

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 57
2020**

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

Scientific peer-reviewed journal

**Vol. 57
2020**



Главный редактор: д.б.н. Ю.П. Дьяков, главный научный сотрудник Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия)
Зам. редактора: д.б.н. В.В. Максименков, ведущий научный сотрудник 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. Н.В. Кловач, зав. лабораторией ВНИРО (Москва, Россия),
д.б.н. В.Ф. Бугаев, вед. научный сотрудник Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),
д.б.н. А.М. Токранов, директор КФ ТИГ ДВО РАН (Петропавловск-Камчатский, Россия),
д.б.н. В.И. Карпенко, профессор кафедры КамчатГТУ (Петропавловск-Камчатский, Россия),
д.б.н. Н.Г. Клочкива, 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. Балькин, 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. А.В. Бугаев, зам. руководителя Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, Россия),
д.б.н. Т.А. Клочкива, доцент кафедры КамчатГТУ (Петропавловск-Камчатский, Россия),
д.т.н. О.М. Лапшин, ООО «АКВАРОС» (Москва, Россия),
к.б.н. Е.А. Шевляков, зав. отделом Тихоокеанского филиала ВНИРО («ТИНРО») (Владивосток, Россия),
к.б.н. С.Л. Рудакова, вед. научный сотрудник Камчатского филиала ВНИРО («КамчатНИРО») (Петропавловск-Камчатский, 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. 57. 2020. 143 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. 57. 2020. 143 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. 57, 2020

Оригинальные научные статьи

Коваль М.В., Тепнин О.Б., Горин С.Л., Фадеев Е.С., Зикунова О.В., Лепская Е.В., Шубкин С.В., Рудакова С.Л., Пильганичук О.А., Городовская С.Б. Факторы, определяющие динамику нерестового хода и современное состояние ресурсов нерки <i>Oncorhynchus nerka</i> р. Камчатки	5
Бугаев А.В., Чистякова А.И., Урава С. Многолетние тенденции распределения и регионального состава уловов заводской молоди горбуши и кеты в период осенних миграций в бассейне Охотского моря	67
Новикова О.В. Некоторые особенности распределения и биологии тихоокеанской наваги <i>Eleginops gracilis</i> (Tilesius) Юго-Восточной Камчатки	99
Юсупов Р.Р., Метелев Е.А., Сергеев А.С., Данилов В.С. Первые данные о размерно-возрастной и половой структуре сахалинской камбалы <i>Limanda sakhalinensis</i> (Pleuronectidae) северной части Охотского моря	117
Краткие сообщения	
Полтев Ю.Н. О поимке в озере Червячном (о. Сахалин) красного паку <i>Piaractus brachypomus</i> (Serrasalmidae)	125

CONTENTS

Vol. 57, 2020

Full Articles

<i>Maksim V. Koval, Oleg B. Tepnin, Sergey L. Gorin, Evgeniy S. Fadeev, Olga V. Zikunova, Ekaterina V. Lepskaya, Sergey V. Shubkin, Svetlana L. Rudakova, Oksana A. Pilganchuk, Sofiya B. Gorodovskaya.</i> Factors determining spawning run dynamics and current state of sockeye salmon <i>Oncorhynchus nerka</i> resources in the Kamchatka River	5
<i>Alexander V. Bugaev, Alexandra I. Chistyakova, Shigehiko Urava.</i> Long-term trends in distribution and regional composition of the catches of hatchery pink and chum salmon during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk	67
<i>Olga V. Novikova.</i> Some peculiarities of saffron cod <i>Eleginus gracilis</i> (Tilesius) biology and distribution on South-East Kamchatka	99
<i>Ravil R. Yusupov, Evgeniy A. Metelev, Aleksandr S. Sergeev, Vlagimir S. Danilov.</i> First data on size-age and sexual structure of Sakhalin sole <i>Limanda sakhalinensis</i> (Pleuronectidae) in the northern part of the Sea of Okhotsk	117
Short communications articles	
<i>Yu. N. Poltev.</i> About the capture of red-bellied pacu <i>Piaractus brachypomus</i> (Serrasalmidae) in the Lake Chervyachnoye (Sakhalin island)	125

УДК 639.21 (282.257.42/282.257.43)

DOI: 10.15853/2072-8212.2020.57.5-66

ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ДИНАМИКУ НЕРЕСТОВОГО ХОДА И СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РЕСУРСОВ НЕРКИ *ONCORHYNCHUS NERKA* Р. КАМЧАТКИ

М.В. Коваль, О.Б. Тепнин, С.Л. Горин*, Е.С. Фадеев, О.В. Зикунова, Е.В. Лепская, С.В. Шубкин, С.Л. Рудакова, О.А. Пильгандчук, С.Б. Городовская



Вед. н. с., к. б. н.; зав. сектором; ст. спец.; зав. лаб.; зав. лаб., к. б. н.; вед. спец.; вед. н. с., к. б. н.; зав. лаб., к. б. н.; ст. н. с., к. б. н.; Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО)

683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18

Тел.: +7 (4152) 41-27-01. E-mail: koval.m.v@kamniro.ru

*Вед. н. с., к. б. н.; Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)

107140 Москва, Верхняя Красносельская, 17. Тел.: +7 (499) 264-81-22

НЕРЕСТОВЫЙ ХОД, РЫБОЛОВНЫЕ УЧАСТКИ, МОРФОДИНАМИКА, ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ РЕЖИМ, ЗОНА СМЕШЕНИЯ, ГИДРОАКУСТИЧЕСКИЕ СЪЕМКИ, СТАВНЫЕ НЕВОДА, ОПЕРАТИВНОЕ РЕГУЛИРОВАНИЕ, ПРОПУСК ПРОИЗВОДИТЕЛЕЙ, ВОСПРОИЗВОДСТВО ПОПУЛЯЦИИ

По результатам комплексных полевых работ, выполненных в летний период 2018–2019 гг., исследованы морфодинамика устьевой области и гидрологический режим р. Камчатки; динамика зоны смешения, распределение и миграции тихоокеанских лососей в прибрежных водах Камчатского залива в зоне действия морских ставных неводов; описаны промысел и специфика нерестового хода нерки в р. Камчатки. В ходе анализа всего комплекса доступных многолетних данных выполнена оценка вероятного воздействия некоторых ключевых факторов на динамику анадромной миграции нерки в р. Камчатку, представлены биологическая характеристика производителей и современное состояние воспроизведения этого стада. Установлено, что причиной нарушения динамики нерестового хода нерки в р. Камчатку в последние годы не могли являться естественные абиотические и биотические факторы внешней среды (а также такой внутривидовой фактор, как состояние здоровья рыб). Высказано предположение, что наиболее вероятной причиной задержки нерестового хода поздней формы нерки могли послужить снижение размерно-массовых показателей и физиологическая неготовность рыб к анадромной миграции в связи с влиянием высокой численности камчатской горбуши в последние годы. Показано, что первостепенным внешним фактором, который мог оказывать воздействие на современное состояние ресурсов, а также на популяционную структуру нерки в р. Камчатки, являлся режим промышленной эксплуатации этого стада, а именно — общее увеличение нагрузки на его нерестовую часть во время прибрежного промысла. Это повлекло систематический недостаточный пропуск производителей на нерестилища в бассейн реки (прежде всего, поздней формы нерки), а также привело, по факту, к нарушению соотношения отдельных субпопуляционных группировок в общем составе стада. С целью восстановления и успешного сохранения запасов нерки в р. Камчатки, предложены рекомендации для более эффективной промышленной эксплуатации этого стада в ближайшие годы и намечены задачи дальнейших исследований.

FACTORS DETERMINING SPAWNING RUN DYNAMICS AND CURRENT STATE OF SOCKEYE SALMON *ONCORHYNCHUS NERKA* RESOURCES IN THE KAMCHATKA RIVER

Maksim V. Koval, Oleg B. Tepnin, Sergey L. Gorin*, Evgeniy S. Fadeev, Olga V. Zikunova, Ekaterina V. Lepskaya, Sergey V. Shubkin, Svetlana L. Rudakova, Oksana A. Pilganchuk, Sofiya B. Gorodovskaya

Leading Scientist, Ph. D. (Biology); Head of section; Senior specialist; Head of Lab., Ph. D. (Biology); Head of Lab., Ph. D. (Biology); Leading specialist; Leading Scientist, Ph. D. (Biology); Head of Lab., Ph. D. (Biology); Senior Scientist, Ph. D. (Biology); Kamchatka Branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO)

683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya Str., 18

Tel.: +7 (4152) 41-27-01. E-mail: koval.m.v@kamniro.ru

*Leading Scientist, Ph. D. (Geography); Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)
107140 Moscow, Verkhnyaya Krasnoselskaya Str., 17. Tel.: +7 (499) 264-81-22

SPAWNING RUN, FISHING AREAS, MORPHODYNAMICS, HYDROLOGICAL REGIME, MIXING ZONE, HYDROACOUSTIC SURVEYS, TRAP NETS, INSTANT MANAGEMENT, ADULT ESCAPEMENT, POPULATION REPRODUCTION

Hydrological regime and morphodynamics of the outlet part of the Kamchatka River, dynamics of mixing zone, patterns of juvenile Pacific salmon distribution and migration in the coastal waters of Kamchatsky Gulf in the zone of operating trap nets were analyzed on the results of complex field works provided in summer period in

2018–2019; fishing and specifics of sockeye salmon spawning run in the river was described. In the course of analyzing the entire complex of available long-term data, an assessment of the likely impact of some key factors on the dynamics of anadromous migration of sockeye salmon in the Kamchatka River was made; biological statistics of spawners and current state of reproduction of this stock was demonstrated. It is found, that natural environmental factors, neither abiotic nor biotic (including fish health as population internal factor), could not cause disturbance of sockeye salmon spawning run dynamics in the Kamchatka River in recent years. Smaller body size and physiological imperfection of the spawners before the anadromous migration due to effects of high number of pink salmon in recent years are suggested to be the most likely cause of spawning run delay in late sockeye salmon morph. Regime of commercial use of the stock and general increasing pressure on the spawning stock by coastal fisheries are demonstrated to be the strongest outer factors to affect modern state of the resources and sockeye salmon population structure in the Kamchatka River, causing permanent escapement deficiency on spawning grounds in the river basin (first of all in the late morph), and also in fact lead to disbalance between different subpopulation groups in the composition of the stock. Recommendations in order to provide recovery and sustainable level of the Kamchatka River sockeye salmon stock are given in the perspective of more efficient commercial use of the stock next several years; highlights for further researches are outlined.

В июне–августе 2019 г. сотрудники Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО») провели комплексные полевые исследования в нижнем течении и в устьевой области р. Камчатки, а также в прибрежных водах Камчатского залива. Предпосылкой указанных исследований послужил тот факт, что в путине 2018 г. подходы нерки в бассейн р. Камчатки (которая здесь является основным объектом лососевого промысла) оказались существенно ниже ожидаемых. Кроме этого, специалисты КамчатНИРО отмечали весьма нестабильный ход нерки в реку. Причем его специфика существенно отличалась от динамики заходов нерки в предыдущие годы. Поэтому возникли опасения, что на нерестилища в бассейн этой реки не будет пропущено достаточное для оптимального воспроизводства популяции количество производителей.

Для обеспечения оптимального пропуска производителей нерки на нерест комиссией по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб в Камчатском крае, по рекомендации КамчатНИРО, вводились дополнительные проходные дни как на морских, так и на речных рыболовных участках (РЛУ), а в отдельные периоды промысел полностью приостанавливался. Указанные выше обстоятельства внесли существенные корректизы в привычную схему промысла нерки в этом районе в 2018 г. В результате «лихорадило» не только различные рыбохозяйственные организации (прежде всего, рыбодобывающие компании Усть-Камчатского района, которые не смогли полностью освоить выделенные им квоты на вылов в 2018 г.), но и создавало крайне нервозную обстановку в СМИ (Шевляков и др., 2018).

Проанализировав возникшую проблему, специалисты КамчатНИРО предположили, что одной из вероятных причин такой ситуации могли быть

особенности гидрологического режима и промысловой обстановки в Камчатском заливе, которые и повлияли на динамику хода и величину пропуска производителей нерки в бассейн р. Камчатки в 2018 г. Поэтому, уже на завершающем этапе путины 2018 г., в начале августа сотрудники КамчатНИРО успели провести рекогносцировочные гидрологические наблюдения в северной части Камчатского залива в прибрежных водах, примыкающих к устью р. Камчатки. Цель этих работ состояла в определении характеристик зоны влияния стока р. Камчатки в водах Камчатского залива и оценке особенностей расположения ставных неводов в границах этой зоны.

В результате наблюдений, выполненных в 2018 г., удалось получить только самые предварительные выводы (Коваль и др., 2018). Поэтому в летний сезон 2019 г. было решено провести более детальные исследования, которые бы охватили весь период интенсивного хода и промысла нерки р. Камчатки. В основные задачи этих работ входило: изучение условий среды обитания и оценка их влияния на особенности распределения, анадромной миграции и специфику промысла нерки бассейна р. Камчатки в 2019 г.

В настоящей статье представлены основные результаты комплексных полевых наблюдений, выполненных в 2019 г. Основные результаты полевых исследований, выполненных в 2018 г., опубликованы в работе (Коваль и др., 2018). Кроме этого, мы также попытались проанализировать разнообразную сопутствующую информацию, которая, на наш взгляд, помогла бы прояснить ситуацию, сложившуюся с промыслом нерки р. Камчатки в последние годы. На основании полученных результатов намечены задачи дальнейших исследований и предложены рекомендации для более эффективной промышленной эксплуатации,

восстановления и успешного сохранения запасов нерки бассейна р. Камчатки — одного из важнейших биологических ресурсов Камчатского края.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Полевые работы проведены в нижнем течении и устьевой области р. Камчатки, а также в прибрежных водах Камчатского залива в период с 01 июня по 30 августа 2019 г. (рис. 1).

Программа полевых работ включала следующие основные задачи:

- GPS-профилирование, аэросъемку и визуальные наблюдения в устье р. Камчатки для определения положения устьевого створа и оценки характеристик сезонной морфодинамики устья реки;

- гидрологические наблюдения в нижнем течении и устьевой области р. Камчатки для выяснения особенностей водного и термического режима реки и оценки возможности его влияния на специфику анадромной миграции производителей нерки в 2019 г.;

- гидрологические съемки на морской акватории, прилегающей к устью р. Камчатки, для оценки характеристик зоны влияния речного стока в прибрежных водах Камчатского залива;

- гидроакустические работы для выяснения особенностей распределения и миграций тихоокеанских лососей в северной части Камчатского залива — в зоне речного стока и расположения морских ставных неводов.

Ниже представлено описание методов сбора материалов и указан объем полевых данных, собранных в ходе выполнения каждой из вышеперечисленных задач исследований.

Морфологические исследования в устьевой области р. Камчатки. Полевые наблюдения за положением устьевого створа р. Камчатки выполнены 04.06, 22.06, 06.07, 21.07, 30.07, 30.08.2019 (рис. 1). Работы проводили преимущественно при максимальном отливе: в период, близкий или соответствующий низким малым водам (при уровне воды ~40–50 см усл.). Работы включали профилирование контуров устьевых кос с помощью ручного GPS-навигатора GARMIN GPSmap 62s, а также фото- и видеосъемку устьевой области с помощью квадрокоптеров DJI Spark и Phantom.

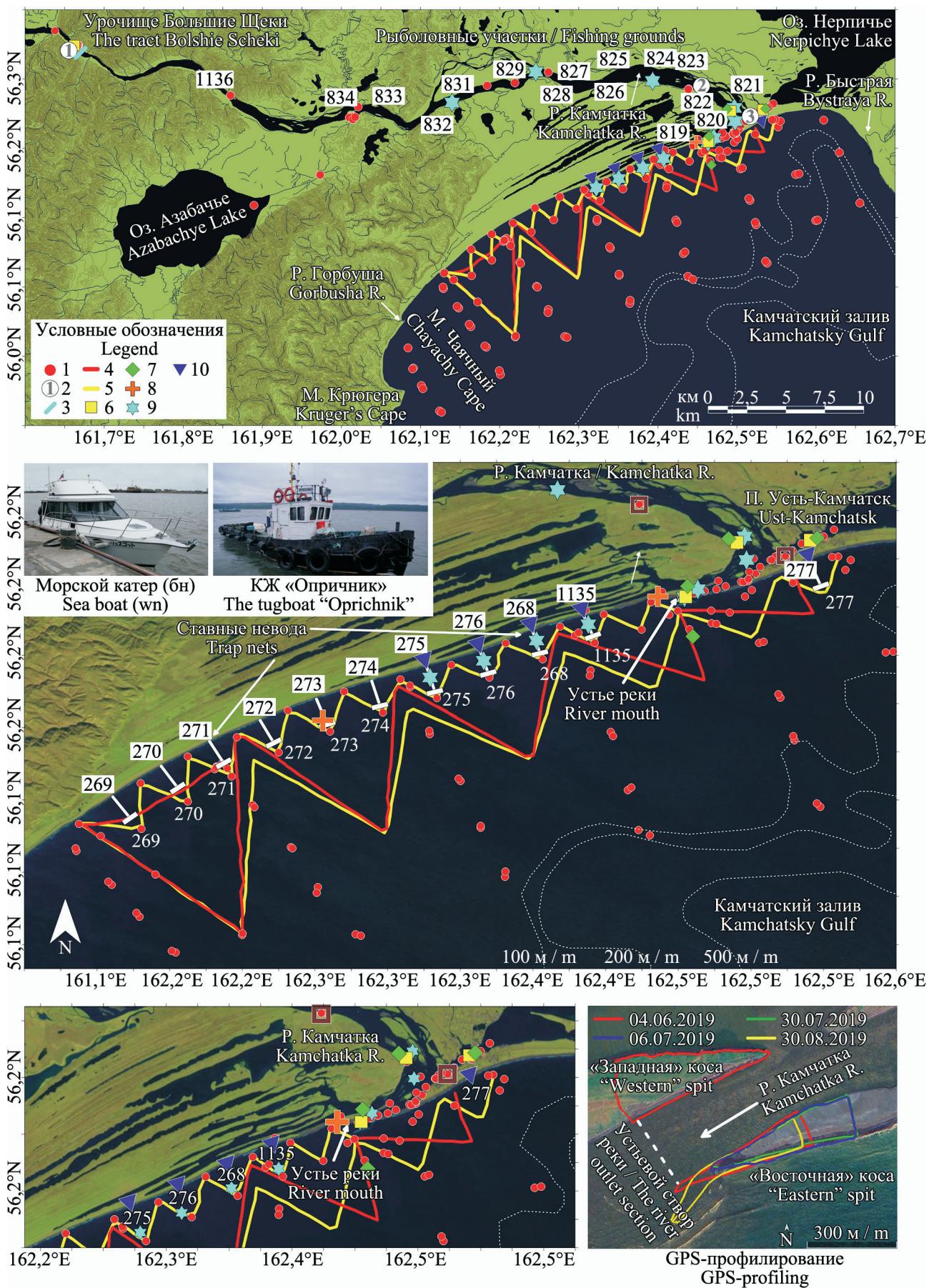
GPS-профилирование заключалось в обходе оконечности устьевых кос с записью трека пройденного пути на ручной GPS-навигатор. Обход осуществляли от самой крайней точки косы, ко-

торая принималась за ее окончание, вдоль уреза воды на дистанции ок. 500 м. С морской стороны обход проводили по вершине заплеска волн, по речным сторонам — вдоль берега реки. Точность измерений (согласно данным, указанным в настройках GPS-навигатора) составляла ~5 м. Всего за период наблюдений обход «восточной» косы выполнен 4 раза (04.06, 06.07, 30.07, 30.08), а «западной» — 1 раз (04.06); 22.06 и 21.07.2019 были проведены только аэровизуальные наблюдения. [Общепринятое географическое названия для устьевых кос р. Камчатки нам найти не удалось. Так, «восточная» коса (рис. 1) на различных опубликованных картах может называться «морская» или «дембьевская», а «западная» — «заводская» или «первозводская» коса. Поэтому в тексте статьи мы будем придерживаться принятых нами названий: «восточная» и «западная» коса (см. схему на рис. 1.2).]

В качестве дополнительного источника информации для анализа сезонной и межгодовой морфодинамики устьевой области р. Камчатки использованы космические снимки Sentinel-2 Европейского космического агентства (ESA), опубликованные на сайте U.S. Geological Survey USGS (<https://earthexplorer.usgs.gov>).

Гидрологические наблюдения в р. Камчатке. Гидрологические работы в нижнем течении и устьевой области р. Камчатки проведены в период с 01.06 по 01.08.2019. Район работ включал участок от устья реки до урочища Большие Щеки (расстояние по руслу реки ок. 60 км) (рис. 1). Полевые работы выполняли в соответствии с принятыми в гидрологии устьев рек методами (Гидрологические наблюдения..., 1993; Руководство..., 2011, 2012).

Работы включали установку гидрологических датчиков на автономную работу, измерение расходов воды, проведение гидрологических съемок с измерением основных параметров водной среды. Длительные измерения температуры и уровня воды проводили с помощью автономных термоглубометров JFE Advantech ATD-HR (Япония) и Гидрометрика-501 (Россия), установленных на дно реки. Схема расположения мест установки приборов приведена на рис. 1. Измерения проводили автоматически с интервалом 10 мин и продолжали в течение всего периода наблюдений. Относительная точность измерений составляла 0,05 °C для температуры и 1 см для уровня. Все посты были



оборудованы водомерными рейками для контроля за уровнем воды.

Измерения расходов воды проводили трижды (03.06, 05.07 и 01.08.2019) на стандартном створе, который был расположен выше места выклинивания приливных колебаний уровня воды и находился в районе водомерного поста Камчатского УГМС в уроч. Большие Щеки (рис. 1). Скорость и направление течения воды в створе измерения расходов оценивали по показаниям GPS-приемника, помещенного в поплавок, нижний груз которого был заглублен на 0,5 м от поверхности воды. Промеры глубин в створе измерения расходов воды выполнены ручным эхолотом и приведены к показаниям автоматических уровнемеров.

Измерения основных абиотических параметров среды: давление (глубина), температура, электропроводность (соленость), водородный показатель pH, содержание растворенного кислорода, мутность, освещенность, концентрация хлорофилла- α — на гидрологических станциях в реке выполняли мультипараметрическим гидрологическим зондом JFE Advantech AAQ-RINKO Profiler (Япония). В качестве дополнительного инструмента для измерения глубины, температуры и солености использован также зонд YSI CastAway (США). Точность измерений температуры воды составляла $\pm 0,05$ °C, солености — $\pm 0,1\%$, водородного показателя — $\pm 0,2$ pH, растворенного кислорода — $\pm 0,4$ мг/л, мутности — $\pm 0,1$ FTU, хлорофилла- α — $\pm 1\%$. Всего за период полевых работ в нижнем течении и устьевой области р. Камчатки выполнено 83 гидрологические станции (рис. 1).

