер), страницы, DOI.

Леванидов В.Я. 1976. Биомасса и структура донных биоценозов малых водотоков Чукотского полуострова // Пресноводная фауна Чукотского полуострова. Тр. Биол.-почв. ин-та. Т. 36 (139). С. 104–122. doi: (№)

Новиков Н.П. 1974. Рыбы материкового склона северной части Тихого океана. М.: Пищ. пром-сть. 308 с.

Трувеллер К.А. 1979. Дифференциация популяции сельди *Clupea harengus* в Северном море по антигенам эритроцитов и электрофоретическим спектрам белков. Дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ. 153 с.

ФИО автора. Год. Название статьи // Тр. Всес. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Т. 141. С. 229–239.

... // Гидробиол. журн. Т. 28. № 4. С. 31–39.

... // Вopr. ихтиологии. Т. 36. № 3. С. 416–419.

... // Тр. Ин-та биол. внутр. вод АН СССР. 21 (24). С. 285–294.

... // Сб. науч. тр. Гос. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва. Вып. 308. С. 85–100.

... // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. Камчат. НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 7. С. 261–269.

... // Журн. общ. биол. Т. XL. № 5. С. 689–697.

... // Альгология. Т. 12. № 2. С. 259–272.

... // Зоол. журн. Т. 47. Вып. 12. С. 1851–1856.

... // Изв. Тихоокеан. науч.-исслед. рыбохоз. центра. Т. 128. С. 768–772.

... // Вестник МГУ. Биология, почвоведение. № 3. С. 37–42.

По всем возникающим вопросам обращаться в редакцию журнала:

683000 Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18.

Тел.: 8 (4152) 41-27-01. E-mail: [pressa@kamniro.ru](mailto:pressa@kamniro.ru).

**ИЗДАТЕЛЬСТВО КАМЧАТСКОГО ФИЛИАЛА ФГБНУ «ВНИРО» («КАМЧАТНИРО») ПРЕДЛАГАЕТ:**



**КамчатНИРО — 85 (1932–2017). Воспоминания. Стихи. Рассказы** / Составители: В.Ф. Бугаев, М.В. Варкентин, Ю.А. Кудлаева. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017. 280 с.

Издание посвящено 85-летию юбилею Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО, КО ТИНРО, КоТИРХ — аббревиатуры организации в разные годы). В альбом включены воспоминания и записки бывших и настоящих сотрудников института, их друзей и близких, рассказывающие об истории КамчатНИРО и направлениях исследований, знакомящие с коллективом и повседневной работой, отражающие романтику и трудности работы ихтиологов, гидробиологов, генетиков, паразитологов, вирусологов, зоологов, экологов и представителей других редких профессий.

Все научные сотрудники — талантливые люди, поэтому в издание включены также их стихи и рассказы. В одних случаях эти произведения связаны

непосредственно с работой и окружающей природой, в других — посвящены романтике жизни на Севере, а известный генетик с мировым именем д. б. н. Н.В. Варнавская даже писала и публиковала научно-фантастические романы (его отрывок также представлен читателям).

Издание иллюстрировано исключительно черно-белыми архивными фотографиями, что усиливает эффект проникновения Прошлого в наши дни и повышает его достоверность. Использованы фотографии из лабораторных архивов, а также из частных собраний сотрудников КамчатНИРО: В.Ф. Бугаева, Т.Л. Введенской, М.А. Жилина, С.И. Корнева, И.И. Лагунова, А.В. Маслова, В.Ф. Севостьянова, О.В. Тимофеевой, С.А. Травина и других.

Открывает юбилейный альбом уникальная рукопись доктора биологических наук Фаины Владимировны Крогиус «Воспоминания о Камчатке и о создании научной работы» (1932–1985), найденная в 2016 г. в архиве Камчатского края и опубликованная впервые.

**СОДЕРЖАНИЕ**

От редактора . . . . . 4

**ВОСПОМИНАНИЯ**

Крогиус Ф.В. Воспоминания о Камчатке и о создании научной работы (1932–1985) . . . . .	8
Полутов И.А. Избранные главы из книги воспоминаний «Давным-давно» (1995) . . . . .	33
Акулин В.Н. Моя Камчатка. Шестидесятые годы . . . . .	47
Яцковский А.И. О камчатских ихтиологах: из книги «По горам и долинам Камчатки» (1959) . . . . .	56
Корягина (Бирман) Н.И. Воспоминания детства и юности о папе и сотрудниках КО ТИНРО . . . . .	59
Нестеров Г.А. Воспоминания о лаборатории... (2001) . . . . .	64
Горчаков М.И. О камчатских ихтиологах: из книги «Цена каждого шага» (1974) . . . . .	78
Введенская Т.Л. Воспоминания о десятилетнем счастье на оз. Кроноцком (1970–1979) . . . . .	84
Жилин М.Я. Озёрные отшельники . . . . .	100
Наumenko Е.А. Полевые сезоны . . . . .	108
Бугаев В.Ф. Один взгляд и три вылазки на оз. Этамынк . . . . .	115
Дубынин В.А. На волне памяти... . . . .	127
Карпенко В.И. Первый рейс в КамчатНИРО по теме . . . . .	145
Шагинян Э.Р. Лаборатории промысловых беспозвоночных — от создания до наших дней . . . . .	158
Кляшторин Л.Б. Озерновский наблюдательный пункт: 1985–1986 . . . . .	165
Виленская-Маркевич Н.И. Из книги «Воспоминания о камчатской жизни» (2007) . . . . .	169

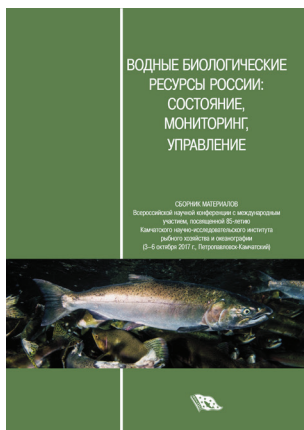
**СТИХИ**

Дьяков Ю.П. Избранная поэзия . . . . .	192
Бугаев В.Ф. Избранные стихи из сборника «На окраине России» . . . . .	200

**РАССКАЗЫ**

Басов Ю.С. Из книги «Дальневосточные рассказы» (2015) . . . . .	210
Варнавская Н.В. Отрывок из научно-фантастического романа «Скоморох, бегущий по звёздам» (2011) . . . . .	222
Егорова Т.В. Рыбное богатство Камчатки (1973) . . . . .	228
Николаев А.С. Из сборника рассказов «Чудо каждого дня...» (1995) . . . . .	234
Николаев А.С. Запоздалый репортаж с Большерецкого тракта (2017) . . . . .	243
Остроумов А.Г. Из сборника рассказов «По Камчатке — от мыса Лопатка до реки Хатырки» (1997) . . . . .	246
Севостьянов В.Ф. Из сборника рассказов «Я в вечность торопился» (2006) . . . . .	256
Челноков Ф.Г. «Покорение вулкана Камень» (1958) из книги «К вершинам Камчатки, России, планеты» . . . . .	263
Чугунков Д.И. Рассказ «Камчатка — Канада» из сборника «Норд-ост» (1980) . . . . .	273





**Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление.** Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 85-летию Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (3–6 октября 2017 г., Петропавловск-Камчатский). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017. 398 с. — Научное электронное издание сетевого распространения: Размер файла 80Мб. Систем. требования: Intel; Microsoft Windows (XP, Vista, Windows 7,8, Mac OS); разрешение экрана не ниже 1024×768; PDF Reader.

DOI: 10.15853/978-5-902210-51-1. ISBN 978-5-902210-51-1

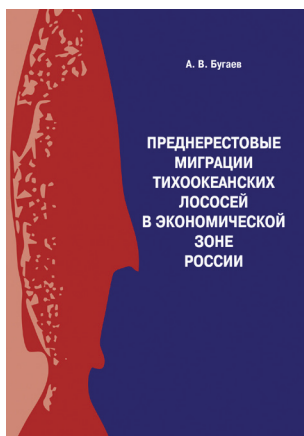
Сборник содержит материалы по следующим направлениям: воспроизводство и динамика запасов водных биологических ресурсов; методические аспекты мониторинга, оценки и прогнозирования состояния запасов водных биологических ресурсов, стратегии управления промыслом; популяционные и генетические исследования гидробионтов; условия среды обитания и экология гидробионтов; состояние и динамика водных сообществ в условиях возрастающего антропогенного воздействия; болезни гидробионтов и их профилактика; искусственное воспроизводство водных биологических ресурсов. Главный редактор — Ю.П. Дьяков, д. б. н., гл. н. с. КамчатНИРО.