Гидрологические съемки в Камчатском заливе. За весь период полевых работ на акватории Камчатского залива выполнено пять гидрологических съемок: 05.06, 23.06, 07.07, 15.07 и 31.07.2019.

Рис. 1. Район работ, схема станций сбора полевых данных и расположение рыболовных участков (РЛУ) в нижнем течении и устьевой области р. Камчатки и в прибрежных водах Камчатского залива в июне–августе 2019 г. Условные обозначения: 1 — вертикальные гидрологические зондирования; 2 — места установки датчиков уровня и температуры воды; 3 — створ измерения расходов воды; 4 — трек гидролого-гидроакустической съемки 07.07.2019; 5 — трек гидролого-гидроакустических съемок 15.07 и 31.07.2019; 6 — места отбора проб на гидрохимический состав воды; 7 — места отбора проб фитопланктона; 8 — место отбора проб нерки для оценки состояния здоровья рыб; 9 — места наблюдений за морскими млекопитающими; 10 — места аэроналюдений за особенностями поведения лососей в зоне действия ставных неводов

Fig. 1. The research area, the scheme of the field data sampling and of the distribution of commercial fishing grounds (CFGs) in the lower part and estuary of the Kamchatka River and in the coastal waters of Kamchatsky Gulf in June–August 2019. The legend: 1 – the vertical hydrological saunding; 2 – the sites of the water level and temperature sensors; 3 – the section of the water discharge measurements; 4 – the track of the hydrological hydroacoustic survey on 07.07.2019; 5 – the track of the hydrological hydroacoustic survey on 15.07 and 31.07.2019; 6 – the sites of the water chemical analysis sampling; 7 – the phytoplankton sampling sites; 8 – the sites of sampling sockeye salmon for the fish health assessment; 9 – the sites of marine mammal observations; 10 – the sites of the observations for the specifics of salmon behavior in the area of the trap net fishing from the air

Наблюдения проводили с борта двух маломерных судов морского класса, предоставленных ООО «Соболь» (рис. 1). Район, охваченный в ходе гидрологических съемок, включал ок. 10 км в мористую (до изобат 100 и 200 м) и северную (до устья р. Быстрой) и ок. 40 км в южную части Камчатского залива (до м. Крюгера) (рис. 1). Измерения проводили мультипараметрическими гидрологическими зондами AAQ-RINKO Profiler и YSI CastAway (регистрируемые параметры и точность измерений этих приборов указаны выше).

На отдельных гидрологических станциях измерения выполняли в режиме вертикального зондирования от поверхности воды до дна или до слоя с фоновыми значениями солености $\geq 31\%$ (преимущественно до глубины 15–20 м). Все первичные данные осредняли по глубине с интервалом в 0,1 м. Всего за период работ было выполнено 126 вертикальных зондирований водной толщи (из них 41 — 05.06; 38 — 23.06; 15 — 15.07; 32 — 31.07.2019). Кроме этого, в период проведения гидроакустических работ (рис. 1) одновременно выполняли также площадную съемку гидрологическим зондом AAQ-RINKO Profiler, который был установлен за бортом судна и вел непрерывную регистрацию параметров среды в приповерхностном слое воды (от 0 до 1 м, с интервалом 10 сек). Начало измерений синхронизировали с GPS, который фиксировал трек перемещения судна. Все полученные таким образом первичные данные в дальнейшем усредняли на временной интервал 10 мин. В результате на трех съемках было получено 1886 отдельных гидрологических станций (572 — 07.07; 651 — 15.07; 663 — 31.07.2019).

Гидроакустические наблюдения в Камчатском заливе. В июле 2019 г. в северной части Камчатского залива проведены три гидролого-гидроакустические съемки в начале (07.07), середине (15.07) и в конце месяца (31.07). Все съемки вы-

полнены с борта морского буксира КЖ «Опричник» (судовладелец ООО «Соболь»). Методы проведения гидрологических измерений на этих съемках описаны в предыдущем разделе.

Сбор первичных гидроакустических (ГА) данных на всех трех съемках проводили с помощью научного цифрового эхолота BioSonics DT-X с трансдьюсером 120 кГц с расщепленным лучом, максимальной мощностью 1000 Вт и дискретностью приемного тракта <0,2 дБ. Глубина моря основной части района работ не превышала 30–50 м. Поэтому наблюдения на съемках выполняли в режиме горизонтальной локации, поскольку ранее было показано, что эффективность гидроакустического учета лососей при горизонтальной локации значительно выше, чем при вертикальной (Николаев, 1974, 1977). Кроме этого, при вертикальной локации была высока вероятность распугивания рыб вследствие шумового и визуального воздействия от движущегося судна, что особенно существенно оказывается при проведении наблюдений на небольших глубинах (Гончаров, Попов, 2011).

Трансдьюсер эхолота был закреплен в горизонтальном положении по правому борту судна в его кормовой части и погружен в воду на глубину 50 см. Все съемки проводили в светлое время суток. Скорость движения судна во время сбора ГА-данных составляла 8–10 км/ч, горизонтальная дистанция регистрации эхосигналов — 100 м, продолжительность зондирующих импульсов — 0,1 мс, ширина приемного тракта эхолота — от 0 до 50 дБ. Контроль хода судна по галсам в период съемок осуществляли с помощью ручного GPS-навигатора. Общая длина галсов на первой съемке составила 63,8 км, на второй — 94,8 км, на третьей — 93,4 км (рис. 1).

Обработку ГА-данных выполняли с помощью специализированной лицензионной программы Myriax EchoView (версия 8.0) (Higginbottom et al., 2008). Все первичные ГА-данные суммировали для отдельных участков акватории дистанцией 500 м и до границы зоны регистрации, которая могла существенно варьировать в зависимости от глубины моря в месте наблюдений и колебалась от 10 до 100 м, но в основном составляла 30–40 м по перпендикуляру к оси движения судна. Для анализа результатов эхолотных съемок, который включал выяснение распределения лососей на исследованной акватории, а также оценку их раз-

мерного состава в зависимости от силы цели TS , использован метод эхосчета (NOAA protocols., 2003). Определение размерного состава рыб в зависимости от TS (для частоты 120 кГц) выполнено по отношению:

$$TS = 20 \log L - 62,8, \quad (1)$$

где L — длина рыб.

В связи с ограничениями ГА-метода, дифференциация отдельных видов рыб в смешанных скоплениях (в особенности, если это схожие в таксономическом отношении виды, такие как тихоокеанские лососи) зачастую не представляется возможной (Simmonds, MacLennan, 2005). Поэтому для анализа распределения отдельных видов лососей по результатам ГА-съемок использован такой косвенный показатель, как средние размеры рыб. В качестве дополнительной информации об особенностях миграции нерки в водах Камчатского залива использованы также данные промысловых уловов ставных неводов в 2015–2019 гг.

Сбор сопутствующей информации. Помимо полевых материалов, летом 2019 г. была также собрана разнообразная сопутствующая информация, которая, на наш взгляд, могла быть полезна для достижения цели исследований, в том числе:

– отобраны пробы для проведения лабораторного анализа гидрохимического состава и качества воды в нижнем течении р. Камчатки;

– собраны гидробиологические пробы на предмет выявления в составе планктонных сообществ различных токсичных микроводорослей, которые способны вызывать нарушение миграционной активности у лососей;

– взяты биологические пробы для выяснения состояния здоровья и возможных болезней производителей нерки;

– проведены наблюдения за морскими млекопитающими, которые, как известно, способны наряду с промыслом оказывать значительное влияние на общую численность лососей в устьевых участках рек, где они концентрируются в период их массового хода;

– проведены аэровизуальные наблюдения за особенностями поведения лососей в зоне действия ставных неводов для выяснения возможности влияния неводного лова на пропуск производителей в р. Камчатку;

– собраны данные о современном состоянии и специфике промысла лососей на различных рыболовных участках в Камчатском заливе и в нижнем

течении р. Камчатки, а также некоторая другая информация.

Отдельные методические аспекты сбора полевых данных, а также дополнительные источники информации по каждой из вышеуказанных задач будут указаны в соответствующих разделах с результатами исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В ходе полевых работ 2019 г. собран большой объем разнообразных научных данных, однако в настоящей статье будут представлены только те результаты, которые, на наш взгляд, необходимы для решения главной цели исследований — выяснения возможных причин ситуации, сложившейся с подходами и пропуском производителей нерки в бассейн р. Камчатки в последние годы.

Основные результаты полевых исследований и промысел нерки р. Камчатки в 2019 г.

Морфодинамика устьевой области р. Камчатки. Основной предпосылкой для проведения морфологических исследований в устье р. Камчатки в 2019 г. послужил тот факт, что согласно действующим в настоящее время нормативно-правовым документам, расположение устья реки является от правной точкой для определения границ как морских, так и речных РЛУ (Правила..., 2019). Морфологическое строение устьевой области реки, в свою очередь, определяет расположение РЛУ и расстановку орудий лова во время промыслового сезона. От этого часто напрямую может зависеть интенсивность промышленного освоения тихоокеанских лососей на предустьевом участке моря и в нижнем течении реки и, как следствие, суммарный пропуск производителей на нерестилища в речной бассейн.

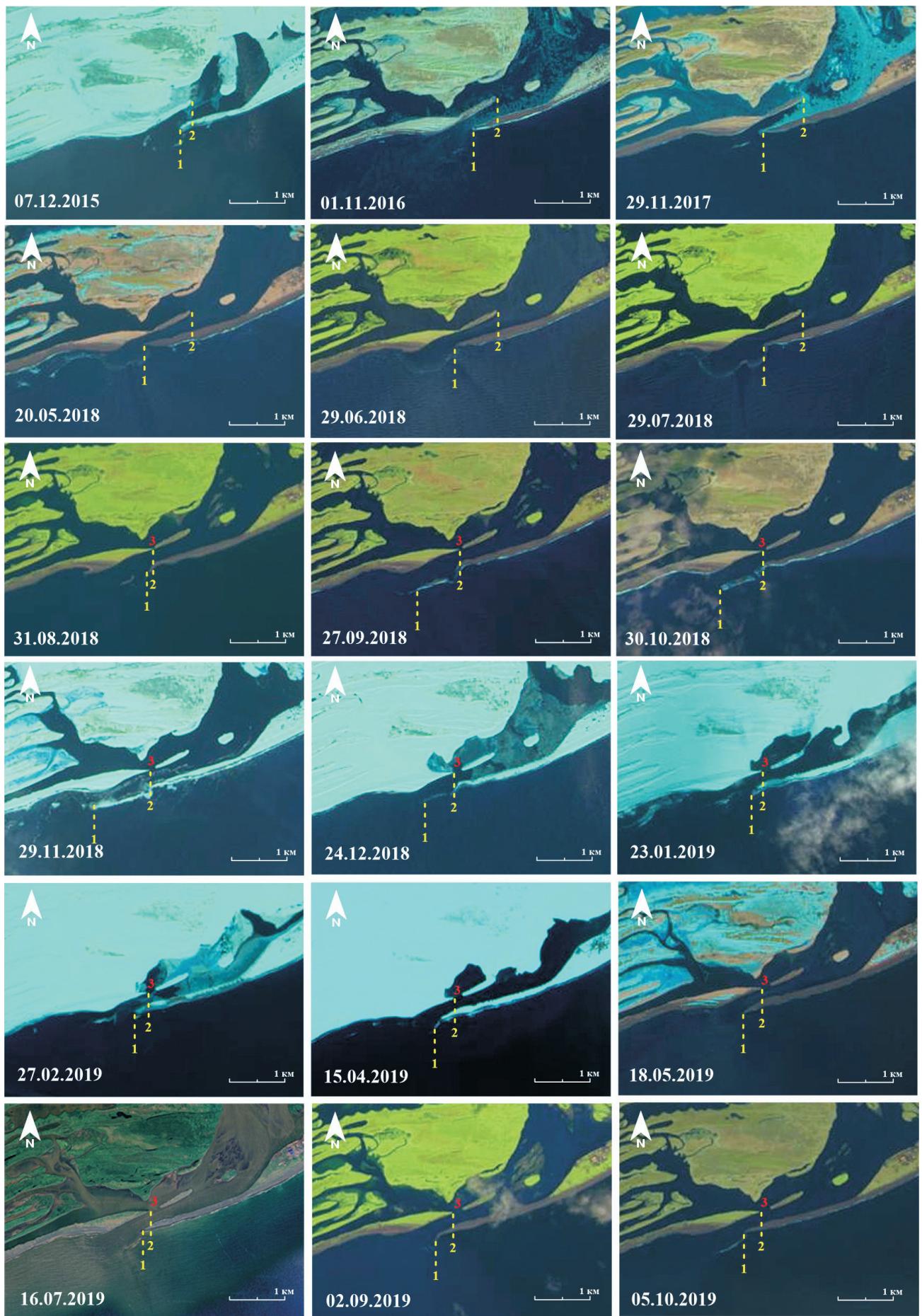
Анализ результатов полевых наблюдений и имеющихся космических снимков, а также всей доступной архивной и опубликованной информации, позволил установить следующее. Устьем (или устьевым створом) р. Камчатки в последние несколько лет следует считать условную линию, которая проходит по перпендикуляру от оконечности «восточной» к берегу «западной» косы (см. рис. 1). При этом оконечность «восточной» косы (то есть и устьевой створ р. Камчатки) может менять свое положение как в очень короткие сроки (например, в течение суток), так и в более длительные периоды времени (сезон, год, несколько лет, десятилетие и т. д.) (Горин, 2014).

Главной естественной причиной морфодинамики устья р. Камчатки является взаимодействие приливов, речного стока и волнения моря. Так, по данным наших измерений с помощью GPS, в начале июня 2019 г. (то есть в самом начале половодья на р. Камчатке) «восточная» коса в сизигийный прилив укорачивалась приблизительно на 160–170 м за счет повышения уровня воды в устье реки и затопления ее оконечности. [В этот период точка оконечности «восточной» косы на отливе имела координаты: N 56°12'12.7" с. ш.; E 162°27'51.7" в. д.] В начале июля 2019 г. (на пике половодья в сизигию) и в конце июля (на спаде половодья в квадратуру) эта дистанция была примерно равна и составляла ~90–100 м.

В результате анализа космических снимков также было установлено, что максимальную длину в течение года «восточная» коса имеет в конце осени и в начале зимы (рис. 2). В зимние месяцы оконечность этой косы периодически может размываться зимними штормами, но весной ее длина вновь начинает расти. В начале летнего сезона (на подъеме половодья на р. Камчатке) оконечность «восточной» косы вновь начинает размываться, но уже речным потоком. Этот размыв и укорачивание косы продолжаются до начала осени, затем, к началу зимнего сезона, «восточная» коса снова удлиняется.

В результате указанных процессов положение устьевого створа р. Камчатки в течение года может перемещаться на несколько сот метров. Причем в разные по гидрологическим условиям годы этот разброс может быть различен, но иногда он, вероятно, может достигать и ~1 км. На это накладывается также то, что «восточная» коса в последние годы имеет направленное смещение к юго-западу со средней интенсивностью до ~200 м в год (рис. 2).

Что касается морфодинамики «западной» косы, то наши полевые наблюдения показали, что в летний сезон 2019 г. для нее было характерно более стабильное положение, так как оконечность косы всегда возвышалась на несколько метров над водой, даже в максимальный сизигийный прилив. Однако из космических снимков следует, что в начале лета 2018 г. «западная» коса была как минимум на 900 м длиннее, чем в 2019 г. (рис. 2). Во второй половине августа 2018 г. на расстоянии ~700 м от ее оконечности образовался прорыв, который постепенно расширился в юго-западном направлении, и к началу лета 2019 г. его ширина



достигла ~200 м. Благодаря образованию этого прорыва, от основания «западной» косы отделился остров длиной ~700 м (рис. 2). Причины образования прорыва в «западной» косе в настоящее время нам не известны, но по имеющимся историческим сведениям, подобные события (то есть образование прорывов в устьевых косах) в устье р. Камчатки в прошлом неоднократно случались как по естественным причинам, так и в результате антропогенного вмешательства.

Так, ранее показано, что естественный процесс удлинения «восточной» косы происходит благодаря вдольбереговому потоку морских наносов и, в меньшей степени, твердому стоку реки. В результате в речном устье образуется избыток наносов, который обеспечивает процесс удлинения «восточной» косы. Этот процесс рано или поздно заканчивается прорывом косы у основания с одновременным присоединением ее оконечности к «западной» косе. При этом «новая восточная» коса растет вдоль «старой», без размыва последней. В случае антропогенного вмешательства естественный ход развития устьевого рельефа целенаправленно может сдерживаться с помощью «прокопов» устьевых кос, как, например, это было в первой половине XX в., и землечерпания на устьевом баре во второй половине этого столетия (Лямин, Рудакова, 1944; Горин, 2014).

Гидрологический режим р. Камчатки. Для оценки многолетних изменений характеристик водного и термического режима р. Камчатки использованы все имеющиеся данные, накопленные за длительную историю работы трех постов Камчатского УГМС, расположенных в нижнем течении реки. Ныне действующий пост «Ключи» находится в одноименном поселке на расстоянии ~130 км от устья реки (этим постом замыкается 82% площади бассейна реки). Уже закрытый пост «Большие Щеки» располагался в ~60 км от речного устья (92% речного бассейна). Также закрытый пост «Нижне-Камчатск» находился в ~35 от устья (замыкал ~95% речного бассейна).

Предварительный анализ качества, репрезентативности и длительности наблюдений на этих постах показал следующее. Для оценки характеристик водного стока реки наиболее подходит пост «Ключи»:

ряд наблюдений на этом посту имеют приемлемое качество и большую длину (с 1931 г. по настоящее время). Важно, что величины летнего стока воды на этом посту имеют достаточно тесную связь с аналогичными характеристиками на посту «Большие Щеки», замыкавшем почти весь бассейн реки. Наблюдения за стоком воды на двух других постах закончились ~30 лет назад (в 1992 г. на «Больших Щеках» и в 1988 г. в «Нижне-Камчатске»), что не позволяет использовать их ряды для настоящей работы. Качество рядов температуры речной воды на постах «Большие Щеки» и «Нижне-Камчатск» достаточно надежно. Но на первом посту температура воды наблюдалась почти 70 лет (в 1951–2017 гг.), а на втором — менее 40 лет (с 1951 по 1988 гг. с перерывами), причем эти наблюдения завершились три десятка лет назад. С точки зрения репрезентативности, характеристики внутригодового распределения температуры воды на обоих постах (в период совместных наблюдений) были очень близки. Ряд наблюдений за температурой воды на посту «Ключи» после 1989 г. оказался не однородным (возможно, из-за необъявленного переноса места измерений), а также в целом не репрезентативным для нижнего течения реки (из-за сильной трансформации температуры речной воды в многочисленных протоках и озерах, находящихся на участке от п. Ключи до ур. Большие Щеки).

На рисунке 3 показаны изменения водного стока р. Камчатки в 2018–2019 гг., а также за предшествующий 30-летний период (1989–2017 гг.). Из этих данных следует, что в 2018 г. водный сток р. Камчатки в первой половине июня был близок к своим среднемноголетним величинам, а с середины июня до конца июля существенно превышал таковые. Расходы воды на пике половодья и объем стока реки за май–июль в этом году достигли своих максимумов за многолетний период. В 2019 г. до второй половины июня водный сток р. Камчатки был значительно выше среднего, а в июле был близок к нему. При этом расходы воды в реке на пике половодья и объем стока за май–июль немного превысили среднемноголетние величины. Таким образом, половодье 2018 г. в нижнем течении р. Камчатки можно охарактеризовать как экстремально высокое, а половодье 2019 г. — как раннее, немного больше среднего.

◀ Рис. 2. Морфологические изменения устьевой области р. Камчатки в 2015–2019 гг. (по данным космических снимков Sentinel-2). Условные обозначения: 1 — точка оконечности «восточной» косы, 2 — точка оконечности «западной» косы; 3 — прорыв в «западной» косе.
Fig. 2. The morphological changes of the Kamchatka River outlet part in 2015–2019 (on the data of satellite images Sentinel-2). The legend: 1 — the eastern spit terminal point; 2 — the western spit terminal point; 3 — the break in the western spit

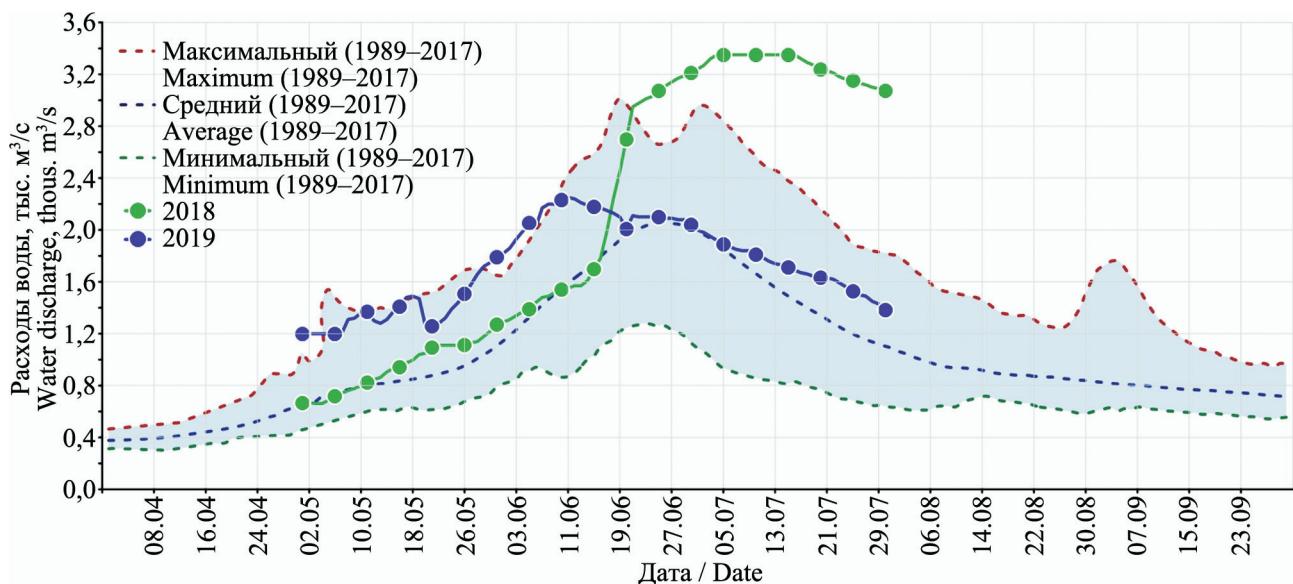


Рис. 3. Сезонные изменения расходов воды (м³/с) в р. Камчатке в 2018 и 2019 гг. на фоне среднемноголетних значений (по данным гидрологического поста «Ключи»)
Fig. 3. The seasonal changes of the water discharge (m³/sec) in the Kamchatka River in 2018 and 2019 on the background of the long term average values (on the data of the hydrological controller “Kluchi”)

Сравнение результатов наблюдений за температурой воды в нижнем течении р. Камчатки за 1970–1988 и 2001–2017 гг. показало, что в последние 20 лет на посту «Большие Щеки» вода во второй половине лета и в начале осени стала немного теплее, чем раньше (рис. 4). В остальные сезоны величины температуры за оба периода оказались очень близки. На посту «Большие Щеки» температура воды лишь в начале июня немного отличалась от таковой на посту «Нижне-Камчатск», а в остальное время была очень близкой к ней. На посту «Ключи» температура воды в первой половине июня была немного выше, а в остальное время — заметно ниже, чем в «Больших Щеках» и «Нижне-Камчатске».