Электронная версия доступна по ссылке: <http://www.kamniro.ru/files/2017.pdf>



**Тиллер И.В. Биология и динамика численности проходной *Salvelinus malma* (Walbaum) Камчатки.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2017. 96 с.

В монографии обобщены сведения, характеризующие биологию и динамику численности проходной мальмы Камчатки. Рассмотрены основные этапы жизненного цикла мальмы (сроки нереста, миграции, морской нагул). По материалам собственных исследований автором рассматриваются структура популяций и динамика ее элементов за многолетний период. Исследовано питание молоди мальмы в речной период жизни и взрослых рыб во время ската на морской нагул. Отмечено значительное потребление мальмой покатной молоди горбуши на северо-востоке Камчатки. Приведены данные о динамике вылова проходной мальмы на Камчатке. Проведена оценка смертности и состояния запасов этого вида на Камчатке.



**Бугаев А.В. Преднерестовые миграции тихоокеанских лососей в экономической зоне России.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2015. 416 с.

В представленной монографии рассмотрен заключительный этап морского периода жизни азиатских тихоокеанских лососей во время преднерестовых миграций в беринговоморских и тихоокеанских водах исключительной экономической зоны Российской Федерации (ИЭЗ РФ). Наблюдениями охвачен ряд 1995–2008 гг. В работе задействован массив многолетних данных, полученных в результате исследований, проводимых на дрейтерных судах в юго-западной части Берингова моря и северо-западной части Тихого океана. В сборе материала принимали участие сотрудники многих рыбохозяйственных НИИ Дальнего Востока и Москвы. Всего в работе использованы данные показателей контрольных уловов и биологических анализов, полученные в результате 177 рейсов российских и японских дрейтерных судов (7208 сетепостановок). Объектами исследований были пять видов тихоокеанских лососей — нерка, кета, горбуша, чавыча и кижуч. В процессе работы биоанализу подвергнуто около 140 тыс. рыб. Накопленная информация позволила рассмотреть важнейшие жизненные критерии созревающих тихоокеанских лососей — пространственно-темпоральное распределение и динамику уловов, ос-

новные биологические показатели, питание, внутривидовую структуру преднерестовых скоплений, а также выявить основные факторы, определяющие характер их преднерестовых миграций. Систематизирован массив биологических данных на уровне рассматриваемого 14-летнего периода дрейтерных наблюдений. Проведен сравнительный анализ полученной информации в связи с заметным ростом численности лососей, который был отмечен во всех регионах Северной Пацифики в начале 2000-х годов. В книгу включено много первичных данных, позволяющих их использовать в дальнейших исследованиях. Она адресована научным сотрудникам, занимающимся вопросами биологии морского периода жизни тихоокеанских лососей, экологами, студентам высших учебных заведений, работникам рыбохозяйственных предприятий и силовых структур, контролирующим воспроизводство и добычу лососей.





**Современное состояние и методы изучения экосистем внутренних водоемов.** Сборник материалов Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Игоря Ивановича Куренкова (7–9 октября 2015 г., Петропавловск-Камчатский). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2015. 235 с.

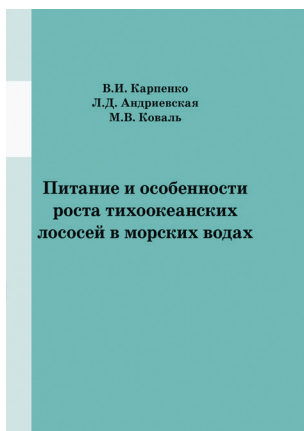
Один из основоположников пресноводной гидробиологии на Дальнем Востоке, Игорь Иванович был признанным ведущим специалистом в области изучения фауны лососевых нерестово-выростных водоемов. Он исследовал множество озер полуострова, и результатом стала уникальная работа — «Зоопланктон озер Камчатки». Изучение влияния вулканического пепла на биологическую продуктивность водных объектов воплотилось в идею фертилизации камчатских водоемов, которая затем была с успехом реализована, он также был «первооткрывателем» использования геотермальных вод при искусственном воспроизводстве лососей.

В честь И.И. Куренкова назван один из видов веслоногих ракообразных (*Eurytemora kurenkovi*), встречающийся в устьях камчатских рек и прибрежных озерах, и малощетинковый червь (*Spirosperma kurenkovi*), обитающий в озерах полуострова Кам-

чатка. В окрестностях оз. Кроноцкого высокогорное бессточное озеро Крокур увековечило имена двух известных ученых — Е.М. Крохина и И.И. Куренкова.

Сборник содержит материалы по следующим основным направлениям: методы изучения внутренних водоемов; результаты применения методов прямого учета численности и математического моделирования в исследованиях пресноводных биоресурсов; условия обитания гидробионтов в экосистемах внутренних водоемов: гидрология, гидрохимия и геоморфология; сезонная и многолетняя динамика функционирования сообществ внутренних водоемов; биоразнообразие и продуктивность экосистем внутренних водоемов; антропогенное воздействие и проблемы сохранения экосистем внутренних водоемов; рыбохозяйственное использование внутренних водоемов для целей промышленного и любительского (спортивного) рыболовства, акклиматизации и аквакультуры.

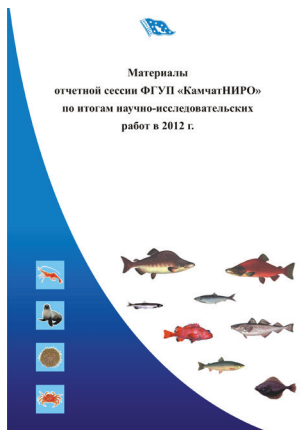
Электронная версия доступна по ссылке: [www.kamniro.ru/publishing/kamniro/sovremennoe\\_sostoyanie\\_i\\_metody\\_izucheniya\\_ekosistem\\_vnutrennih\\_vodoemov](http://www.kamniro.ru/publishing/kamniro/sovremennoe_sostoyanie_i_metody_izucheniya_ekosistem_vnutrennih_vodoemov)



Карпенко В.И., Андриевская Л.Д., Коваль М.В. **Питание и особенности роста тихоокеанских лососей в морских водах.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2013. 304 с.

Монография представляет собой обобщение накопленной в лаборатории морских исследований лососей ФГУП «КамчатНИРО» многолетней архивной информации, а также результатов собственных исследований питания и роста тихоокеанских лососей в морской период жизни. В течение 50-летнего периода изучения использована единая методика сбора, обработки и анализа трофологических материалов.

Описаны районы обитания лососей камчатских популяций и исследованы основные факторы среды, влияющие на их питание и рост в море. Для этого изучен состав пищи и оценены пищевые потребности пяти видов (горбуши, кеты, нерки, кижуча и чавычи) на отдельных этапах морского периода жизни. Изучена многолетняя динамика весового роста лососей, возвращающихся на нерест к побережью Камчатки. Исследованы межвидовые пищевые отношения лососей в море.



**Материалы отчетной сессии ФГУП «КамчатНИРО» по итогам научно-исследовательских работ в 2012 г.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2013. 367 стр.

В сборник включены материалы, отражающие результаты исследований ученых разных поколений. Отдельно представлены итоги работы всех лабораторий института в 2012 г.: обобщены данные, полученные в результате исследования морских промысловых рыб, тихоокеанских лососей, промысловых беспозвоночных, а также проведения биохимических, генетических, морфологических и учетных работ.

Сборник предназначен для специалистов рыбохозяйственных НИИ, рыбопромышленников, студентов профильных вузов, органов рыбоохраны.



Бажин А.Г., Степанов В.Г. **Морские семейства Strongylocentrotidae морей России.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2012. 196 с.