В 2018 и 2019 гг. пост «Большие Щеки» уже не действовал. В 2018 г. здесь не было никаких наблюдений, поэтому летом 2019 г. мы установили в этом месте автоматический измеритель уровня и температуры воды, который работал с 3 июня по 1 августа (рис. 4). Оказалось, что летом 2019 г. температура воды в р. Камчатке была несколько ниже своей многолетней нормы, но заметно выше многолетних минимумов. Таким образом, в термическом отношении лето 2019 г. может быть охарактеризовано как близкое к норме, или немного прохладное.

Летом 2019 г. подъем половодья в нижнем течении р. Камчатки продолжался до середины июня (рис. 5). Во второй половине июня и в первую декаду июля уровень воды держался на высоких отметках, после чего начал снижаться. Темпера-

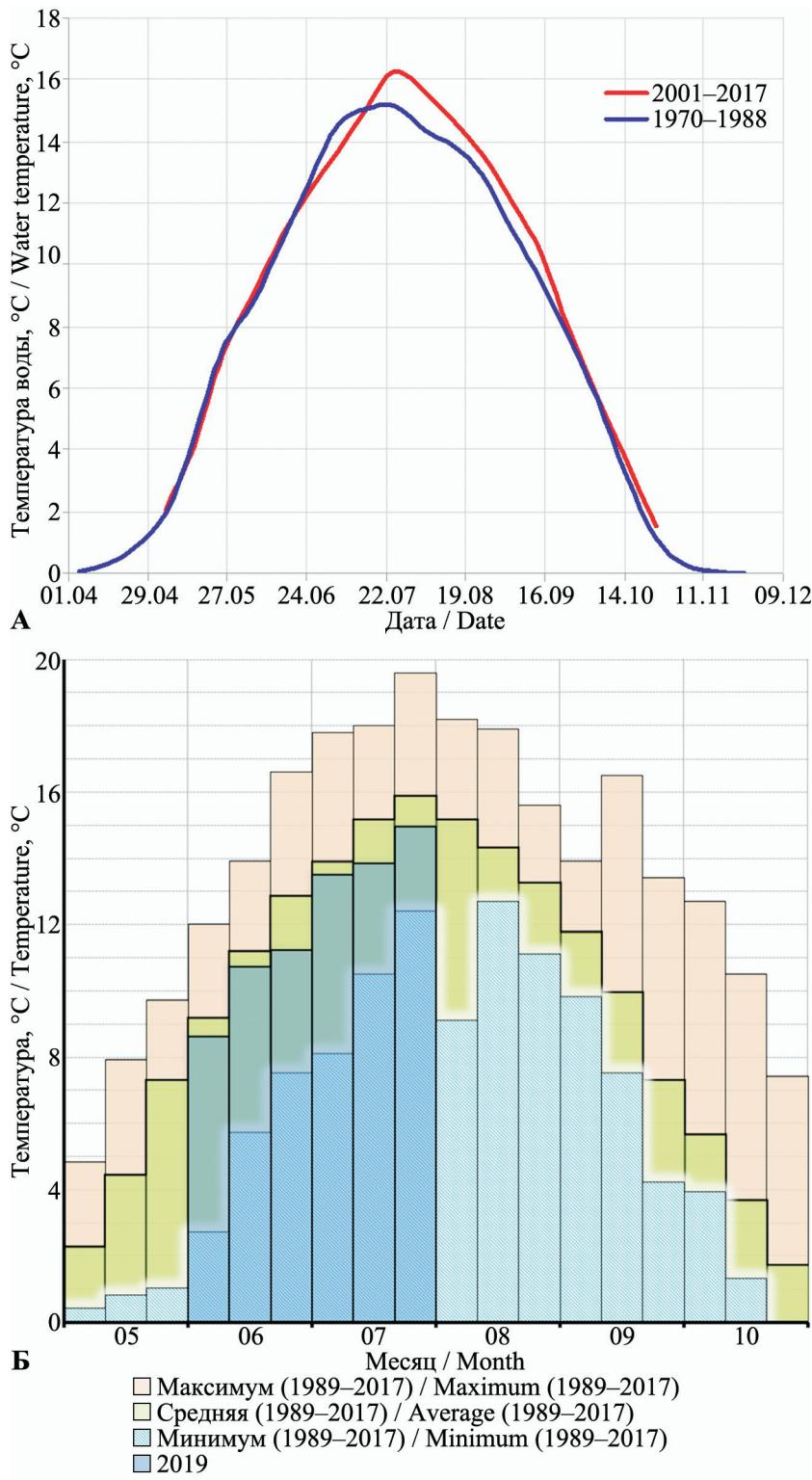
тура речной воды изменялась по нарастающей: от значений порядка 7,8 °C (10 июня) до 16,8 °C (21 июля), но с чередованием подъемов и спадов, которые обычно происходили с интервалом в несколько суток (рис. 5). Причем падение температуры воды в реке в отдельные периоды достигало 3,5 °C в течение одной недели. Скорее всего, это было связано с изменениями синоптических условий в нижнем течении реки.

Характеристика зоны смешения в Камчатском заливе. Предыдущими исследователями высказывалось мнение, что результативность промысла тихоокеанских лососей (прежде всего, нерки) ставными неводами в Камчатском заливе зависит от эффективности облова зоны воздействия речного стока, в которой скапливаются взрослые рыбы перед анадромной миграцией в реку. То есть гидрологические характеристики прибрежных вод Камчатского залива могут влиять на промысел лососевых (Миядзаки, 1938; Лямин, Рудакова, 1939, 1944; Лямин, 1949; Николаев, 1974).

Результаты наших гидрологических съемок показали, что наиболее показательными гидрологическими характеристиками, позволяющими идентифицировать зону смешения (ЗС) пресной речной и соленой морской воды в водах Камчатского залива в июне и июле, являются соленость, а также температура и мутность воды. Значение первой характеристики очевидно. Температура воды в ЗС отличается от фоновых морских величин потому, что в июне–июле речная вода про-

гревается значительно интенсивней, чем поверхностные воды Тихого океана. А повышенная мутность воды в ЗС обусловлена большим объемом взвешенных частиц, выносимых стоком р. Камчатки, дренирующей обширную область активного вулканизма (по некоторым оценкам, из реки в Камчатский залив ежегодно выносится ~3 млн т взвешенных наносов) (Михайлов, 1997).

Границы ЗС на акватории Камчатского залива определяются взаимодействием множества разномасштабных гидрометеорологических факторов: отдельными составляющими речного стока; морскими приливами; воздействием ветра, морских волн и течений и др. (Лямин, Рудакова, 1939, 1944; Николаев, 1974; Лобанова, 1989; наши наблюдения в 2018–2019 гг.). Поэтому во время



путины размеры и очертания ЗС постоянно изменяются как в течение коротких периодов времени (от нескольких часов до нескольких суток: например, из-за речных паводков, а также приливов, сгонно-нагонных ветров), так и в сезонном масштабе времени (из-за прохождения волны речного половодья) (Лямин, Рудакова, 1939, 1944; наши наблюдения 2019 г.). Несмотря на интенсивную динамику ЗС, ее осевая линия в летний период устойчиво держится вдоль морского берега и направлена от устья реки в юго-западном направлении (Лобанова, 1989; Коваль и др., 2018; наши наблюдения 2019 г.). Это обусловлено воздействием мощного Камчатского течения, увлекающего за собой вынос р. Камчатки (Храпченков, 2000), а также особенностями рельефа дна в Камчатском заливе.

По нашим данным, летом 2019 г. форма ЗС имела следующие очертания: от устья реки на север и в сторону открытого океана ее ширина составляла ~1–3 км на подъеме половодья и ~3–5 км после прохождения его пика (рис. 6). В юго-западном направлении ЗС в начале июня охватывала только прибрежную полосу шириной до ~1–3 км, а к концу месяца и в июле она увеличивалась до 5–10 км (благодаря постепенной аккумуляции речных вод на акватории залива) (рис. 6). Примерно в 10–15 км на юго-запад от устья реки ЗС начинала расширяться в открытую часть залива. Отсюда и до м. Крюгера (южная граница наших работ, ок. 40 км от устья реки) ее ширина была всегда больше 5–10 км. Ско-

рее всего, некоторый вклад в ЗС на этом участке вносил сток малых рек, впадающих в Камчатский залив от м. Чаячего до м. Крюгера (например, р. Горбуша, см. рис. 1). Судя по измеренным величинам температуры и солености воды на станциях, расположенных на широте м. Крюгера, воздействие стока р. Камчатки в южном направлении может сказываться еще на очень большом расстоянии: вероятно, не менее 100 км от устья реки (Коваль и др., 2018; наши наблюдения 2019 г.).

Анализ вертикального распределения гидрологических характеристик показал, что летом 2018 и 2019 гг. в Камчатском заливе в пределах распространения ЗС водная толща была сильно стратифицирована, при этом тонкий слой опресненных, прогретых и замутненных вод располагался над более мощным слоем соленой и холодной морской воды. «Ядро» ЗС (с переходом солености воды от 0 до 15–20‰) локализовалось на устьевом взморье в непосредственной близости от устья р. Камчатки (рис. 6–7). Здесь толщина слоя наибольшего опреснения (с соленостью менее 20‰) обычно не превышала 2 м, но иногда достигала ~3–5 м. Общая толщина ЗС с соленостью <31‰, с температурой до 4–5 °C и мутностью до 15–25 FTU, большей, чем в более глубоких слоях водной толщи, достигала ~10 м (рис. 7). По мере удаления от устья р. Камчатки в южную часть Камчатского залива перемешиванием охватывались все более глубокие горизонты воды, поэтому на широте м. Крюгера (~40 км от устья реки) толщина ЗС уже составляла ~15 м (рис. 7).

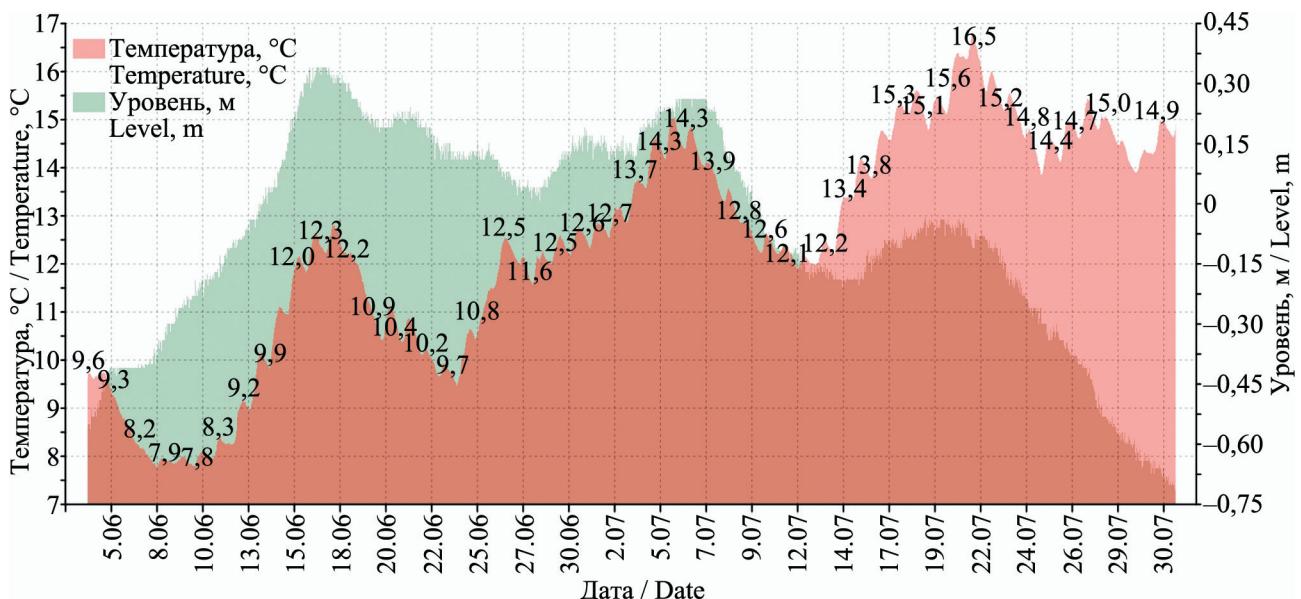


Рис. 5. Динамика изменений температуры (°C) и уровня (м³/с) воды в р. Камчатке по данным автоматического датчика, установленного в районе поста «Большие Щеки» в июне–июле 2019 г.
Fig. 5. The dynamics of the changes of water temperature (°C) and level (m³/sec) in the Kamchatka River on the data by automatic sensor set in vicinity of the control post “Bol'shie Scheki” in June–July 2019

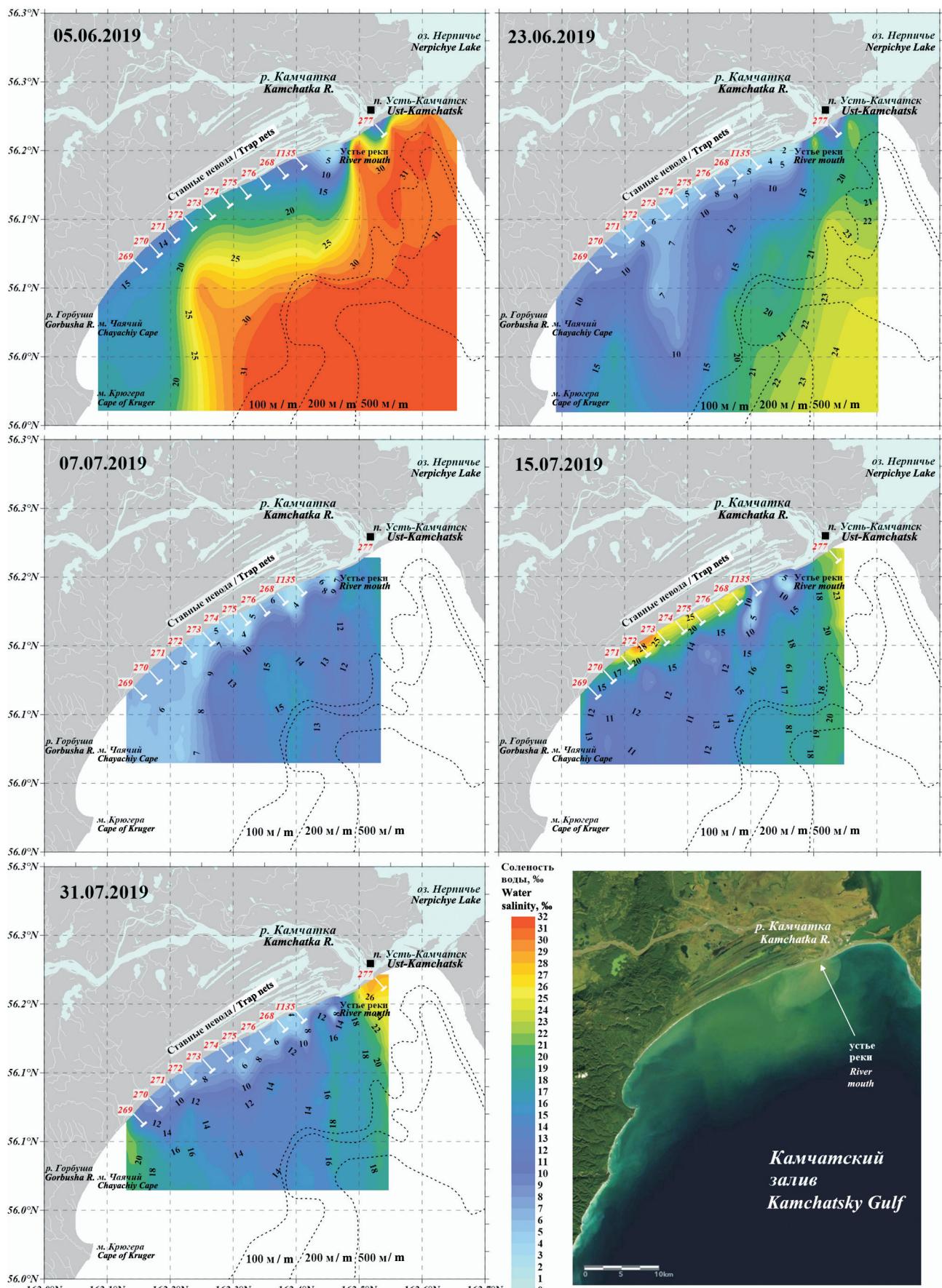


Рис. 6. Пространственное распределение солености воды (‰) на поверхности на отдельных гидрологических съемках и схема расположения ставных неводов в Камчатском заливе в июне–июле 2019 г. (на правом нижнем рисунке представлен спутниковый снимок с сайта www.arcgis.com/home/webmap, на котором хорошо виден шлейф мутности, распространяющейся от устья р. Камчатки в прибрежные воды Камчатского залива)

Fig. 6. The spatial distribution of the water salinity (‰) on the surface of particular hydrological surveys and the scheme of the trap nets in Kamchatsky Gulf in June–July 2019 (a satellite image from the site www.arcgis.com/home/webmap is in the lower right part of the picture, and a turbidity plume, spreading to the waters of Kamchatsky Gulf from the Kamchatka River mouth is obvious)

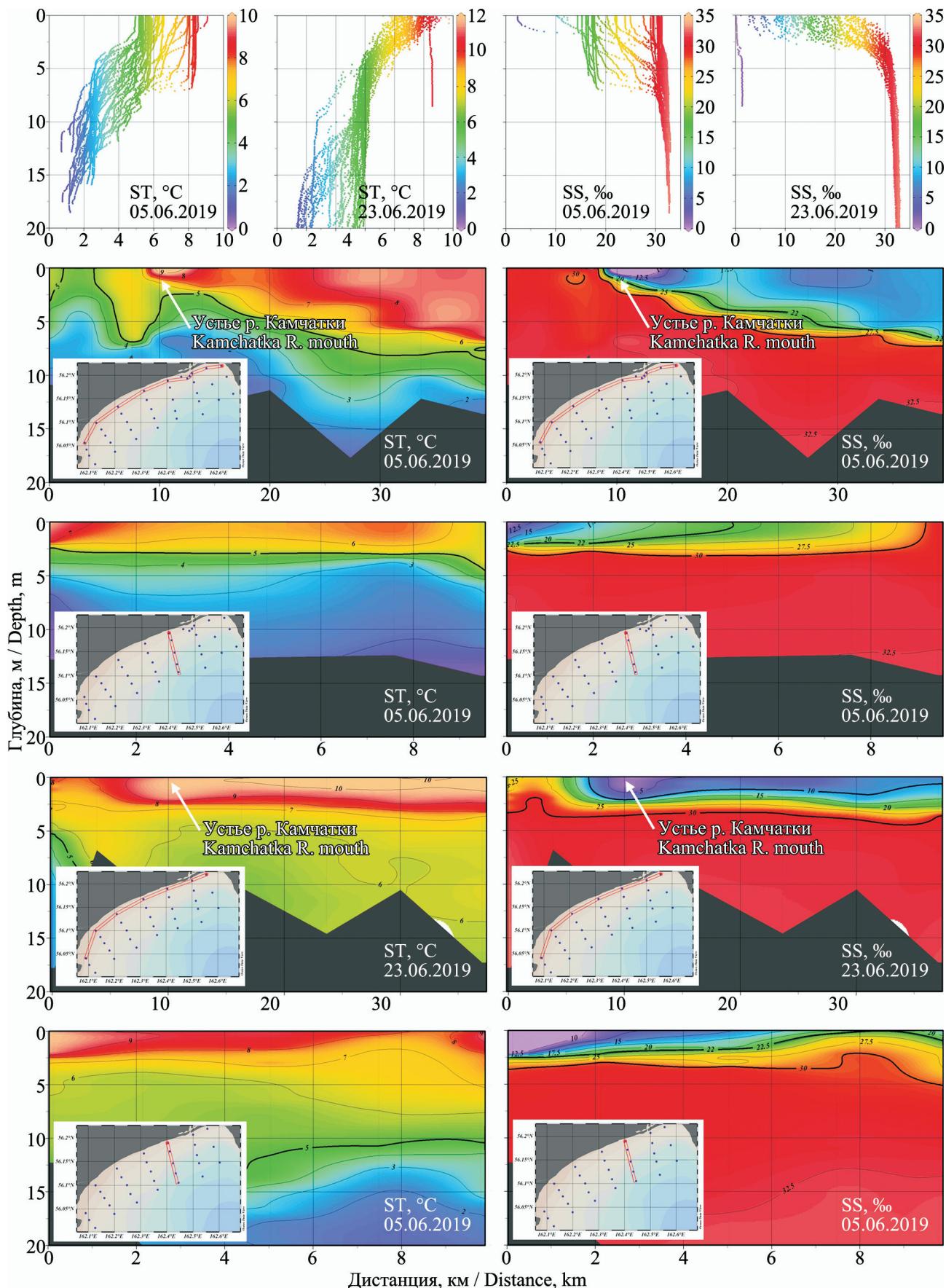


Рис. 7. Вертикальное распределение температуры (ST, °C) и солености (SS, ‰) воды на станциях гидрологических съемок, выполненных в Камчатском заливе в июне 2019 г. (на верхних рисунках — вертикальные профили для всех станций съемки, на нижних — продольные профили на отдельных разрезах, указанных на врезках)

Fig. 7. The vertical distribution of the water temperature (ST, °C) and salinity (SS, ‰) on the stations of hydrological surveys in Kamchatsky Gulf in June 2019 (vertical profiles for all stations of the survey are in the upper pictures, longitudinal profiles of particular sections marked in the boxes – in the lower pictures)

Соотношение размеров ЗС в Камчатском заливе в 2018–2019 гг. и в среднем за многолетний период можно оценить только по косвенным данным: по величине водного стока р. Камчатки. Исходя из этого, в 2018 г. ЗС до середины июня, скорее всего, была близка по своим размерам к норме, а в июле достигла экстремально больших величин. В 2019 г. ЗС до середины июня, скорее всего, была больше, чем обычно, а потом ее характеристики приблизились к норме.