Монография посвящена описанию основных биологических особенностей морских ежей семейства Strongylocentrotidae морей России, их видового состава, распространения, морфологии и изменчивости, процессов размножения и развития, экологии. Кроме того, содержит материалы о практическом использовании, технологиях переработки и особенностях промысла морских ежей и о некоторых аспектах их использования в научных целях.

Книга адресована биологам, специалистам по добыче и обработке морского биологического сырья, а также студентам рыбохозяйственных, биологических и рыбопромысловых факультетов и всем, интересующимся природой моря.



**Снюрреводный лов.** Под общ. ред. к.т.н., доцента М.Н. Коваленко / Коваленко М.Н., Широков Е.П., Малых К.М., Сошин А.В., Адамов А.А. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2012. 168 с.

В монографии рассмотрены вопросы становления и современного состояния технологии снюрреводного лова с судов среднего, малого и маломерного классов на Камчатке. Работа представляет собой обобщение накопленной в лаборатории промышленного рыболовства ФГУП «КамчатНИРО» информации о снюрреводном лове, а также результатов собственных исследований. Предназначена для специалистов добычи, судоводителей, конструкторов и научных сотрудников, занятых на промысле и проведении научно-исследовательских работ при лове донных видов рыб снюрреводами с судов среднего, малого и маломерного флота, а также студентов, обучающихся по специальностям «Промышленное рыболовство» и «Промысловое судовождение».



Дьяков Ю.П. **Камбалообразные (PLEURONECTIFORMES) дальневосточных морей России** (пространственная организация фауны, сезоны и продолжительность нереста, популяционная структура вида, динамика популяций). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2011. 428 с.

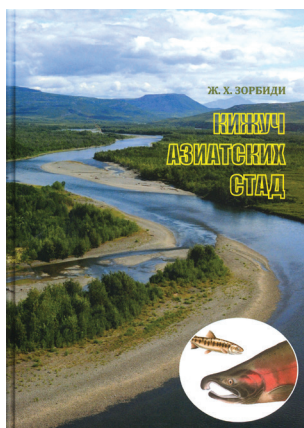
В монографии обобщены сведения о географической изменчивости фауны камбал в водоемах, омывающих дальневосточные берега России, изложены результаты исследования ее пространственной структуры. Рассмотрены особенности сезонного батиметрического и термического распределения представителей камбалообразных рыб в различных районах. Проведена классификация различных типов их распределения по глубинам. Установлено образование камбалами комплексов видов, местообитания которых характеризуются близкими глубинными и температурными условиями. Исследована географическая изменчивость сроков нереста у 56 видов камбалообразных рыб. Высказана гипотеза о наличии у камбал северной части Тихого океана двух адаптивных стратегий нереста. Построена общая концепция популяционной структуры тихоокеанского черного палтуса. Дана характеристика динамики численности популяций пяти массовых видов камбал восточной части Охотского моря. На основе ряда наблюдений построены математические модели популяционного роста численности и биомассы этих рыб, а также формирования численности их поколений в зависимости от некоторых популяционных и внепопуляционных факторов.





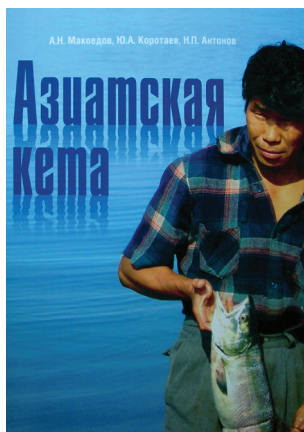
Сергеева Н.П., Варкентин А.И., Буслов А.В. **Шкала стадий зрелости гонад минтая.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2011. 92 с.

Минтай — наиболее значимый объект современного рыболовства в Дальневосточном регионе. На основании полученных авторами ранее результатов по исследованию особенностей полового созревания, оогенеза и сперматогенеза североокеанского минтая приводится шкала стадий зрелости гонад минтая, включающая определение семи стадий, характеризующих развитие половых желез самок, и шести стадий — самцов. Дается описание величины и внешнего вида гонад, степени упругости, зернистости (самки), текучести семенной жидкости, ГСИ, состава и размеров ооцитов текущего фонда. Каждая выделенная стадия иллюстрируется характерным фотоизображением гонады в полости тела, извлеченной гонады, показаны вид ооцитов при просмотре с помощью бинокля и соответствующий стадии гистологический срез яичника и семенника. Также показаны изменения цвета и величины гонад в процессе созревания и нереста, характерные образы гонад разных стадий зрелости часто встречаемых оттенков цветов. Приводится словарь с пояснениями используемых терминов.