Распределение и миграции лососей в прибрежных водах Камчатского залива. На трех гидролого-гидроакустических съемках, выполненных в прибрежных водах Камчатского залива в июле 2019 г., по данным эхосчета суммарно было зарегистрировано 2132 одиночных рыб, из них 466 экз. на первой, 635 экз. на второй и 1031 экз. на третьей съемках. Основные скопления рыб на всех трех съемках отмечали поблизости от устья р. Камчатки (рис. 8). При этом общее их учтенное количество

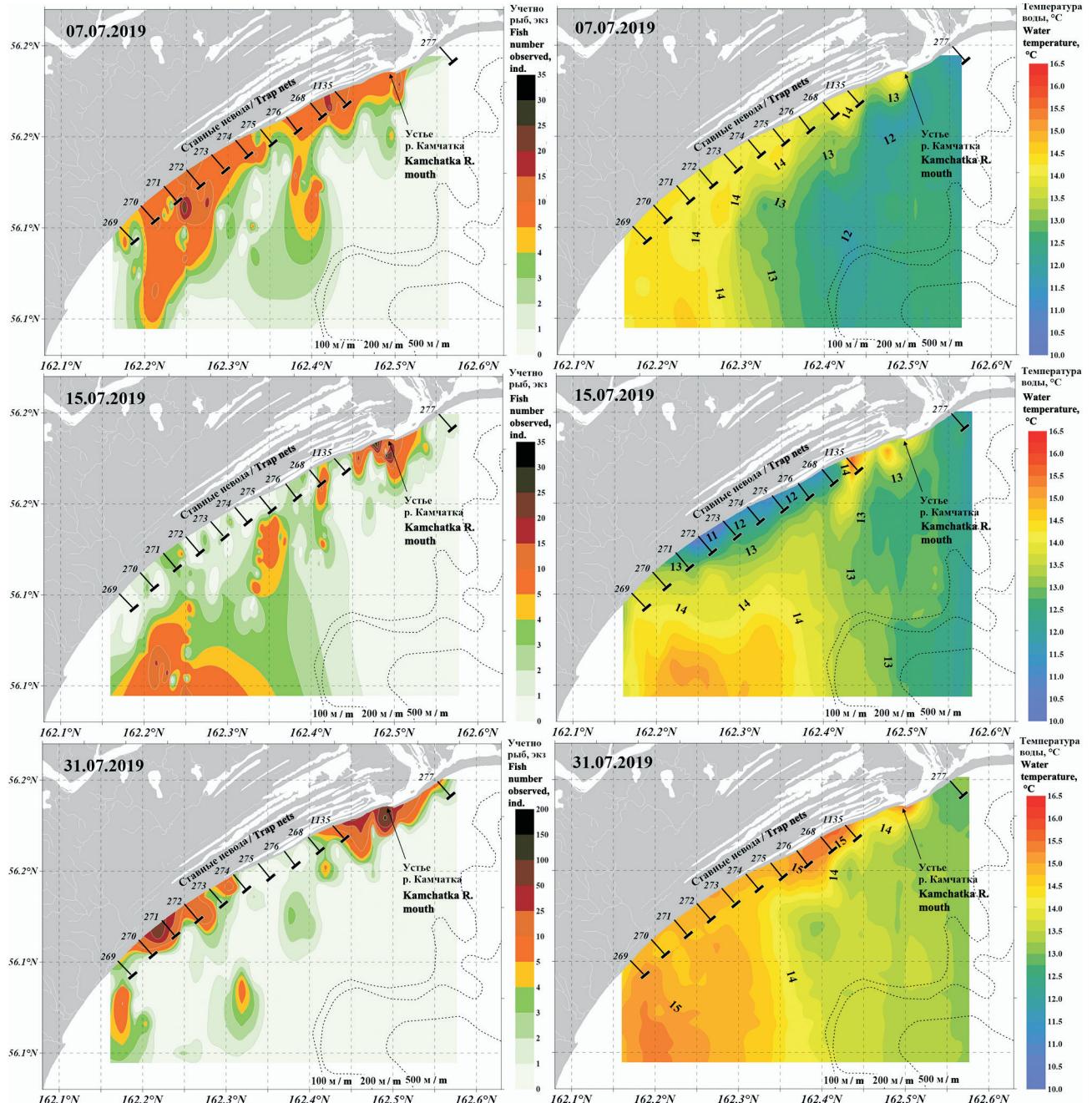


Рис. 8. Распределение тихоокеанских лососей (экз., рисунки слева) и температуры воды на поверхности (°C), рисунки справа) на отдельных гидролого-гидроакустических съемках, выполненных в Камчатском заливе в июле 2019 г.

Fig. 8. The distribution of the Pacific salmon individuals (left pictures) and the surface water temperatures (°C) (right pictures) in particular hydrological-hydroacoustic surveyses in Kamchatsky Gulf in July 2019

на одном и том же участке акватории в районе устья реки от съемки к съемке возрастало и составило: 40 экз. — в начале июля, 85 экз. — в середине июля, 220 экз. — в конце июля. Поблизости от устья реки, по результатам анализа размеров рыб в зависимости от силы цели TS (уравнение 1), средняя длина их тела составляла 50–60 см. В начале июля большое количество рыб отмечали также повсеместно в прибрежных водах Камчатского залива, в зоне действия ставных неводов. В середине июля, наоборот, рыб регистрировали в основном за пределами зоны неводного лова — в более мористой части и на самой южной границе исследуемой акватории (на широте м. Чаячьего). В конце июля, помимо устьевой зоны, скопления рыб отмечались на отдельных участках в прибрежных водах Камчатского залива, в основном в зоне действия южных неводов (№ 270–274, рис. 8). По-видимому, эти концентрации могли формировать рыбы различных видов, поскольку их размерный состав в отдельных скоплениях существенно различался. В районе устья р. Камчатки преобладали особи размерами 50–60 см (вероятно, нерка или кета), а в южной части района — более мелкие рыбы с длиной тела 30–40 см (по всей видимости, горбуша).

Результаты съемок свидетельствуют, что лососи в прибрежных водах Камчатского залива концентрировались в основном в пределах той части ЗС, которая находилась под наибольшим воздействием стока р. Камчатки. Так, преобладающее количество рыб ($\geq 80\%$ общего числа, зарегистрированного на всех съемках) было учтено именно на тех участках акватории, где в поверхностном слое воды наблюдалась пониженная соленость (2,5–15,0‰) и повышенная температура (13–15 °C) воды. [Интересно отметить, что во время второй съемки 15.07.2019 вдоль берега Камчатского залива в пределах зоны действия ставных неводов (на дистанции ~1–1,5 км от берега) наблюдался четко выраженный апвеллинг (то есть подъем глубинных океанических вод с высокой соленостью и пониженной температурой). Это произошло во время съемки под воздействием сильного сгонного ветра, который и отогнал от берега тонкий поверхностный слой более теплой и распресненной воды. Как следует из рис. 5, в зоне подъема глубинных вод количество лососей резко снижалось.] Из этих рыб максимальное количество (равное 23 и 24% общей численности) отмечено при температуре 14,5–15,0 °C и солености 7,5–10,0‰ (рис. 9).

В целом, результаты наших гидролого-гидроакустических съемок полностью подтвердили предыдущие наблюдения, что подавляющая часть половозрелой нерки из открытых вод Тихого океана подходит сначала в центральную и в южную части Камчатского залива, а затем мигрирует на север вдоль его побережья вплоть до устья р. Камчатки (Ясухара, 1932; Сато, 1937, 1939; Мицдаки, 1938; Лямин, 1949; Николаев, 1974, 1977). Так, пространственное распределение лососей на эхолотных съемках указывает, что половозрелые рыбы в июле 2019 г. подходили с юга Камчатского залива широким фронтом (рис. 8). В процессе миграции к устью р. Камчатки они придерживались зоны смешения, которая по мере приближения к устью реки становилась все уже, все ближе прижимаясь к морскому берегу. В результате миграционный путь лососей в заливе был похож на своего рода клин, острый конец которого был направлен к устью р. Камчатки, где и наблюдались максимальные скопления рыб перед их анадромной миграцией в реку. К концу июля, с завершением массовых подходов нерки р. Камчатки в район промысла, численность рыб в Камчатском заливе существенно снизилась (рис. 8).

Ранее уже было отмечено, что гидроакустические наблюдения не позволяют однозначно идентифицировать видовую принадлежность лососей, поэтому для подтверждения предположенной выше схемы миграции нерки в Камчатском заливе можно привести данные промысловой статистики. На рисунке 10 представлена интегрированная динамика суммарного вылова нерки ставными неводами в Камчатском заливе в июне 2015–2019 гг. Как следует из рис. 10, в самом начале промысла (в первую пентаду июня) максимальный вылов нерки приходился на невод № 271, который расположен на расстоянии ~17,5 км южнее устья р. Камчатки. Во вторую и третью пентады максимальный улов показывал уже невод № 274, который находился на ~6 км ближе к устью реки. В четвертую пентаду наибольший улов был в неводе № 268 (то есть уже в ~5,5 км от устья). В предпоследнюю пентаду июня самый высокий улов наблюдался в неводе № 273 (~13,5 км от устья), а затем, в конце июня, — вновь в неводе № 268.

Такая динамика промысловых уловов, по всей видимости, связана не только с общей направленностью миграций нерки в Камчатском заливе, но

и отражает сроки подхода в район промысла ее различных популяционных группировок. Так, предыдущими исследователями уже было показано, что на динамику нерестового хода нерки р. Камчатки существенное влияние оказывает сложная структура этого стада, которая включает ряд локальных популяций и сезонных форм (ранняя и поздняя формы, субпопуляции отдельных участков речного бассейна и т. п.) (Коновалов, 1980; Бугаев, 1995, 2011; Бугаев и др., 2007). Кроме этого, следует принять во внимание, что подошедшая к устью р. Камчатки нерка может замедлять темп анадромной миграции и на какое-то время задерживаться в северо-западной части Камчатского залива, совершая внутри этого рай-

она локальные перемещения или даже обратные миграции в южном направлении. Это наблюдение основано на результатах изучения распределения и миграций лососей в Камчатском заливе, проведенного японскими и российскими специалистами еще в 1930–70-е гг. (Ясухара, 1932; Сато, 1937, 1939; Миядзаки, 1938; Лямин, Рудакова, 1939, 1944; Лямин, 1949; Николаев, 1974, 1977).

В результате анализа эхограмм, полученных в 2019 г. в районе ставных неводов в Камчатском заливе, установлено, что максимальная численность лососей обычно наблюдалась ближе к средней части крыльев неводов, то есть на расстоянии около 500–600 м от берега (рис. 11). У берега (до 400 м от него) и ближе к ловушкам ставных не-

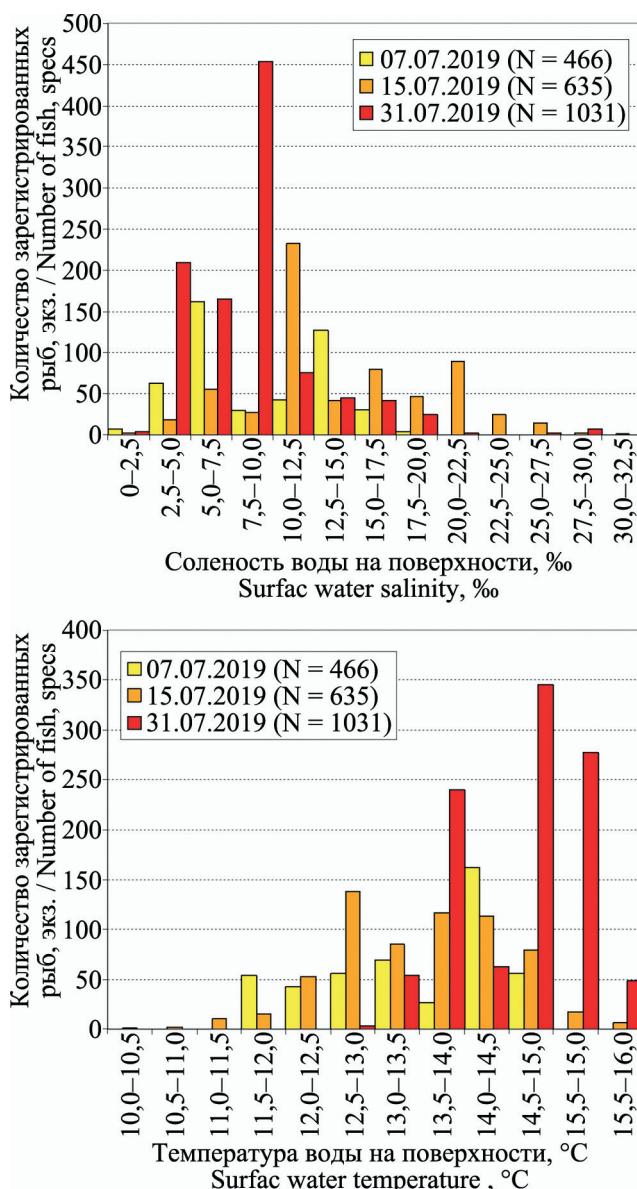
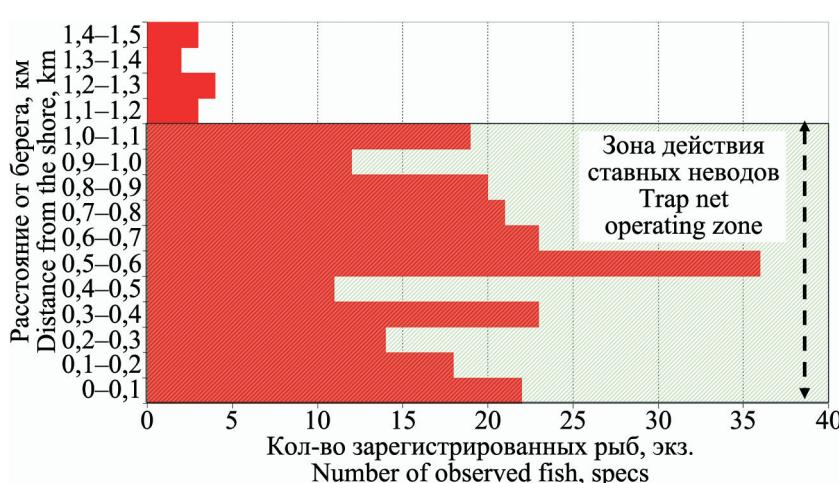
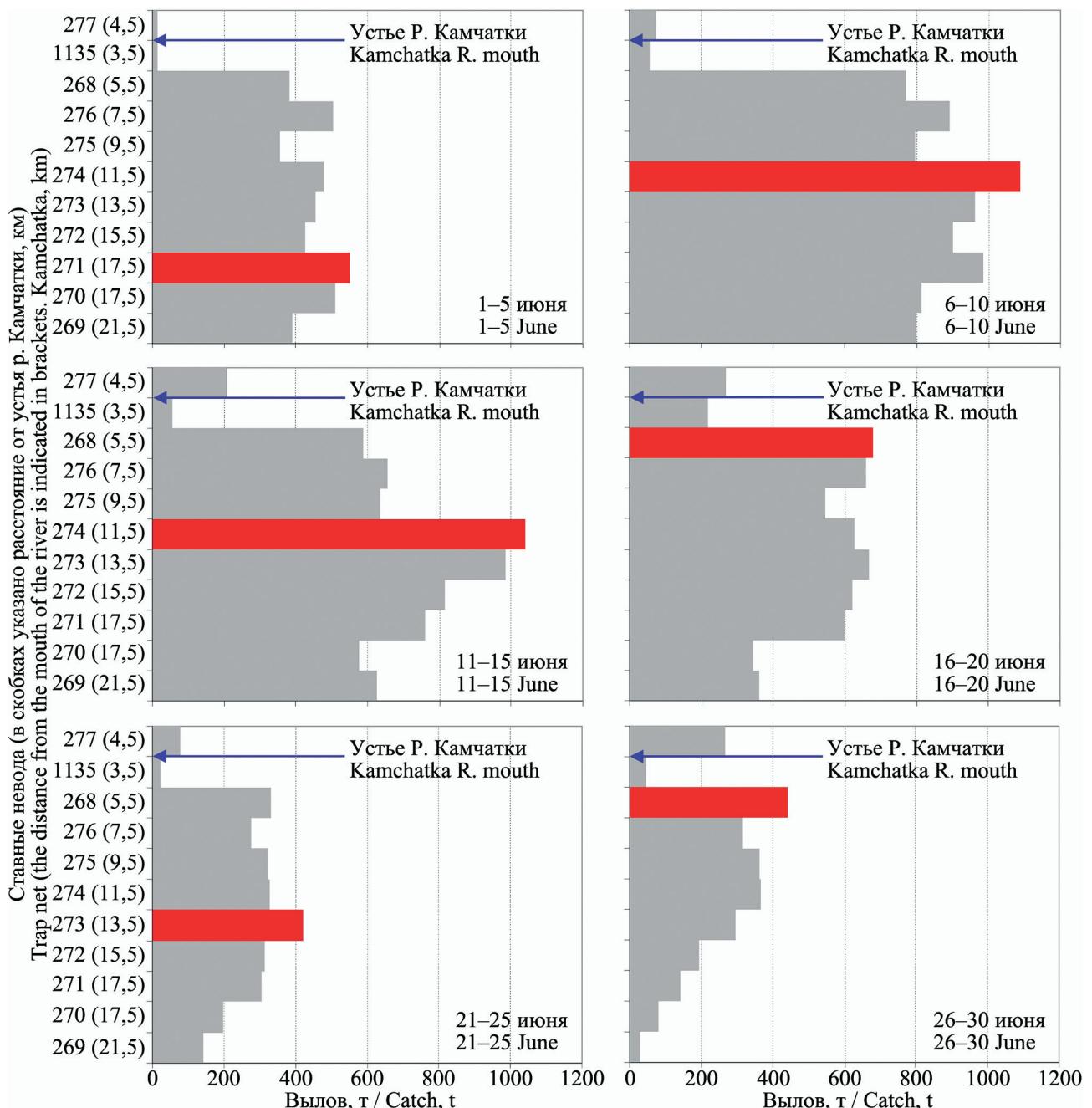


Рис. 9. Соленость (‰) и температура (°C) воды на поверхности и количество зарегистрированных рыб на гидро-гидроакустических съемках, выполненных в Камчатском заливе в июле 2019 г.
Fig. 9. The surface water salinity (‰) and temperature (°C) and the number of salmon individuals recorded in the hydrological-hydroacoustic surveyses in Kamchatsky Gulf in July 2019



водов (800–1000 м) регистрировалось значительно меньшее число рыб, а за пределами зоны неводного облова (то есть на расстоянии >1000 м от берега) их численность резко снижалась. В данном случае эхолот фиксировал все виды лососей. Судя по размерному составу рыб, в зависимости от силы цели TS, ближе к берегу значительно чаще встречались мелкоразмерные особи со средней длиной тела 40–50 см. Возможно, это была половозрелая горбуша, которая в процессе анадромной миграции в море обычно подходит гораздо ближе к берегу, чем кета и нерка. Поэтому длина крыла морских ставных неводов обычно выбирается с учетом путей нерестовых миграций лососей вблизи береговой черты. К примеру, в практическом рыболовстве для лова кижуча длина крыла составляет 100–150 м, для горбушки — 250–400 м, для кеты — 400–800, а для лова нерки — 800–1500 м и более (Коваленко, 2005).

Что касается вертикального распределения рыб на обследованной акватории, то ввиду того, что сбор ГА-данных во время съемок выполняли в режиме горизонтальной локации, провести анализ эхограмм для определения встречаемости лососей на отдельных глубинах, к сожалению, нельзя. Однако по такому косвенному признаку, как связь распределения рыб с соленостью и температурой (рис. 9), можно утверждать, что большая часть половозрелых лососей в прибрежных водах Камчатского залива концентрируется и мигрирует в основном в поверхностном распресненном и прогретом слое воды в пределах зоны влияния стока р. Камчатки. Очевидно, что именно в этом слое наблюдаются наиболее благоприятные условия для физиологической адаптации рыб к предстоящей анадромной миграции в реку (Бирман, 1985).

Такие наблюдения, в целом, подтверждают и результаты нашей видеосъемки с помощью квадрокоптера, выполненной в зоне действия ставных неводов № 1135, 268, 275 и 276 (см. рис. 1) в конце июля 2019 г. Несмотря на низкую прозрачность воды (что значительно осложняло прямые наблюдения), при пролете вдоль центрального троса неводов в поверхностном слое непрерывно регистрировали половозрелых лососей. Причем наиболее часто рыб отмечали в средней части крыла. Массово рыбы концентрировались также и на поверхности садков и ловушек невода (рис. 12).

Необходимо отметить, что один из дней, когда проводилась видеосъемка, был промысловым для морских РЛУ (20 июля), а другой (23 июля) — проходным. Во втором случае сетное полотно на отдельных участках крыльев было подвязано к центральному тросу невода. Вместе с тем как в первом, так и во втором случае рыб наблюдали исключительно с противоположной от устья р. Камчатки стороны центрального троса (рис. 12). При этом их скопления были видны не только на тех участках, где сетное полотно не было подвязано, но и на участках с подвязанной делью, а также в тех местах, где центральный трос был притоплен (рис. 12). Также было видно, что на отдельных участках вдоль крыльев неводов движение рыб было направлено вдоль центрального троса к берегу, от берега или в противоположном от троса направлении. Отметим, что такая поведенческая реакция рыб на любые препятствия в зоне действия невода является обычным явлением. На этом, собственно, и основана техника лова лососей ставными неводами у камчатского побережья (Коваленко, 2005).

Промысел нерки р. Камчатки в 2019 г. Согласно материалам, обосновывающим рекомендованный вылов (РВ) тихоокеанских лососей в Камчатском регионе, промысловый запас нерки р. Камчатки в 2019 г. был оценен специалистами КамчатНИРО в размере 4184 тыс. экз., или 9620 т (при средней массе тела производителей, использованной в прогнозе, 2,3 кг). На нерест было рекомендовано пропустить (РП) 10,6% производителей, то есть 444 тыс. экз. (1020 т). К вылову (РВ), соответственно, рекомендовалось 3740 тыс. экз. (8600 т) (Путинный..., 2019).

В путину 2019 г. в Камчатском заливе и в нижнем течении р. Камчатки основной промысел тихоокеанских лососей был сосредоточен на 26 рыболовных участках. В Камчатском заливе выставили 11 ставных неводов, из которых 10 (№ 268–276 и № 1135) были расположены на побережье южнее устья р. Камчатки, и один (№ 277) — севернее его (см. рис. 1). Длина центрального троса ставных неводов в 2019 г. была ограничена дистанцией в 1 км от береговой черты. Предполагалось, что это уменьшит зону облова лососей и увеличит их пропуск в р. Камчатку. Каждое крыло ставного невода начиналось от уреза воды, а максимальная высота стенки определялась подводным рельефом в месте установки

и составляла, как правило, 15–20 м, заканчиваясь на соответствующих изобатах. В нижнем течении р. Камчатки промысел лососей вели на 16 речных РЛУ, нижний из которых (№ 819) расположен в устьевой области, а самый верхний (№ 1136) — в ур. Большие Щеки на расстоянии ~50 км от устья реки (см. рис. 1). Основными орудиями лова лососей на речных РЛУ в бассейне р. Камчатки традиционно служат сплавные сети, которые при

промысле не должны перекрывать более 2/3 наименее глубокой части русла реки (Правила..., 2019). На РЛУ № 819 лов проводился также закидными неводами.

По данным мониторинга КамчатНИРО (наблюдения за пропуском производителей нерки в бассейн р. Камчатки были начаты еще до открытия промысла), в период с 22 по 31 мая 2019 г. в реку суммарно прошло ок. 19 тыс. экз. ранней

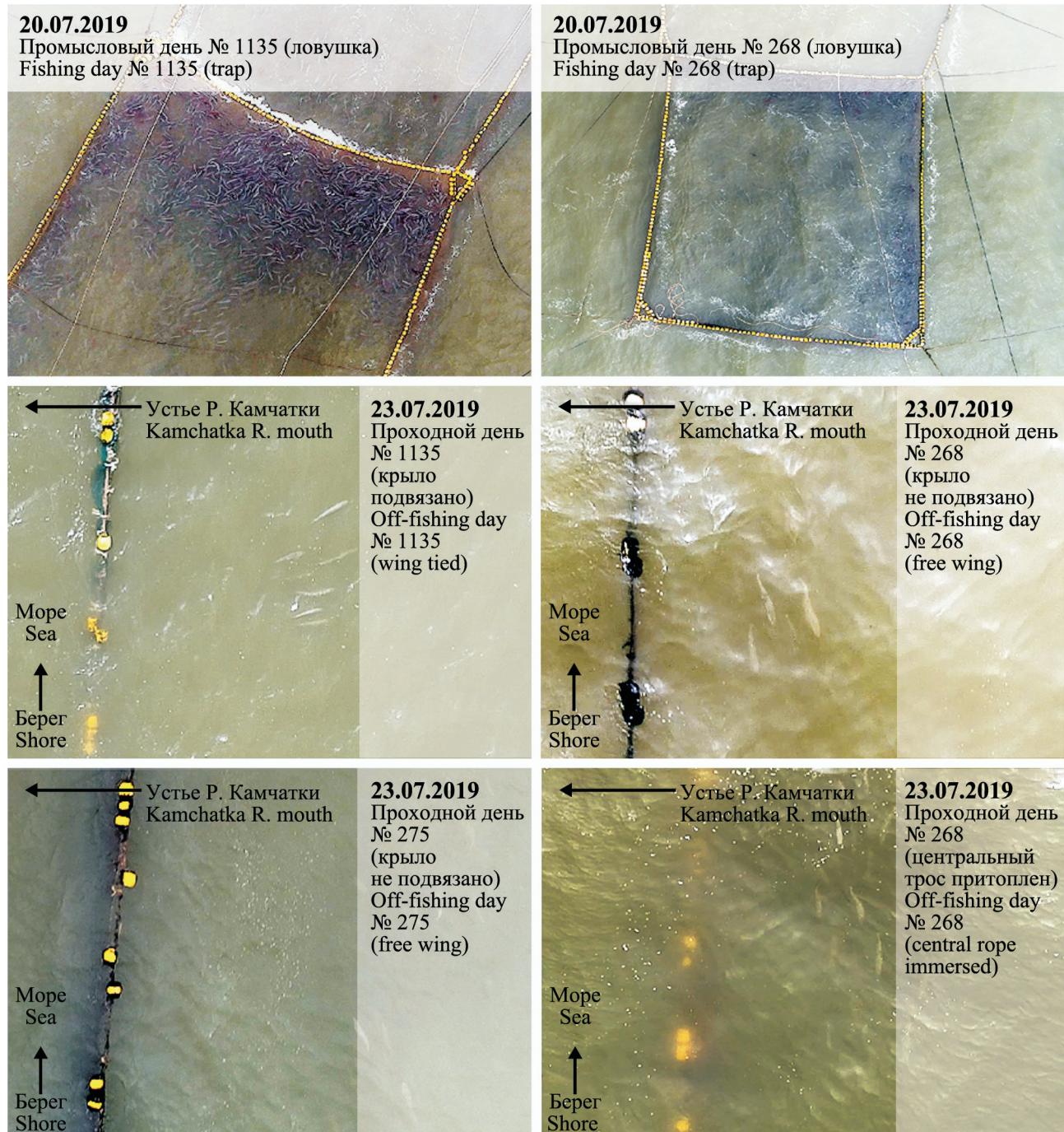


Рис. 12. Некоторые примеры встречаемости тихоокеанских лососей в поверхностном слое воды в зоне действия сплавных неводов в Камчатском заливе в конце июля 2019 г.
Fig. 12. Some examples of the occurrence of Pacific salmon in the surface water layer in the zone of trap nets in Kamchatsky Gulf at the end of July 2019

формы нерки, то есть среднесуточный пропуск в этот период составлял ок. 1,9 тыс. экз. (рис. 13).

Промышленный лов лососей в Усть-Камчатском районе был открыт с 1 июня 2019 г. и начался в обычном для последних лет режиме: с последовательной сменой двух проходных дней в неделю сначала на морских, затем на речных РЛУ (Шевляков, Фадеев, 2015). Однако из-за неблагоприятных погодных условий до 5 июня лов ставными неводами в Камчатском заливе не проводился, а на речных участках уловы в это время были минимальными (суммарно в этот период в реке было выловлено ок. 40 т нерки и пропущено на нерест ~8 тыс. экз. производителей).

Массовый промысел в районе начался 5 июня, и к концу первой декады июня суммарно было освоено уже ок. 2900 т нерки (то есть ~34% РВ), из них ~2500 т в море и ~400 т в реке. Максимальный суточный вылов ставными неводами в этот период отмечен 9 июня (600 т). На речных РЛУ суточные уловы в то же время колебались от 50 до 90 т. Пропуск производителей находился в переделах ~3,5 тыс. экз. в сутки. Затем уловы ставных неводов начали неуклонно снижаться, однако до середины

июня они еще оставались на достаточно высоком уровне (с максимумом 14 июня в ~330 т). В реке в то же время выловы, наоборот, несколько возрос (до 80–120 т в сутки), и одновременно более чем в два раза возросли и среднесуточные показатели пропуска производителей нерки (до 7,5 тыс. экз.).

Во второй половине июня снижение уловов продолжалось как на морских, так и на речных РЛУ. В море в этот период отмечено два небольших пика вылова нерки: 23 июня (125 т) и 27 июня (80 т). В реке к концу июня уловы снизились до минимальных величин 0,5–6,0 т, а пропуск — до 0,01–0,3 тыс. экз. в сутки. [На основании результатов мониторинговых работ сотрудников КамчатНИРО в районе промысла было установлено, что завершающий этап хода ранней формы нерки бассейна р. Камчатки в 2019 г. пришелся как раз на последнюю декаду июня. В эти сроки в уловах также уже единично начали отмечать особей, физиологическое состояние которых соответствовало поздней форме.] В результате, по состоянию на 30 июня, суммарный вылов нерки на морских и речных РЛУ составил почти 4500 т (то есть более половины РВ), из которых ~3700 т (43% РВ) было

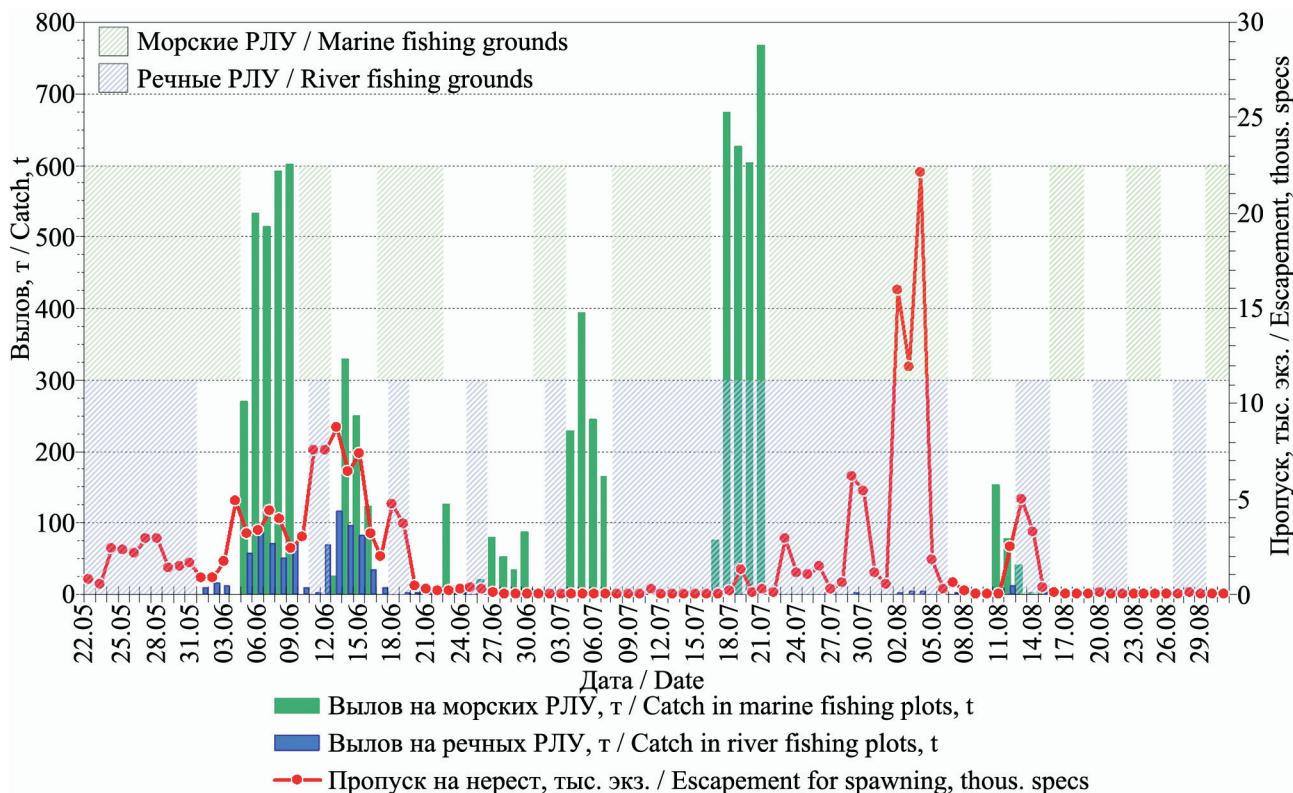


Рис. 13. Динамика суточного вылова нерки на морских и речных РЛУ и пропуск производителей в бассейн р. Камчатки в 2019 г. (штриховкой выделены периоды отсутствия промысла по причине штормовых и проходных дней, а также полного запрета лова)

Fig. 13. The dynamics of the daily catch of sockeye salmon in the marine and river fishing grounds and the escapement into the Kamchatka River basin in 2019 (periods of absence of fishing due to stormy, off-fishing days or days of complete ban on fishing are highlighted in shading)

поймано в Камчатском заливе и ~800 т (9% РВ) — в р. Камчатке. В то же время на нерест в бассейн р. Камчатки суммарно было пропущено всего лишь ок. 100 тыс. экз. производителей, что составило только 23% рекомендованного пропуска на 2019 г. и было как минимум в два раза ниже необходимого уровня пропуска для ранней формы нерки (Фельдман и др., 2016).

По причине недостаточного пропуска производителей, комиссией по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб в Камчатском крае было принято решение снизить промысловую нагрузку. Для этого с 1 июля увеличивалось количество проходных дней в неделю (с двух до трех) для промышенного рыболовства как на морских, так и на речных РЛУ. Вместе с тем за четыре промысловых дня, с 4 по 7 июля, ставными неводами было суммарно освоено еще ок. 1000 т нерки, хотя на речных РЛУ в то же время ее суммарный вылов составил чуть более 12 т. Пропуск производителей в р. Камчатке по-прежнему оставался на минимальном уровне (рис. 13). Поэтому с 8 июля 2019 г. был введен полный запрет на промышенную добычу лососей на речных РЛУ (оставлен только контрольный лов) и временно (с 11 по 15 июля) приостановлен промысел ставными неводами.

Далее, в связи с необходимостью получения оперативной информации о количестве производителей нерки в Камчатском заливе, было решено возобновить промысел на морских РЛУ с 17 июля. Уловы ставных неводов показали, что в заливе наблюдаются высокие концентрации нерки, и с 17 по 21 июля на морских РЛУ было освоено еще ок. 2750 т. Тогда же был отмечен и максимальный суточный вылов нерки на всех РЛУ за всю путину, который 21 июля составил почти 770 т. В результате к 21 июля суммарное освоение нерки р. Камчатки достигло 8300 т (то есть более 96% РВ). В то же время, по данным контрольных сплавов, заходы производителей в р. Камчатку все еще были минимальными (в отдельные дни нерка в контрольных уловах вообще отсутствовала) (рис. 13). Исходя из сложившейся обстановки, с 25 июля промысел на морских РЛУ был временно приостановлен до особого решения. Кроме этого, в период временного запрета необходимо было снять сетную часть крыльев ставных неводов и закрыть входные устья ловушек способом, исключающим попадание в них рыбы.

Как следует из рисунка 13, небольшое увеличение пропуска половозрелой нерки (до 1–3 тыс. экз. в сутки) начало отмечаться после 22 июля, а в последних числах июля и в первых числах августа был зарегистрирован массовый ход производителей в реку (с максимумом в 22 тыс. экз., отмеченным 4 августа).

По достижении общего уровня пропуска нерки ок. 175 тыс. экз., с 7 августа промысел на всех РЛУ Усть-Камчатского района был возобновлен (с тремя проходными днями в неделю). Обоснованием для отмены запрета на лов нерки послужила необходимость обеспечения промысла других видов лососей р. Камчатки (прежде всего кеты и кижуч), нерестовый ход которых совпадает с завершающей фазой миграции нерки в р. Камчатку. Для этого 5 августа 2019 г. на заседании бюро Отраслевого совета по промысловому прогнозированию при Федеральном агентстве по рыболовству было принято решение об увеличении прогнозируемых объемов добычи (вылова) нерки в Петропавловско-Командорской подзоне на 1300 т (до 9900 т).

В результате после отмены запрета и до завершения путину было освоено еще ок. 355 т нерки, из них ~295 т в Камчатском заливе (максимальный суточный вылов ~153 т отмечен 11 августа) и ~60 т в р. Камчатке (максимум ~11 т, 12 августа), а в реку пропущено ок. 13 тыс. экз. производителей. Окончательно морской промысел лососей р. Камчатки завершился 2 сентября, а речной — 23 сентября.

В итоге, в путину 2019 г. в Усть-Камчатском районе было выловлено 8648 т нерки, из них 7728 т на морских и 920 т на речных РЛУ. По данным специалистов КамчатНИРО, собиравших биостатистическую информацию в районе промысла, средняя масса производителей нерки р. Камчатки в 2019 г. была существенно ниже среднемноголетних значений и составила 1,9 кг в июне, 2,2 кг в июле и 2,2 кг в августе (в среднем за путину — 2,1 кг). Таким образом, за всю путину 2019 г. промышленниками Усть-Камчатского района было выловлено 4118 тыс. экз. нерки (110% первоначальной величины РВ на 2019 г.), из них 3680 тыс. экз. в море (98% РВ) и 438 тыс. экз. в реке (12% РВ) (рис. 14). Суммарный пропуск производителей на нерест составил 187 тыс. экз. нерки (42% РП), из них ранней формы — ~97 тыс. экз. (22% РП), поздней — ~90 тыс. экз. (20% РП).

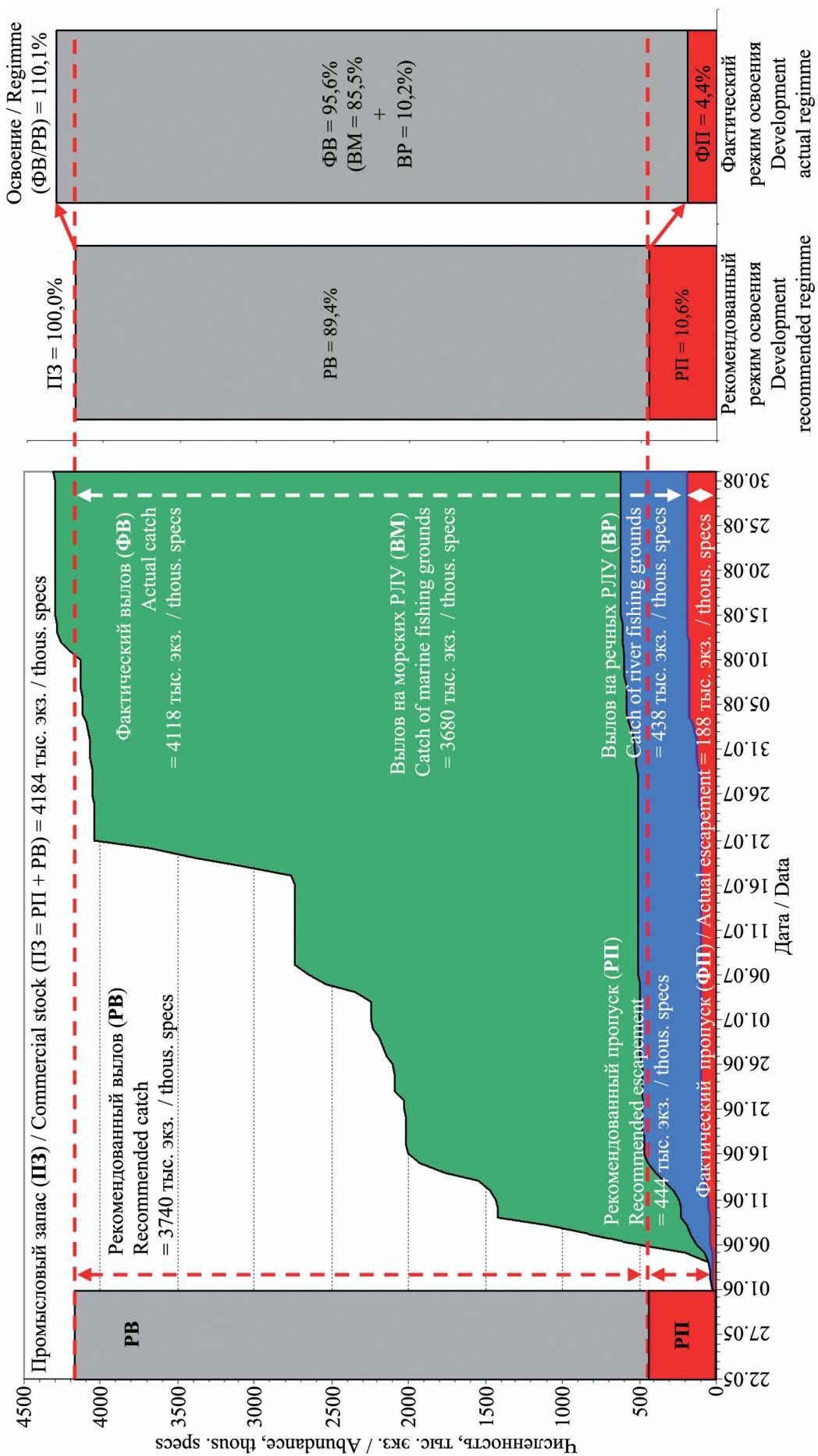


Рис. 14. Рекомендованный и фактический режимы освоения промыслового запаса нерки р. Камчатка в 2019 г.
Fig. 14. Recommended and actual regimes of the development of commercial stock of sockeye salmon in the Kamchatka River in 2019

Специфика нерестового хода нерки р. Камчатки в 2019 г. По неоднократным сообщениям местных рыбаков (которые были подтверждены фото- и видеоматериалами), а также по нашим личным наблюдениям непосредственно в районе промысла, в июле 2019 г. сложилась ситуация, когда в прибрежных водах Камчатского залива поблизости от устьевого бара р. Камчатки (на участке шириной ~5 км и длиной ~10 км) наблюдались массовые скопления половозрелых лососей (в том числе нерки). [Для выяснения видового состава рыб в этих скоплениях 17 июля 2019 г. нами были выполнены несколько постановок контрольных сетей в прибрежных водах Камчатского залива на траверзе устья р. Камчатки. В результате поймано 3 экз. половозрелой нерки в морской окраске (без брачных изменений).] Такие наблюдения подтверждали и результаты наших гидроакустических съемок в июле 2019 г. (см. рис. 8), а также данные промышленных уловов. Так, суммарный вылов нерки ставными неводами в Камчатском заливе в непродолжительный период временного снятия запрета на промысел 18–21 июля 2019 г. составил 2672 т. Причем, как следует из рисунка 15, в указанные сроки максимальные уловы этого вида (120–140 т в сутки) отмечались в

неводе № 268, который был расположен на расстоянии ~5,5 км южнее устья р. Камчатки (см. рис. 1). Достаточно высокие суточные уловы (50–60 т) в это же время показывал и устьевой невод № 1135 (находился в ~3,5 км южнее устья), хотя обычно суммарный вылов нерки этим неводом значительно ниже по сравнению с другими (см. рис. 10). В то же время нерка по каким-то причинам в реку не заходила и длительное время задерживалась на устьевом взморье Камчатского залива.