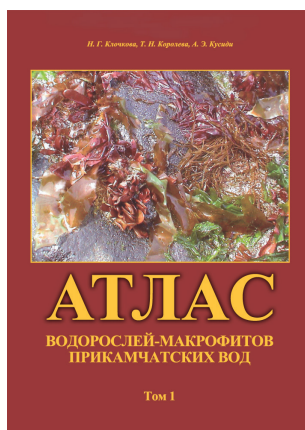
Зорбиди Ж.Х. **Кижуч азиатских стад.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2010. 306 с.

В монографии обобщены сведения о характере промысла азиатского кижуча *Oncorhynchus kisutch* в многолетнем аспекте и представлен ретроспективный анализ его особенностей за более чем 50-летний период. Приводятся данные официальной статистики берегового и японского морского промысла азиатского кижуча, сведения о вылове американских стад, результаты идентификации стад азиатского кижуча. Анализируются динамика численности, пропуск на нерестилища, состояние запасов в современный период и миграции кижуча в северо-западной части Тихого океана. Уточнены некоторые взгляды на характер его посткатадромных и преднерестовых миграций. По материалам собственных исследований и литературным источникам рассматриваются структура популяций и внутривидовая дифференциация кижуча, сроки нерестового хода, особенности нереста и экология развития в раннем онтогенезе, размерно-возрастной, половой состав нерестовых стад, качественные характеристики производителей и молоди. Выявлены изменения в структуре популяций кижуча, которые носят колебательный характер и, вероятно, вызваны не только изменениями условий среды, но и численностью самого вида. Особое внимание уделено результатам исследования биологии вида в естественных условиях. Представлены данные, характеризующие особенности экологии молоди кижуча в разных типах водоемов.



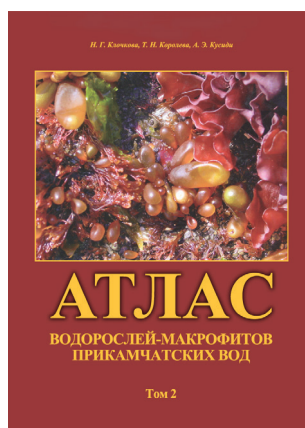
Макоедов А.Н., Коротаев Ю.А., Антонов Н.П. **Азиатская кета.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 356 с.

Монографический обзор одного из наиболее ценных объектов рыболовства, кеты, в азиатской части ареала вида. Основное внимание сосредоточено на российских районах воспроизводства, поскольку более южные природные популяции кеты были почти полностью истреблены еще в начале XX века, отчего современный японский промысел ориентирован на лососей заводского происхождения. Приведены общая характеристика вида и основные этапы его изучения. Опираясь на собственные результаты исследований и литературные данные, подробно описана биология кеты из различных районов размножения. Рассмотрены особенности различных отрезков пресноводного и морского периодов жизни. Дана информация об истории развития и современном состоянии искусственного воспроизводства обсуждаемого вида тихоокеанских лососей. Рассмотрены абиотические, биотические, популяционные и антропогенные факторы, регулирующие численность и биомассу кеты. Приведены расчеты общей оценки выживаемости природных группировок данного вида. Большое внимание уделено вопросам, связанным с хозяйственным освоением азиатской кеты, и факторам, препятствующим рациональному ведению лососевого хозяйства в целом. Предложены рекомендации, направленные на устранение существующих недостатков.



Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. **Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Том 1.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 218 с.