Как будет показано ниже, такие особенности нерестового хода нерки в р. Камчатке существенно отличались от наблюдавшихся в предыдущие годы. При этом сроки анадромной миграции других видов лососей в 2019 г. в целом находились в переделах среднемноголетних показателей. [Массовый ход горбуши и кеты в р. Камчатке обычно начинается во второй половине июля, кижуч — с конца июля или начала августа; ход чавычи в июле заканчивается, и после этого она встречается в уловах уже единично (Бирман, 1985; Бугаев и др., 2007).]

Естественно, что подобная обстановка вызывала множество противоречивых мнений о причинах происходящего как среди рыбакской

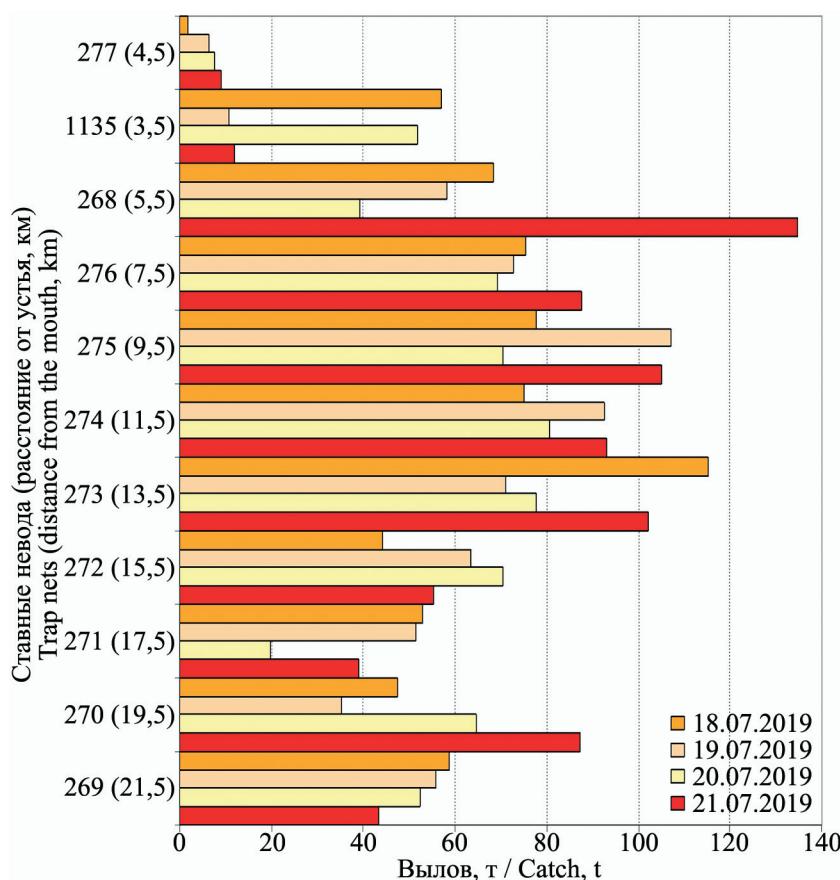


Рис. 15. Суточный вылов нерки ставными неводами в Камчатском заливе 18–21 июля 2019 г.
Fig. 15. Daily trap net catch of sockeye salmon in Kamchatsky Gulf for July 18–21, 2019

общественности, так и среди специалистов. Самым распространенным было мнение, что такая ситуация могла быть связана с неблагоприятными гидрологическими условиями, которые сложились в р. Камчатке в 2019 г. и препятствовали заходу нерки из моря в реку (прежде всего, с необычной температурой речной воды). Также высказывались предположения о нарушении динамики вод в устье р. Камчатки в связи с образованием прорыва в «западной» устьевой косе в 2018 г. (см. рис. 2); изменении динамики приливов в устье реки в последние годы; изменении химического состава воды в реке; увеличении стока р. Камчатки в последние несколько лет; увеличении численности морских млекопитающих в устьевой области и в нижнем течении реки и отпугивающем воздействии их на нерку в период хода; и т. п.

Для проверки указанных предположений мы провели анализ имеющейся информации об анадромной миграции и промысле нерки в р. Камчатке в предыдущие годы (и ее связи с различными внешними факторами) и сравнили их с ситуацией, которая наблюдалась в 2019 г.

Особенности нерестового хода и оперативное регулирование промысла нерки р. Камчатки в последние годы

Анализ результатов промысла лососей р. Камчатки в 2019 г. в многолетнем аспекте свидетельствует, что нарушение обычной динамики нерестового хода производителей нерки в бассейн этой реки (которое и послужило причиной изменения ранее установленного режима промысла в 2018–2019 гг.) начало проявляться только с 2017 г. До этого года, в течение нескольких последних десятилетий, сезонный ход промысла, пропуска производителей на нерест и оперативного регулирования путиной хотя и имели некоторые проблемы, но все же были более стабильны (Бугаев, 2011; Шевляков, Фадеев, 2015; Шевляков и др., 2018).

Опыт многолетнего промышленного освоения и изучения тихоокеанских лососей бассейна р. Камчатки показывает, что обычно отдельные экземпляры нерки начинают заходить из моря в эту реку с конца второй декады мая, а интенсивный ход («рунний»), как правило, наблюдается с начала второй декады июня и продолжается до начала июля (рис. 16). В уловах нерка стабильно встречается до

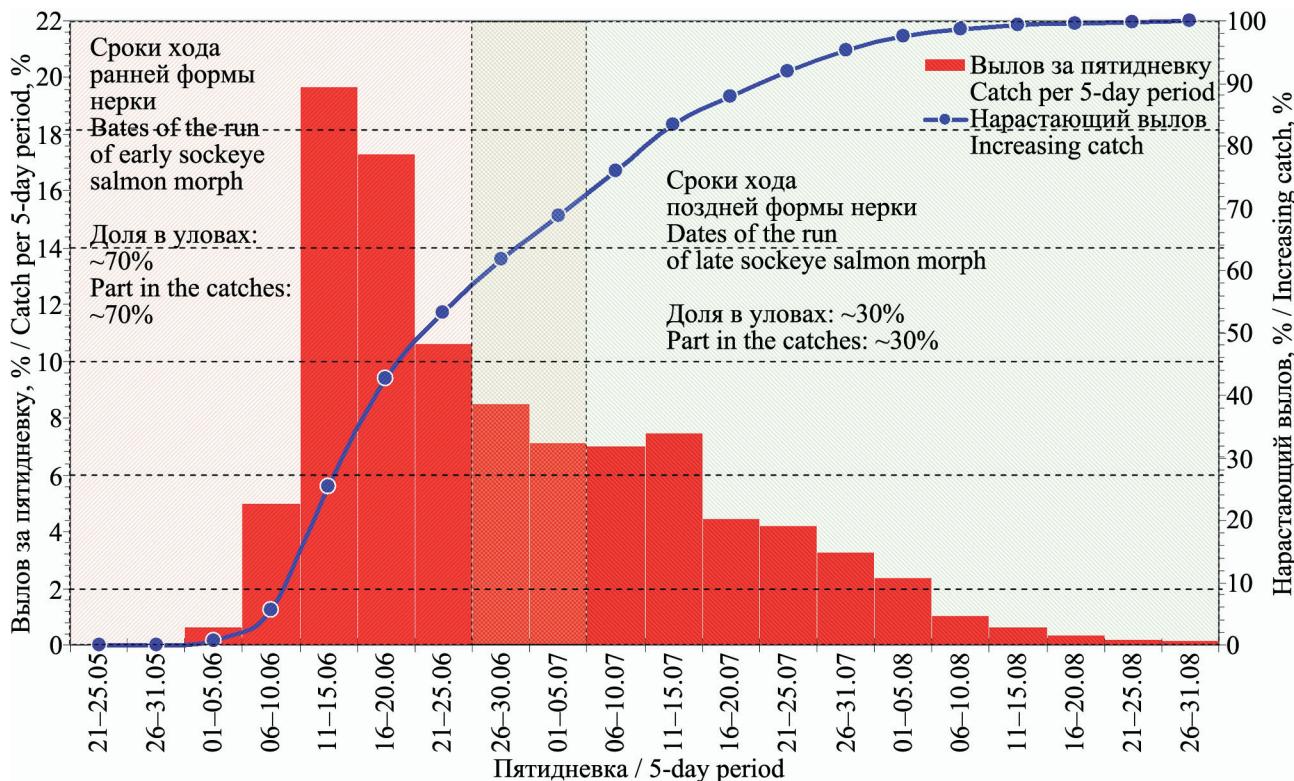


Рис. 16. Среднемноголетняя динамика нерестового хода нерки р. Камчатки (построенная на основании данных о суммарном вылове нерки на морских и речных РЛУ Усть-Камчатского района в отдельные пятидневки 1992–2015 гг., $n = 22$)

Fig. 16. The average annual longterm dynamics of the Kamchatka River sockeye salmon spawning run (based on the summary catch on marine and river fishing grounds of the Ust-Kamchatsky district for particular 5-day periods in 1992–2015, $n = 22$)

конца июля – начала августа, а позже (до начала сентября) вылавливаются только отдельные экземпляры. По срокам подходов нерка р. Камчатки подразделяется на рыб раннего (май–июнь) и позднего (июль–август) хода, что, в общем, соответствует подходам особей ранней и поздней сезонных рас. Хотя сроки нерестовых подходов этих группировок часто перекрываются, что обычно происходит в последней декаде июня и в первой декаде июля (рис. 16) (Бугаев, 1995, 2011; Бугаев и др., 2007).

В соответствии с динамикой нерестовых подходов, промышленный береговой и речной лов нерки р. Камчатки в последние десятилетия обычно начинался с конца мая и заканчивался в конце первой декады августа (в настоящее время — позже). В связи с низкой численностью чавычи с середины 1990-х гг. и до 2009 г. открытие лова нерки приходилось на 5–8 (и даже 11) июня. Но с 2010–2011 гг. промысел вновь стал начинаться 1–2 июня. Начало массового лова нерки обычно приходилось на 10–11 июня, и за вторую его декаду осваивалось ок. 50%, а до конца месяца — до 70% общего объема вылова за путину (рис. 16). Таким образом, основу промышленных уловов (ок. 70%) в бассейне р. Камчатки традиционно составляла ранняя форма нерки, и лишь ~30% ежегодно приходилось на рыб позднего хода (рис. 16). Во все годы в структуре лососевого промысла в бассейне р. Камчатки абсолютно преобладало промышленное рыболовство, составляя в среднем ок. 97% (Бугаев, 1995, 2011; Шевляков, Фадеев, 2015).

Ввиду сложной популяционной структуры нерки р. Камчатки (которая состоит из ряда локальных стад второго порядка), основным условием стабильности ее воспроизводства и промышленной эксплуатации является обеспечение пропуска на нерест всех группировок, относящихся к различным популяционным уровням и сезонным формам. Средний целевой ориентир пропуска производителей нерки в бассейн р. Камчатки оценен специалистами КамчатНИРО на уровне 460 тыс. экз., а максимальным ориентиром пропуска является уровень заполнения нерестилищ в 850 тыс. производителей. Такого уровня можно достичь, обеспечивая заполнение всех структурных компонент, слагающих общий нерестовый фонд реки (Шевляков, Фадеев, 2015; Фельдман и др., 2016; Путинский.., 2019).

Основным инструментом оценки пропуска производителей лососей на нерестилища, рас-

положенные в бассейне р. Камчатки, долгие годы являлись авиаучетные работы. Однако в последние годы сокращение полетных часов из-за снижения финансирования, а также протяженный временной лаг между заходом рыб в реку и их подходом к нерестилищам (который для такой крупной реки как Камчатка может составлять от двух до трех недель), не позволяют использовать результаты авиаучетов в качестве оперативного инструмента регулирования лососевого промысла (Шевляков, Фадеев, 2015). Поэтому начиная с 2013 г. специалисты КамчатНИРО начали разработку и внедрение новой комплексной методики, которая на основе данных промышленных и контрольных уловов, а также методов гидроакустического учета, позволяла бы оценивать пропуск производителей лососей в бассейн р. Камчатки в режиме реального времени (Шевляков, Фадеев, 2015; Фадеев и др., 2019). Благодаря этому с 2016 г. появилась статистика пропуска лососей (в том числе нерки) в течение почти всего периода нерестового хода (с конца мая по конец августа) (рис. 17), что позволило принимать оперативные решения по регулированию промысла непосредственно в ходе путинь.

Анализ результатов этого мониторинга показывает, что в 2016–2017 гг. сезонная динамика подходов и промысла нерки р. Камчатки (рис. 17) в целом была близка к среднемноголетним показателям (рис. 16). Несмотря на низкий общий уровень пропуска производителей в 2016 г. (~300 тыс. экз.), он был достаточно равномерным и неплохо совпадал с общей динамикой подходов и промысла (в этом году на нерест было пропущено примерно равное количество производителей ранней и поздней форм нерки — по ~140–145 тыс. экз. соответственно). В 2017 г. основной вылов и пропуск пришлись на раннюю форму нерки (~375 тыс. экз., 86%). При этом в июле этого года впервые было отмечено резкое снижение заходов в реку и пропуска на нерест производителей поздней формы (~59 тыс. экз., 14%) на фоне продолжающегося интенсивного морского промысла. Так, с 1 по 31 июля 2017 г. суммарный вылов нерки на морских РЛУ составил 3095 т, а на речных — 220 т (7%). В то же время, по данным мониторинга КамчатНИРО, пропуск производителей на нерест в июле практически полностью отсутствовал. Впоследствии, со спадом промысловой нагрузки в море, было зарегистрировано лишь небольшое

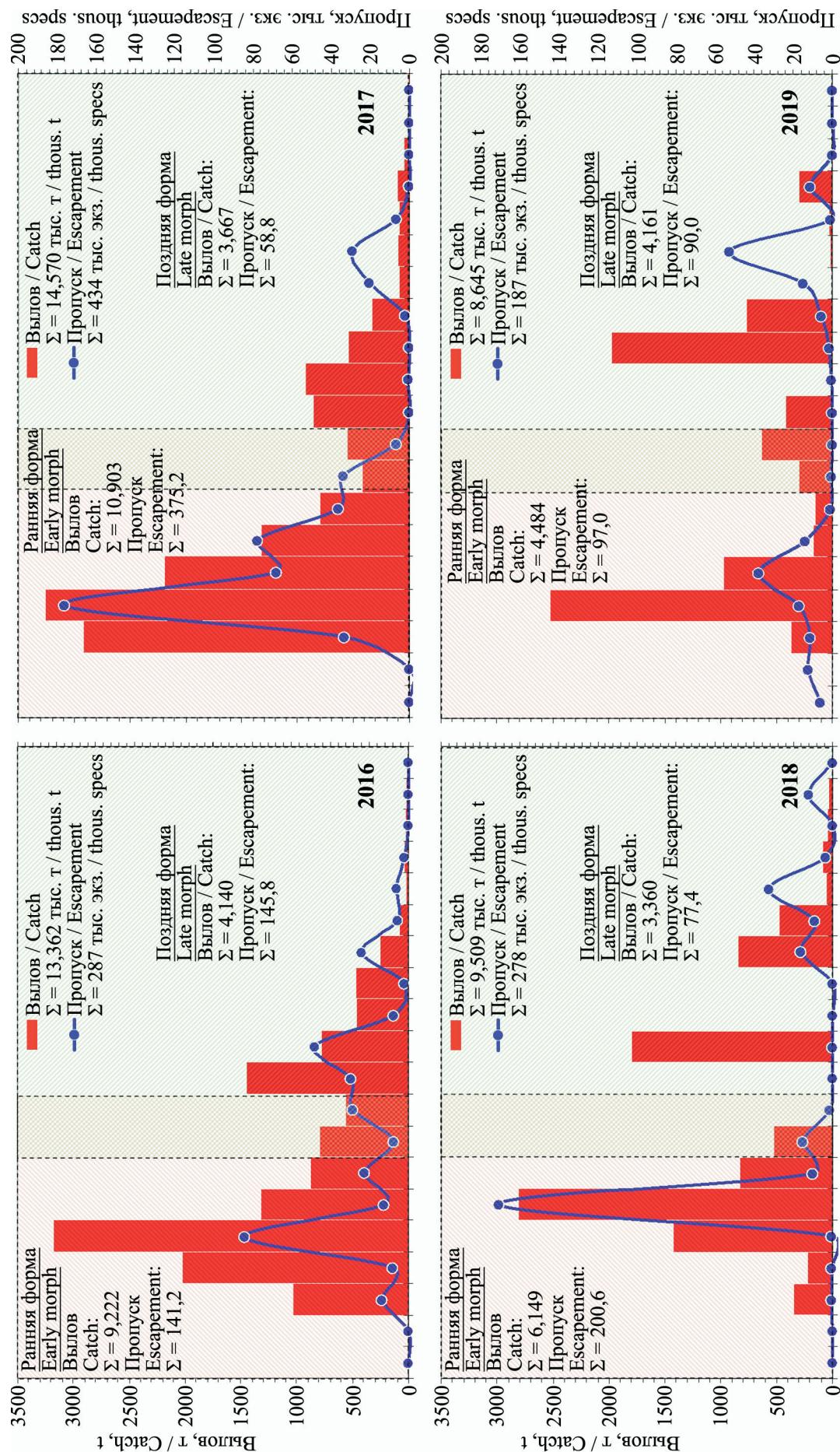


Рис. 17. Динамика вылова (т) и пропуска производителей (тыс. экз.) нерки в бассейн р. Камчатки в отдельные пятидневки в мае–августе 2016–2019 гг.
Fig. 17. Catch (t) and escapement (thous. specs) dynamics of sockeye salmon in the Kamchatka River basin in particular 5-day periods in May–August 2016–2019

увеличение заходов и пропуска нерки в начале августа 2017 г. (рис. 17).

В 2018–2019 гг. ситуация повторилась, и, благодаря оперативному введению дополнительных ограничительных мер (с целью обеспечения пропуска производителей на нерест), ход промысла в эти годы был уже крайне неравномерным, с очень большим диапазоном колебаний уловов в отдельные временные отрезки (рис. 17). В итоге в 2018 г. на нерест в бассейн реки было пропущено ~201 тыс. экз. (72%) ранней и ~77 тыс. экз. (28%) поздней форм нерки, а в 2019 г. — ~97 тыс. экз. (52%) и ~90 тыс. экз. (48%) соответственно.

Анализ возможных причин специфических особенностей нерестового хода нерки р. Камчатки в последние годы

Несмотря на многолетнюю историю изучения лососей бассейна р. Камчатки, об анадромной миграции производителей из Камчатского залива в эту реку до настоящего времени известно только в общих чертах. Крайне мало также информации и о влиянии отдельных факторов на данный процесс. По всей видимости, это объясняется большой сложностью, а иногда и опасностью проведения полевых наблюдений в устьевой области р. Камчатки, для которой характерны высокие скорости течений, интенсивное волнение (особенно в районе устьевого бара), активное судоходство, высокая мутность воды, большие колебания уровня и т. п.). [В 2019 г. мы планировали выполнить подобные наблюдения в районе устья р. Камчатки с использованием гидроакустической аппаратуры, однако в связи с указанными сложностями этого сделать не удалось.] Поэтому о динамике нерестового хода лососей (в том числе нерки) р. Камчатки обычно принято судить по статистическим данным о вылове прибрежным и речным промыслом, контрольным уловам на отдельных речных участках (Бугаев, 1995, 2011; Бугаев и др., 2007), а в последние годы — и на основании результатов комплексного мониторинга пропуска производителей лососей в бассейн реки (Шевляков, Фадеев, 2015; Фадеев и др., 2019).

Считается, что на динамику нерестового хода в р. Камчатке могут влиять различные факторы, основными из которых являются: гидрометеорологические условия, общая численность и физиологическое состояние рыб, структура популяции и др. (Бугаев, 2011). Вместе с тем попытки оценить

влияние отдельных факторов, влияющих на этот процесс, оказались неудачными (Бугаев, 2011). Было лишь отмечено, что в холодные годы нерка чаще заходит в р. Камчатку несколько позже, чем в теплые, однако так бывает не всегда. Массовый ход нерки происходит на фоне сезонного подъема уровня и температуры воды в реке, при этом не обнаруживая видимой связи с этими факторами (а также с силой и направлением ветра и температурой воздуха) (Бугаев, 1995). Штормовой период обычно не продуктивен для захода нерки в р. Камчатку, поскольку в плохую погоду лососи стремятся отойти от берегов, где существует опасность получить механические повреждения от волн на мелководье. Однако, как показали наблюдения последних лет, в годы подхода высокочисленных поколений и в период рунного хода штормовые дни также бывают весьма эффективны (Шевляков, Фадеев, 2015). Кроме того, отмечено, что заход рыб в реку обычно ограничивается временем прилива, чаще он приурочен к его началу (Шевляков, Фадеев, 2015). Сроки анадромной миграции нерки в р. Камчатке зависят от соотношения численности локальных стад и группировок 2-го порядка в общем стаде, которые различаются биологией пресноводного периода жизни и имеют специфическую динамику нерестового хода. Возрастной состав нерки р. Камчатки имеет сложную структуру, но, согласно многолетним данным, основу ее возвратов составляют рыбы возраста 3+, 4+ и 5+, соотношение которых в уловах находится в пределах ~15, ~40 и ~40% соответственно. Нерка заходит в р. Камчатку в основном на III и III–IV стадии зрелости (средние коэффициенты зрелости самцов в разные годы 3,51–3,76%, самок — 8,38–9,14%), но особи, мигрирующие до начала массового хода (особенно в отдельные, более теплые годы), могут иметь более развитые половые продукты, а у некоторых из них уже при заходе в реку могут быть заметны даже брачные изменения, выражющиеся в изменении окраски и экстерьера рыб (Бугаев, 2011).

Таким образом, естественные факторы, которые могут влиять на динамику анадромной миграции нерки в р. Камчатке, можно объединить в две основные группы: факторы внешней среды и факторы внутрипопуляционные. К первой группе можно отнести гидрометеорологические или другие внешние условия (например, гидробиологический фон или воздействие хищников), а ко вто-

рой — факторы, связанные с особенностями биологии рыб (такие как: численность популяции, биологические и физиологическое показатели рыб, их состояние здоровья и т. п.).

Для промысловых популяций не менее важен также фактор их промышленного освоения. Известно, что промысел может оказывать не только прямое влияние на общую численность и популяционную структуру стада, но и селективное воздействие на биологические показатели рыб, формирующих нерестовый запас. Более того, уже доказано, что для некоторых анадромных видов рыб (например, атлантического лосося *Salmo salar*) даже обычная промысловая активность около устьев и в нижнем течении рек может являться одной из причин нарушения динамики их нерестового хода (Потуткин, 2004; Thorstad et al., 2008).

Поэтому в данном конкретном случае специфика анадромной миграции лососей (в том числе нерки) в бассейн р. Камчатки может определяться комплексом разнообразных факторов как природного, так и антропогенного происхождения. Переходим к рассмотрению отдельных факторов, которые потенциально могли бы оказать негативное влияние на динамику анадромной миграции нерки в р. Камчатку.

Морфодинамика устьевой области. Как показал анализ существующих исторических свидетельств (рис. 18), за последние несколько столетий морфологическое строение и гидрологический режим устьевой области р. Камчатки неоднократно изменялись (Горин, 2013, 2014). Суть этих изменений заключалась в многократном повторении циклов удлинения устьевых кос, каждый из которых завершался прорывом растущей косы (рис. 18). Удлинение очередной устьевой косы приводило к постепенному уменьшению степени морского воздействия на эстуарий. В первую очередь это проявлялось в его опреснении. После очередного прорыва косы эстуарий снова осолонялся, и таким образом период его опреснения сменялся периодом осолонения. Затем цикл развития эсту-

ария повторялся снова (Горин, 2013, 2014). То есть в естественных условиях сильная изменчивость морфологических (а вслед за ними и гидрологических) условий в устье р. Камчатки — это скорее норма, чем исключение. Но с 1920-х по 1980-е гг. в устье р. Камчатки многократно проводились различные мелиорационные мероприятия, направленные на сдерживание роста устьевой косы и поддержание устойчивого судоходства в устье реки (Лямин, Рудакова, 1944; Горин, 2013, 2014). В связи с этим положение устья реки стало значительно более стабильным, чем в естественных условиях. Насколько нам известно, с 1990-х гг. и до настоящего времени никакого техногенного воздействия на устьевой рельеф не оказывалось. Но только в последние годы устье реки вернулось к своему естественному состоянию и в нем началось удлинение устьевой косы (наши наблюдения 2018–2019 гг.).

Согласно нашим последним наблюдениям, для устьевой области р. Камчатки характерна не только многолетняя, но и выраженная сезонная динамика. Выше уже показано (см. рис. 2), что положение устьевого створа этой реки в течение года

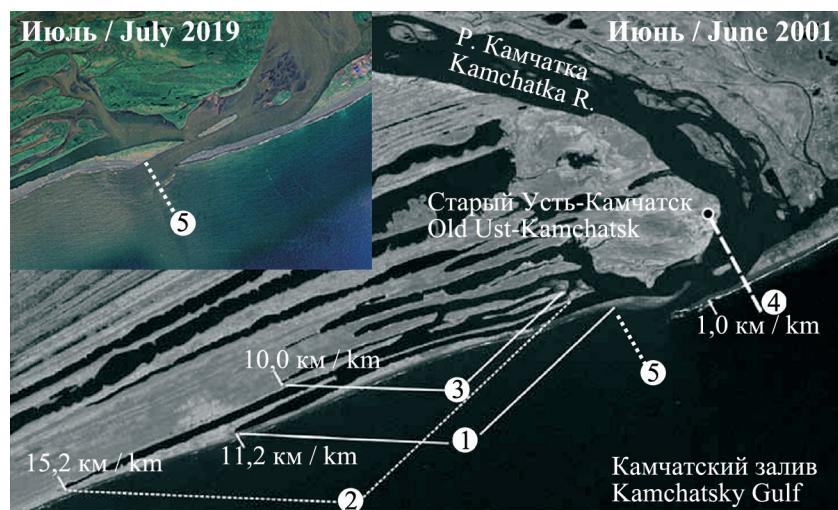


Рис. 18. Космические снимки устья р. Камчатки (июнь 2001 и июль 2019 гг.): 1 — устьевая коса и лагуна, сформировавшиеся с конца 1840-х (1845–1851) до 1923 (или 1916) гг. (первая генерация форм устьевого рельефа); 2 — устьевая коса и лагуна, сформировавшиеся с 1768 г. до конца 1840-х гг. (вторая генерация); 3 — устьевая коса и лагуна, сформировавшиеся с первого десятилетия XVIII в. (1698–1717 гг.) до 1768 г. (третья генерация); 4 — «начальный» створ удлинения устьевых кос; расстояния указаны от «начального» створа; 5 — современное расположение устья реки

Fig. 18. The space images of the Kamchatka River mouth (June 2001 and July 2019): 1 – the outlet spit and the lagoon formed from the late 1840s (1845–1851) to 1923 (or 1916) (the first generation of the outlet relief form); 2 – the estuary spit and lagoon formed from 1768 to the late 1840s (the second generation); 3 – the estuary spit and lagoon formed from the first decade of XVIII century (1698–1717) to 1768 (the third generation); 4 – “initial” section of the estuary spit elongation; the distances are demonstrated from the “initial” section; 5 – the modern configuration of the river estuary

может перемещаться на несколько сот метров. Необходимо отметить, что столь же активная морфодинамика устьевой области наблюдается и у многих других камчатских рек, расположенных как на восточном, так и на западном побережье полуострова (рр. Большая, Ича, Крутогорова и др.) (Горин и др., 2019; Горин, Коваль, 2019, 2019a).

Несмотря на активную морфодинамику и неоднократные изменения гидрологического режима эстуария р. Камчатки (как по естественным причинам, так и в результате антропогенного вмешательства), до настоящего времени так и не было выявлено каких-либо достоверных признаков влияния этих процессов на нерестовый ход лососей, в том числе нерки (Бугаев, 1995, 2011; Бугаев и др., 2007). В литературе и архивах нам удалось найти только следующие факты и предположения. В.Ф. Бугаев (1995) на основании анализа промышленных уловов ставных неводов в Камчатском заливе в 1978–1989 гг. предположил, что половозрелая нерка почти одновременно подходит в зону их действия двумя группами: одна направляется непосредственно к устью р. Камчатки (повышенный улов устьевых неводов) и заходит в него, а другая подходит несколько южнее (высокие уловы неводов, расположенных на дистанции ~12–18 км южнее устья реки). По мнению автора, такую структуру подхода нерки можно объяснить изменением расположения устья р. Камчатки за исторический период: вторая группа рыб подходит не к современному, а к старому устью реки, что может свидетельствовать об определенной наследственной закрепленности данного признака у нерки (Бугаев, 1995). Следует отметить, что этот вывод был основан на данных о максимальном вылове нерки ставными неводами, осредненными за весь сезон промысла. Однако, как уже было показано выше (см. рис. 10), такое распределение промышленных уловов нерки в море может определяться не морфодинамикой устья р. Камчатки, а сроками подхода в район промысла ее различных популяционных группировок.

Есть и другие свидетельства влияния морфодинамики устья на нерестовый ход нерки в р. Камчатке. Так, согласно архивным данным (Лямин, Рудакова, 1944), в 1943 г. в результате прокопа нового устья реки произошло изменение конфигурации ЗС в водах Камчатского залива. По мнению авторов отчета, это вызвало отход лососей из зоны ставных неводов, расположенных южнее устья, в

лучше опресняемую центральную часть залива, что, свою очередь, привело к снижению вылова ставными неводами и неудовлетворительным итогам путины 1943 г. (Лямин, Рудакова, 1944). Согласно устным сообщениям местных рыбопромышленников, похожая ситуация наблюдалась в Усть-Камчатском районе в промысловый сезон 2015 г. Тогда из-за повышения уровня воды в реке и штормов в море в конце мая произошел значительный размыв устья р. Камчатки, и поэтому основной сток реки был направлен не вдоль побережья Камчатского залива на юго-запад (то есть туда, где была расположена основная часть ставных неводов, см. рис. 6), а прямо в открытые воды Камчатского залива. Это сразу же отразилось на эффективности работы неводов и изменило соотношение вылова нерки на морских и речных РЛУ. Так, в начале промысла в первой декаде июня 2015 г. в реке было выловлено примерно такое же количество ранней формы нерки, как и в море (1437 и 1459 т соответственно), и это был единственный случай, начиная с 2008 г., когда соотношение суммарного вылова в заливе и в реке было сопоставимо. Однако уже в середине июня 2015 г. устье р. Камчатки вновь приобрело прежнюю конфигурацию, и к концу этого месяца вылов нерки ставными неводами в заливе вновь начал существенно превышать уловы на речных РЛУ.

Таким образом, изменения положения устья р. Камчатки, по-видимому, могут оказывать некоторое влияние на распределение лососей в водах Камчатского залива, и при определенных условиях «выводить» их из зоны действия ставных неводов. Однако до сих пор нет никаких данных, свидетельствующих о радикальном влиянии морфодинамики устья р. Камчатки на сроки нерестового хода производителей лососей (в том числе и нерки) в эту реку. Более того, таких данных нет и для других больших рек Камчатки (например, Большая и Ича), в которых мы также проводили гидролого-морфологические и биологические исследования, и для которых характерна значительно более активная морфодинамика, чем для устья р. Камчатки (Горин, Коваль, 2019, 2019a; Горин и др., 2019). Следовательно, предположение о том, что образование прорыва в «западной» косе, которое произошло в августе 2018 г., могло повлиять на динамику анадромной миграции нерки в 2019 г., на наш взгляд, несостоительно. К тому же, как было показано выше (см. рис. 17), еще до образо-

вания этого прорыва, в июле 2017 и 2018 гг. уже отмечалась точно такая же динамика нерестового хода, как и в 2019 г.

Погодные условия и волновой режим. Для описываемого района, как и для всего тихоокеанского побережья Камчатки, характерно сильное волнение в любое время года, причем волны в вершине Камчатского залива могут наблюдаться даже при полном отсутствии ветра (т. н. «мертвая зыбь») (Атлас..., 1970). Несмотря на это, погодные условия в июле и августе обычно благоприятны для промысла лососей ставными неводами в Камчатском заливе (Шевляков, Фадеев, 2015). В это время промышленный лов в заливе, как правило, ограничивается только введением проходных дней или специальных запретов на промысел, как, например, это было в 2018 и 2019 гг. (Шевляков и др., 2018; результаты промысла в 2019 г. — см. стр. 23–27 настоящей статьи). Таким образом, неблагоприятные погодные условия и волновой режим в районе устья р. Камчатки не следует рассматривать как одну из возможных причин нарушения динамики анадромной миграции нерки в последние годы.

Приливы. Другим фактором среды, который, на наш взгляд, также не может оказать заметного воздействия на численность и сроки миграции производителей нерки из моря в р. Камчатку, являются приливные колебания уровня воды. Этот вывод основан на том, что приливы — это постоянно действующий фактор, к изменчивости которого нерка р. Камчатки давно приспособилась. При этом и наш многолетний опыт работы в устьях рек

половострова (Koval, Gorin, 2019), и опыт местных рыбаков свидетельствуют, что определенная связь между приливами и динамикой заходов лососей в устья рек (в том числе р. Камчатки) существует. Но она проявляется только в суточной неравномерности захода производителей, которым легче преодолевать устьевой участок реки в приливную фазу, когда течение замедляется (или поворачивает в обратную сторону), а глубины в устье реки увеличиваются.

Для иллюстрации влияния приливов на динамику миграции нерки в р. Камчатку можно привести результаты, полученные сотрудниками КамчатНИРО в июле–августе 2018 г. при проведении контрольного лова на РЛУ № 820, который расположен в ~3 км вверх по течению от устья р. Камчатки (напротив входа в пр. Озерную) (см. рис. 1). Как следует из рисунка 19, в этот период наблюдалась неплохая связь между изменением уровня воды в устье р. Камчатки и количеством производителей нерки, учтенных на контрольных сплавах. Однако в данном случае следует учитывать, что представленные данные относятся к завершающему этапу нерестовой миграции нерки в р. Камчатке, когда общая численность рыб в море уже не высока. Очевидно, что во время массового хода связь между динамикой анадромной миграции и фазой прилива может серьезно нарушаться. Так, по устному сообщению бригадира рыболовецкой тони РЛУ № 819 (которая находится еще ближе к устью р. Камчатки, чем РЛУ № 820) (см. рис. 1), нерка мигрирует в реку в основном в прилив. Од-

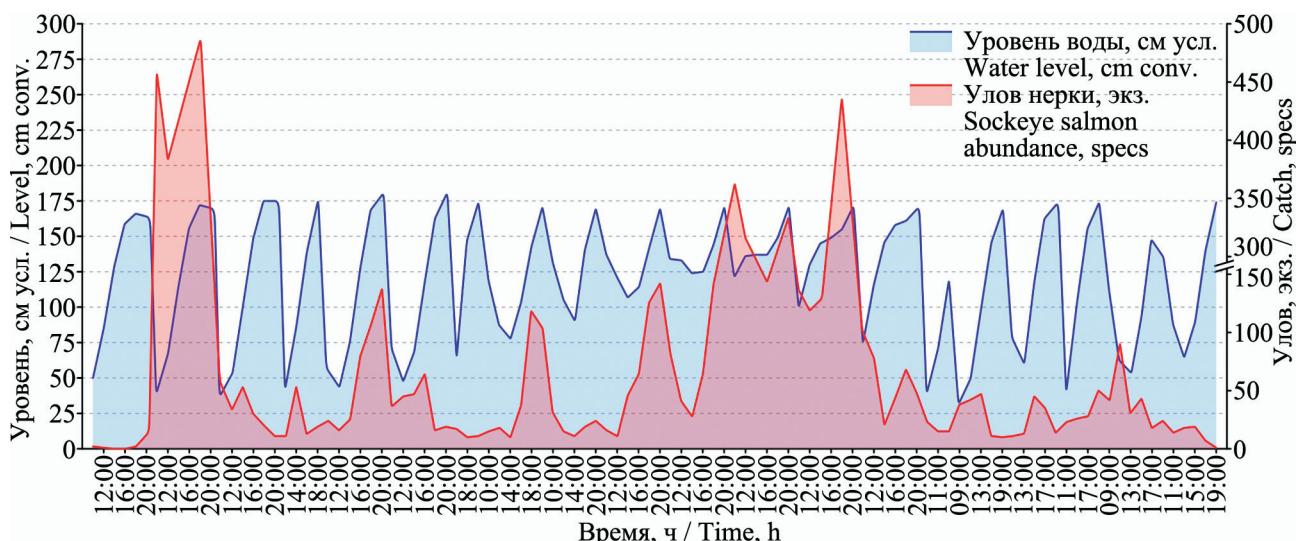


Рис. 19. Изменчивость уровня воды (см усл.) и суммарного вылова производителей нерки (экз.) на контрольных сплавах (РЛУ № 820) в устье р. Камчатки с 17 июля по 15 августа 2018 г.
Fig. 19. The water level variations (sm conv.) and the summary catch of sockeye salmon spawners (specs) in the control driftings (the CFG № 820) in the Kamchatka River estuary from July 17 to August 15, 2018

нако во время рунного хода и в спокойную погоду рыба может массово заходить в устье реки как по приливу, так и в отлив.

Сток речной воды, соленость и температура в реке и в море. В весенне-летний период в нижнем течении реки проходит половодье, которое обычно начинается в мае, своего пика достигает в конце июня или начале июля, а заканчивается в конце августа – середине сентября (см. рис. 3). В июне–июле расходы воды в реке изменяются от 800 до 3000 м³/с и более (по данным поста «Ключи» за 1989–2017 гг., см. рис. 3). То есть нерестовый ход нерки в р. Камчатке всегда проходит на фоне довольно значительных колебаний водности (рис. 20А, Б).

По данным поста Камчатского УГМС, который вел наблюдения с морской стороны «восточной» косы (~2 км от устья р. Камчатки) с 1976 по 2000 гг., соленость воды в прибрежных водах Камчатского залива в непосредственной близости от устья реки максимальна в период самого низкого речного стока, обычно отмечаемого в ноябре–марте (более 31–32‰ в среднем за месяц). Минимальные величины солености совпадают с пиком половодья в конце июня и начале июля (24 и 21‰ в среднем за месяц соответственно). В целом было отмечено, что на устьевом взморье Камчатского залива в весенний и летний сезон очень сильна непериодическая изменчивость солености воды, связанная с взаимодействием речного стока, морских приливов и ветра. Так, бывали случаи, когда соленость морской воды на устьевом взморье на пике половодья опускалась до 2–4‰ (Горин, 2013).

По данным того же поста, температура морской воды в районе устья р. Камчатки во время хода нерки также изменяется в довольно широких пределах. В начале нерестовых подходов (25–31 мая) она может составлять 2,8 °C (здесь и далее приводятся средние пентадные величины за 1965–2000 гг., рис. 20В, Г). В период массового хода ранней формы нерки (11–20 июня) температура воды поднимается до 6,4–7,5 °C, а к времени подходов поздней формы (11–20 июля) обычно достигает своего максимума — 11,1–11,4 °C. На завершающем этапе анадромной миграции (в середине августа) температура морской воды вновь немного снижается: до 11,2–11,3 °C. [Скорее всего, после 2000 г. температура морской воды в прибрежной зоне Камчатского залива несколько повысилась,

но морской пост в это время уже не работал, поэтому дать какие-либо количественные оценки по этому поводу нельзя.] Температура речной воды (пост «Большие Щеки», 1989–2017 гг., рис. 20Д, Е) в продолжение всего хода нерки обычно повышается: от 7,3 °C (в среднем за последнюю декаду мая) до 11,2 °C (во второй декаде июня) и 15,9 °C (в третьей декаде июля). С начала августа речная вода начинает остывать, и уже в первой декаде этого месяца ее температура составляет 15,2 °C (рис. 20Д, Е). Таким образом, среднемноголетняя величина изменений пентадной температуры воды в период основного хода нерки (с конца мая до конца июля) составляет от 3 до 11 °C в море и от 7 до 16 °C в реке (рис. 20). Если принять во внимание экстремальные за многолетний период величины, то этот диапазон существенно увеличивается: от минус 1 до 17 °C в море, и от 1 до 20 °C в реке (рис. 20).

Из представленных данных следует, что нерестовый ход нерки в р. Камчатке может происходить в очень широком диапазоне колебаний основных гидрологических характеристик, причем как в реке, так и в прибрежной зоне моря. Так, летом 2018 г. расходы воды достигли своего исторического максимума, и это можно было бы принять за один из факторов, негативно повлиявших на заходы нерки. Однако летом 2019 г. водность реки лишь в начале хода превышала норму, а затем была близка к своей среднемноголетней величине (рис. 20Б). При этом динамика хода нерки в этом году оставалась такой же, как и в предыдущем (см. рис. 17). Более того, если наложить на многолетний фон показатели температуры морской и речной воды, полученные в ходе наших полевых наблюдений в 2019 г., то становится очевидным, что они были близки к соответствующим многолетним нормам и не выходили за границы предельных значений (рис. 20Е). Отсюда следует, что гидрологические условия, которые сложились в р. Камчатке и прибрежных водах Камчатского залива в период подходов нерки в 2018–2019 гг., не могли быть причиной нарушения динамики ее анадромной миграции в эти годы.

Химический состав воды. Известно, что химический состав воды в реке является одним из физиологических основ хоминга анадромных видов рыб, в том числе и тихоокеанских лососей (Салменкова, 2016). Считается, что реки отличаются друг от друга относительно стабильными во времени гидро-

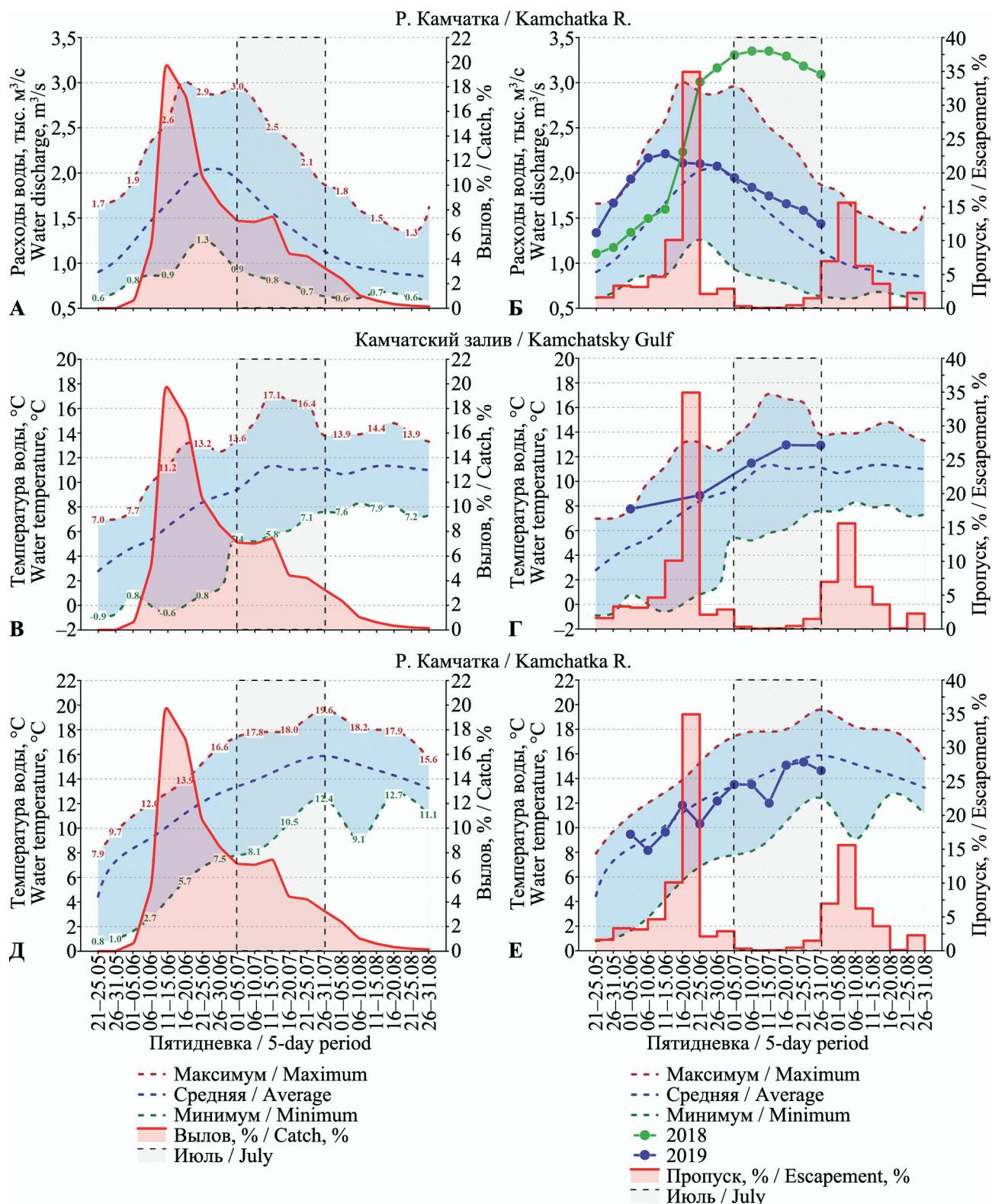


Рис. 20. Сезонные изменения расходов воды (тыс. м³/с) в нижнем течении р. Камчатки (Б) в июне–июле 2018–2019 гг. (наши измерения на посту «Большие Щеки»), а также температуры воды (°С) на устьевом взморье Камчатского залива (Г) и в устьевой области р. Камчатки (Г, Е) в июне–июле 2019 г. (наши измерения на гидрологических съемках) на фоне среднемноголетних данных Камчатского УГМС (речной пост «Большие Щеки», май–август 1989–2017 гг.: А, Б, Д, Е; морской пост в п. Усть-Камчатск, май–август 1965–2000 гг.: В, Г) и динамика нерестового хода нерки в р. Камчатке (суммарный вылов в реке и в море, май–август 1992–2015 гг.: А, В, Г; пропуск производителей в речной бассейн, май–август 2018–2019 гг.: Б, Г, Е)

Fig. 20. The seasonal dynamics of the water discharge (thous. m^3/sec) in the Kamchatka River lower part (Б) in June–July 2018–2019 (our measurements at the post “Bolshie Scheki”), and the water temperature ($^{\circ}C$) in the estuary seaside in Kamchatsky Gulf (Г) and in the Kamchatka River estuary (Г, Е) in June–July 2019 (our measurements during the hydrological surveys) on the background of the average longterm data by Kamchatka Department of Hydro-Meteorological Service (the river post “Bolshie Scheki”, May–August 1989–2017: А, Б, Д, Е; the marine post in Ust-Kamchatsk, May–August 1965–2000: В, Г) and the sockeye salmon spawning run dynamics in the Kamchatka River (the summary catch in the river and in the sea, May–August 1992–2015: А, В, Г; the spawning escapement in the river basin, May–August 2018–2019: Б, Г, Е)

химическими особенностями, которые рыбы способны запоминать на ранних этапах жизни, а затем распознавать и реагировать на них при возврате на нерест (Wisby, Hasler, 1954; Hosier, Scholz, 1983; Dittman, Quinn, 1996; Салменкова, 2016). Однако кроме указания на общие механизмы этого процесса, нам не удалось найти в литературе конкретных примеров влияния изменений гидрохимического фона в отдельной реке на миграционную активность лососей во время нерестового хода (за исключением некоторых случаев отравления рек при природных и техногенных сбросах загрязненных вод) (Thorstad et al., 2008). Несмотря на это, мы считаем необходимым рассмотреть здесь и этот фактор, хотя бы в общих чертах.