Даны описание и цветные иллюстрации внешнего вида и мест произрастания 32 зеленых (отдел Chlorophyta) и 58 бурых (отдел Phaeophyta) водорослей, встречающихся в прикамчатских водах. Специальную часть книги предваряют описание основных особенностей организации представителей отделов и характеристика местообитаний. В описаниях к видам указаны вариации формы, размеров и цвета слоевищ, их самые характерные морфологические и анатомические особенности. В эколого-биологическую характеристику включена информация об условиях произрастания, в том числе и антропогенном влиянии, сезонном развитии, распространении и ценотической роли вида в пределах камчатского района. Иногда описание распространения водорослей дается более широко: в пределах всех морей российского Дальнего Востока или Мирового океана. Для промысловых и массовых видов указаны возможные направления практического использования. Завершают книгу краткие сведения по состоянию промысла ламинарии в прикамчатских водах и очерк о благотворном влиянии на здоровье человека морских водорослей и продуктов их переработки.



Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. **Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Том 2.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 304 с.

Даны описание и цветные иллюстрации внешнего вида и мест произрастания 132 видов красных водорослей (отдел Rhodophyta), встречающихся в прикамчатских водах. Специальную часть книги предваряет описание основных особенностей организации представителей отделов. В описаниях к видам указаны вариации формы, размеров и цвета слоевищ, их самые характерные морфологические и анатомические особенности. В эколого-биологическую характеристику включена информация об условиях произрастания, сезонном развитии, распространении и ценотической роли вида в пределах камчатского района. Иногда описание распространения водорослей дается более широко. Для промысловых и массовых видов указаны возможные направления практического использования. В книгу включены краткие рекомендации, касающиеся сбора водорослей на морском берегу и изготовления из них гербария и препаратов для изучения внутреннего строения растений.



Шагинян Э.Р. **Методические рекомендации по определению видового состава крабов и возможности их возвращения в среду обитания в прикамчатских водах.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 32 с.

Краткое пособие для определения видового состава, степени жизнедеятельности крабов, а также возможности их возвращения в естественную среду обитания при производстве промысловых, исследовательских работ, а также для оперативной оценки работниками природоохранных учреждений возможного ущерба при незаконном промысле. Кратко освещены вопросы размножения, питания, миграций и промысла основных промысловых крабов прикамчатских вод. Основное внимание уделено морфологическим особенностям рассматриваемых видов с целью их видовой идентификации в полевых условиях. Даются рекомендации по определению жизнеспособности крабов и целесообразности их выпуска в среду обитания. Пособие подкреплено хорошо выполненными иллюстрациями.

Для приобретения изданий необходимо выслать (факсом или электронной почтой) заявку, с указанием реквизитов, согласно которой будет выставлен счет на предоплату.

После оплаты счета заказанная литература отправляется почтой по указанному адресу.

Пересылка — за счет заказчика.

**Адрес издательства Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО»)**

683000 Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18

Тел.: (4152) 412-701

E-mail: kamniro@vniro.ru



Научный рецензируемый журнал

**«Исследования водных биологических ресурсов Камчатки  
и северо-западной части Тихого океана»**

**Выпуск 67. 2022**

ISSN 2072-8212

Журнал с 2010 года входит в Перечень ведущих рецензируемых научных изданий ВАК РФ.  
С 29.12.2015 включен в новую редакцию Перечня

Главный редактор: А.В. Бугаев  
Выпускающий редактор: Т.В. Борисова  
Ответственный секретарь: М.В. Варкентин  
Корректор: Т.В. Борисова  
Перевод на английский: А.А. Шурыгина

Номер свидетельства о регистрации СМИ — ПИ № ФС 77-77203, дата регистрации 08.11.2019,  
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи,  
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

**Адрес редакции:**

683000 Камчатский край, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18  
Тел./факс: 8 (4152) 41-27-01. E-mail: kamniro@vniro.ru, pressa@kamniro.ru

**Учредитель:**

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
Адрес учредителя: 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19.  
Тел.: 8 (499) 264-93-87. Факс: 8 (499) 264-91-87. E-mail: vniro@vniro.ru

**Издатель:**

Камчатский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения  
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»  
(«КамчатНИРО»)

Адрес издателя: 683000 Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, д. 18.

Подписано в печать 22.12.2022. Дата выхода 30.12.2022, № 4 (67), 2022.

Формат 60×84/8. Печать офсетная.

Усл. печ. л.: 4,81. Заказ № КПО0-6865. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Типографии ООО «Камчатпресс».

Адрес: 683024 Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, д. 12а.