Литературные данные о химическом составе воды р. Камчатки достаточно фрагментарны и основаны на систематических многолетних наблюдениях Камчатского УГМС (Ресурсы., 1973; Брызгало и др., 2015), а также на эпизодическом анализе биогенного состава речной воды, выполненном в последние годы (Лепская и др., 2010). В целом известно, вода р. Камчатки относится к гидрокарбонатному классу. Среди анионов преобладают ионы HCO_3^- (29–43% экв), однако в период половодья вода имеет слабовыраженный сульфатный характер (содержание SO_4^{2-} в этот период повышается до 27% экв). Среди катионов в элементном составе преобладают ионы Ca^{2+} (15–29% экв). Общая жесткость изменяется от 0,52 до 1,80 мг-экв/л. Величина pH колеблется в пределах 6,35–7,50, что является признаком невысокой агрессивности воды. Минерализация в реке варьирует в пределах 35–200 мг/л (в межень — до 200 мг/л, в половодье — 35–110 мг/л). Снижение минерализации в половодье происходит за счет интенсивного поступления слабоминерализованных вод, образующихся при таянии снега. При этом значительное увеличение минерализации отмечается в нижнем течении реки, после впадения притоков, расположенных в Ключевской группе вулканов (рр. Толбачик и Студеная) (Ресурсы., 1973). Временная изменчивость компонентного состава растворенных химических веществ, поступающих на замыкающий створ р. Камчатки (пост «Ключи») в 1985–2009 гг., характеризовалась устойчивой тенденцией повышения притока соединений меди на фоне снижения поступления соединений цинка, а также нитритного и аммонийного азота (Брызгало и др., 2015).

Ранее отмечалось, что в некоторых случаях в р. Камчатке бывает необычный химический состав воды. Например, так было в 1958 г., после извержения влк. Безымянного (в 1955–1956 гг.), сопровождавшегося обильным выпадением пеплов с большим содержанием легкорастворимых солей. В результате в речной воде увеличилась общая концентрация солей, нарушилось обычное соотношение катионов Ca^{2+} и Mg^{2+} и увеличилась кислотность воды (рН составило тогда 6,8–7,0) (Ресурсы., 1973). После 1956 г. в бассейне р. Камчатки произошло еще несколько сильных пеплопадов (Вулканы., 2015). Нам неизвестно, проводились ли специальные исследования химического состава воды в реке в эти годы, и могли ли эти изменения каким-то образом отразиться на условиях обитания тихоокеанских лососей (или других видов рыб) в бассейне р. Камчатки. Однако к настоящему моменту накоплено достаточно данных, свидетельствующих о существенном влиянии вулканических пеплопадов на продуктивность отдельных водоемов, расположенных в бассейне р. Камчатки (например, оз. Азабачье). Так, исследованиями И.И. Куренкова (1975) было показано, что тот самый пеплопад при извержении влк. Безымянного в 1956 г. способствовал увеличению общей численности локальной группировки нерки, воспроизводящейся в бассейне этого озера (цит. по Бугаев, 2010). Это было связано с фертилизационным эффектом, который пеплопады способны оказывать на озерные экосистемы, где происходит нагул молоди нерки до ее ската в море. Впоследствии такое же мнение о положительном влиянии вулканических пеплопадов на продуктивность популяций камчатской нерки неоднократно высказывали и другие специалисты (Дубынин, Бугаев, 1988; Миловская, 1991; Миловская, Селифонов, 1993; Бугаев и др., 2007; Бугаев, Базаркина, 2013; и др.). Вместе с тем, как показали исследования последних лет (Базаркина, 2007, 2016; Базаркина и др., 2012), вулканический пепел, кроме необходимых для жизнедеятельности гидробионтов питательных элементов, содержит большое количество ядовитых веществ, которые в год пеплопада могут вызывать гибель рыб, ухудшение условий их воспроизводства и оказывать угнетающее воздействие на развитие планкtonных организмов. Благоприятный эффект от выпавшего пепла на продуктивность озерных экосистем (в том числе оз. Азабачье) обычно начинает сказываться лишь

по прошествии нескольких лет, после адаптации гидробионтов пелагиали водоема к воздействиям вулканического пепла (Лепская, 1993; Базаркина, 2016).

Для оценки химического состава воды р. Камчатки в 2019 г. нами были отобраны пробы на различных участках нижнего течения и устьевой области этой реки 1 августа (см. рис. 1). Анализ проб включал определение отдельных биогенных элементов, которое выполнили по общепринятым методикам (Алекин и др., 1973; Руководство..., 2003). В качестве основы для сравнения использованы опубликованные данные (Ресурсы..., 1973; Лепская и др., 2010; Брызгало и др., 2015), которые были пересчитаны на содержание отдельных элементов в пробе. В результате анализа проб установлено следующее. По мере движения от уроч. Большие Щеки (~65 км от устья) по направлению к речному устью в составе воды наблюдалось небольшое увеличение концентрации общего фосфора ($P_{общ}$) и азота ($N_{общ}$) из-за возрастающей доли органических соединений. Концентрация минерального азота ($N_{мин}$) на всех участках, в общем, была стабильна и составляла в среднем 0,473 (мг-экв/л), незначительно увеличиваясь вниз по течению реки. При этом содержание восстановленной аммонийной формы ($N-NH_4$) возрастило почти вдвое, а концентрация окисленной нитратной формы ($N-N_3$) падала до аналитического нуля. Концентрация общего железа была одинакова на всех участках кроме устья, где увеличивалась в несколько раз (что может быть связано с влиянием большого количества судового металломола, затопленного в реке в районе п. Усть-Камчатск). В распределении содержания нитритного и нитратного азота, кремния и минерального фосфора градиентов вниз по течению реки не прослеживалось. Величина pH в устьевой области реки колебалась в пределах 6,9–7,4 (в основном русле в ~5 км от устья), 7,2–7,8 (в пр. Озерной) и 7,1–8,9 (в устьевом створе). При этом повышенные показатели pH в пр. Озерной и в устье р. Камчатки могли быть связаны с влиянием более щелочной морской воды, которая проникает сюда во время прилива. Сравнение результатов, полученных в 2019 г., с данными предыдущих лет показало, что состав воды в р. Камчатке в указанном году по содержанию отдельных азотистых соединений (а также железа и кремния) был близок к своим фоновым показателям. Другие биогенные элементы харак-

теризовались существенной межгодовой изменчивостью, и при сравнении их содержания в речной воде в 2019 г. с данными за предыдущие годы не прослеживалось четких закономерностей.

Таким образом, имеющаяся сейчас у нас информация о химическом составе воды р. Камчатки очень фрагментарна. Поэтому на ее основе нельзя однозначно решить вопрос о возможном влиянии изменений химического состава речной воды в результате вулканической деятельности на отдельные аспекты биологии лососей бассейна р. Камчатки (в том числе изменения активности половозрелых рыб во время анадромной миграции). Однако эта проблема, на наш взгляд, несомненно требует дальнейшего специального изучения, но уже с применением новейших методических подходов и современных научных приборов для детального анализа химического состава речной воды.

Гидробиологический фон. Ранее для некоторых районов Камчатки были отмечены случаи, когда прибрежное «цветение» токсичных микроводорослей («красные приливы») послужило помехой не только промыслу, но и нерестовому ходу лососей в реки. К примеру, такой случай зафиксирован в ходе промысла горбуши в Олюторском заливе в июле 2017 г. Было установлено, что причиной «красных приливов» в этом районе стало бурное развитие в фитопланктоне динофлагеллят рода *Alexandrium*, способных продуцировать различные токсины, в том числе сакситоксины. Его воздействие на рыб проявлялось в необычном малоподвижном («вялом») поведении горбуши, прошедшей через пятна «цветения». Это вызвало перераспределение ее миграционных путей, вследствие чего большая часть рыб, вероятно, могла уйти на нерест в граничные с Олюторским заливом реки (Лепская и др., 2017).

Для проверки предположения, что похожая ситуация могла произойти в Камчатском заливе, в период с 17 по 21 июля 2019 г. нами были отобраны пробы фитопланктона на различных участках устьевой области и на устьевом взморье р. Камчатки (см. рис. 1). Лабораторный анализ показал, что фитопланктон во всех пробах фактически отсутствовал. Не были выявлены и потенциально токсичные микроводоросли. В пробах были найдены лишь отдельные фрагменты колоний, состоящие из пустых панцирей факультативно планктонной диатомеи *Fragilaria* sp., которая не является вредоносной.

Влияние хищников. Известно, что некоторые виды морских млекопитающих (прежде всего, ларга *Phoca larga* — самый массовый и широко распространенный у камчатского побережья вид тюленей) способны оказывать значительное воздействие на численность лососей в период их массового хода в камчатские реки, а также наносить существенный вред лососевому промыслу за счет выедания или порчи части рыбы в промышленных орудиях лова (Бурканов, 1990; Корнев, 2019). К примеру, по некоторым оценкам специалистов КамчатНИРО, объемы прямого потребления ларгой в районе устья р. Большой (Западная Камчатка) могут достигать ежегодно более 500 т в всех видах лососей, а р. Озерной — 520–550 т только нерки (Корнев, 2019). Помимо прямого потребления лососей, ларга (как и другие хищники) способна снижать общую численность производителей также за счет травмирования рыб, часть которых впоследствии может не участвовать в нересте в результате гибели или потери fertильности от полученных травм (Бурканов, 1990; Шевляков и др., 2006).

С учетом этого, во время полевых работ 2019 г. мы отмечали места массовых скоплений тюленей в нижнем течении и устьевой области р. Камчатки, а также на прилегающих к устью участках Кам-

чатского залива (рис. 21). Наиболее высокие концентрации ларги на плаву были отмечены в районе устьевого бара реки (скопление 1 на рис. 21), а также в месте вновь образованного прорыва (см. рис. 2) в «западной» устьевой косе (скопление 2). В этих местах ларга встречалась, как правило, на глубоководных участках реки, а ее суммарная численность достигала не менее 200–300 экз. В нижнем течении р. Камчатки отмечено 5 крупных залежек ларги (скопления 2–7) с численностью несколько десятков особей в каждой. Кроме этого, на всем протяжении р. Камчатки, от ее устья до последней массовой залежки в нижнем течении реки (скопление 7 на рис. 21), а также несколько выше по течению, постоянно отмечали одиночных тюленей на плаву. Во время визуальных наблюдений (в том числе с использованием квадрокоптера) в зоне действия ставных неводов № 1135–275, ларга также постоянно встречалась (в том или ином количестве) вдоль центрального троса, а также непосредственно в садках и ловушках. Отмечено, что численность тюленей в районе неводов значительно возрастала в промысловые дни, когда в ловушках скапливалась рыба (рис. 21).

Согласно опросам местных рыбаков, ларга постоянно встречается в период промысла лососей в районе ставных неводов в Камчатском заливе, а



Рис. 21. Места массовых скоплений ларги в нижнем течении и устьевой области р. Камчатки и в прилегающих водах Камчатского залива в июле 2019 г.

Fig. 21. The sites of the mass aggregations of larga seal in the Kamchatka River lower part and estuary and in the waters off Kamchatsky Gulf in July 2019

также во время промышленного лова жаберными сетями в р. Камчатке. Очень часто при разборе улова неводов рыбаки отмечают травмированных рыб. При промысле лососей сплавными жаберными сетями в реке бывают случаи, когда ларга охотится на рыбу поблизости от орудий лова или даже выедает ее непосредственно из сетей.

В последние десятилетия численность ларги в этом районе никак не регулируется, ее специализированный промысел не ведется. По-видимому, это обстоятельство могло способствовать общему росту ее численности. Так, по данным В.Н. Бурканова (1988, 1990), в 1980-х гг. в устьевой зоне р. Камчатки насчитывалось до 100 и более тюленей. Отмечалась ларга также и в оз. Нерпичьем, а отдельные особи могли подниматься по р. Камчатке до с. Ключи. В Камчатском заливе ларга в то время была распределена равномерно около устьев мелких речек и отдельных рифов группами по 10–50 голов. Всего в устьевой области и в нижнем течении р. Камчатки численность ларги в тот период была оценена в пределах 100–500 особей (Бурканов, 1988, 1990). Согласно нашим наблюдениям, летом 2019 г. общая численность ларги в этом районе (без учета оз. Нерпичьего) составляла не менее 1000 особей (возможно, и значительно больше).

На данном этапе исследований для оценки общей численности ларги и выяснения ее влияния на ресурсы лососей бассейна р. Камчатки данных недостаточно, и эта проблема, по нашему мнению, требует специального изучения. Вместе с тем, на основании такой косвенной информации, как соотношение динамики вылова нерки на речных РЛУ и ее пропуска на нерест в речной бассейн в 2019 г., можно предположить, что стабильные по численности скопления ларги в устьевой области р. Камчатки, которые наблюдались там в течение всего периода хода лососей, не могли являться причиной полного отсутствия захода нерки в реку лишь в отдельные короткие периоды летнего сезона (как, например, это было в июле 2019 г.) (см. рис. 13).

Биологические показатели рыб. Ранее было установлено, что лососи подходят в Камчатский залив, как правило, уже с готовыми для нереста половыми продуктами, однако попав в опресненную зону, рыбы могут не сразу заходить в реку, а задерживаться в заливе, пока организм не приспособится к переходу в пресную воду (Ясухара,

1932; Лямин, 1949; Николаев, 1974, 1977; Бугаев, 2011). Так, по данным мечения, выполненного камчатскими специалистами в 1940-е гг., было установлено, что длительность задержки отдельных особей нерки в Камчатском заливе может составлять от нескольких суток до 2–3 недель, что чаще всего связано с неполным созреванием половых продуктов (Лямин, 1949).

С учетом этой информации, возникло предположение, что массовая задержка анадромной миграции нерки в бассейн р. Камчатки, которая наблюдалась в июле 2019 г. (а также, вероятно, и в предыдущие несколько лет) могла быть связана с биологическим состоянием рыб. Для проверки этого предположения мы проанализировали многолетние биостатистические данные о размерно-массовых показателях и степени зрелости производителей нерки, собранных сотрудниками КамчатНИРО непосредственно в ходе путины на рыбодобывающих предприятиях в п. Усть-Камчатск в период с 2006 по 2019 гг. Чтобы исключить влияние селективности различных орудий лова, для анализа был использован биологический материал, полученный только из уловов ставных неводов в Камчатском заливе. Известно, что эти данные значительно более репрезентативны, чем материал, полученный из уловов жаберных сетей, которыми в основном ведут промысел на речных РЛУ в нижнем течении р. Камчатки (Бугаев, 2011).

Результаты анализа показали, что в последние 15 лет длина и масса нерки в промысловых уловах во время основного периода хода в р. Камчатку в июне–июле могла варьировать от 35 до 71 см и от 0,5 до 4,5 кг соответственно (рис. 22). Средняя длина и масса рыб за весь период наблюдений составили 55–56 см и 2,2–2,3 кг. При этом было отмечено, что, несмотря на некоторые межгодовые колебания биологических показателей, начиная с 2006 г. наблюдался неуклонный тренд на снижение средних размеров производителей нерки в уловах. К примеру, как следует из рисунка 22, в июне 2006–2007 гг. (основные сроки хода ранней формы нерки) средняя длина и масса рыб составляли 56,7–57,3 см и 2,4–2,5 кг, а в июле тех же лет (сроки хода поздней формы) — 57,0–57,2 см и 2,5 кг (рис. 22). В 2018–2019 гг. эти показатели снизились и составили: в июне — 54,2–52,4 см и 2,1–1,9 кг, в июле — 56,0–54,7 и 2,2 кг. Более высокие значения средней длины и массы рыб, полученные для июля 2018–2019 гг. (по сравнению с июнем тех же лет),

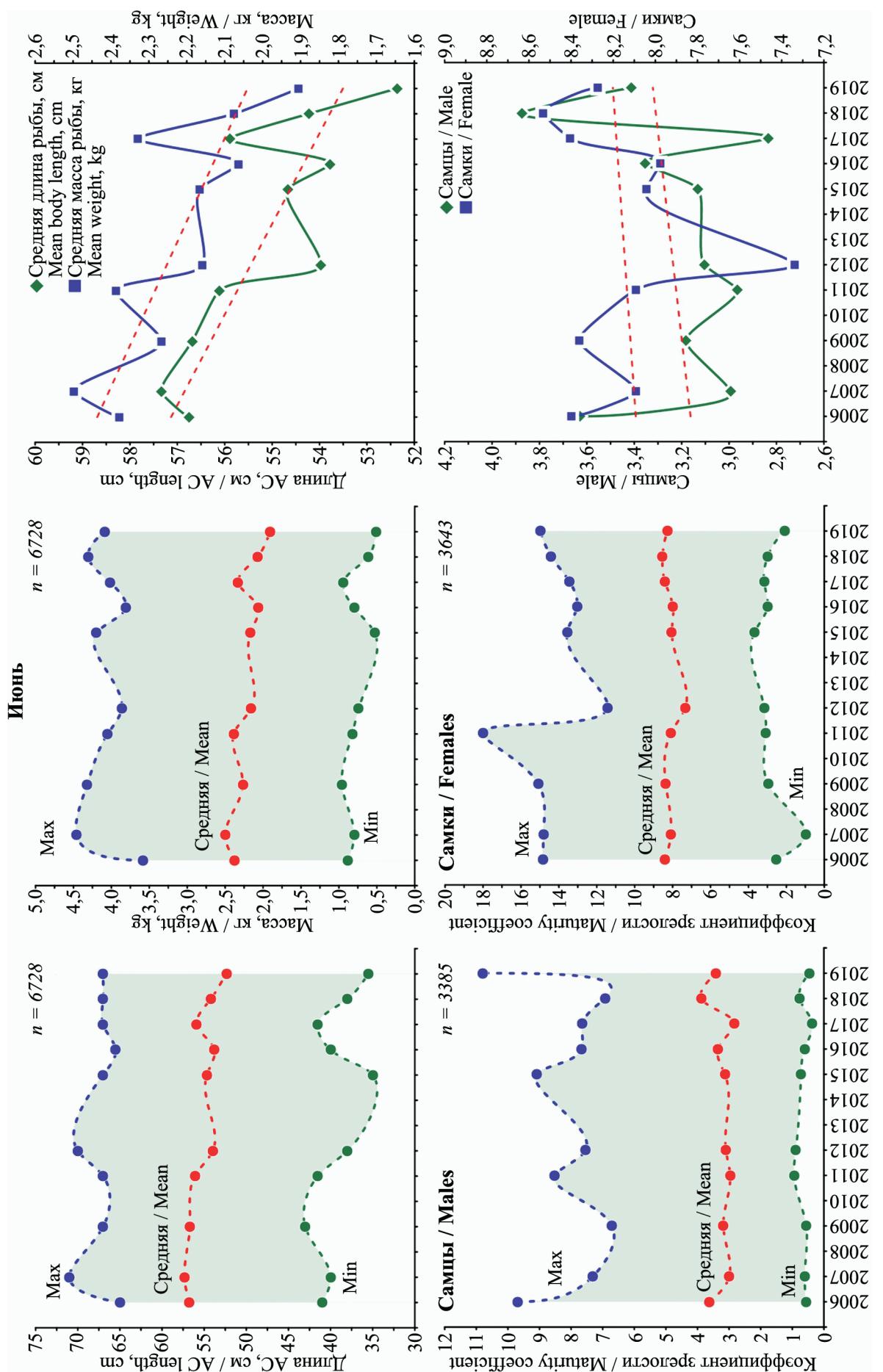


Рис. 22 (начало). Динамика изменений основных биологических показателей нерки р. Камчатки по данным из уловов ставных неводов в Камчатском заливе в июне и июле 2006–2019 гг.

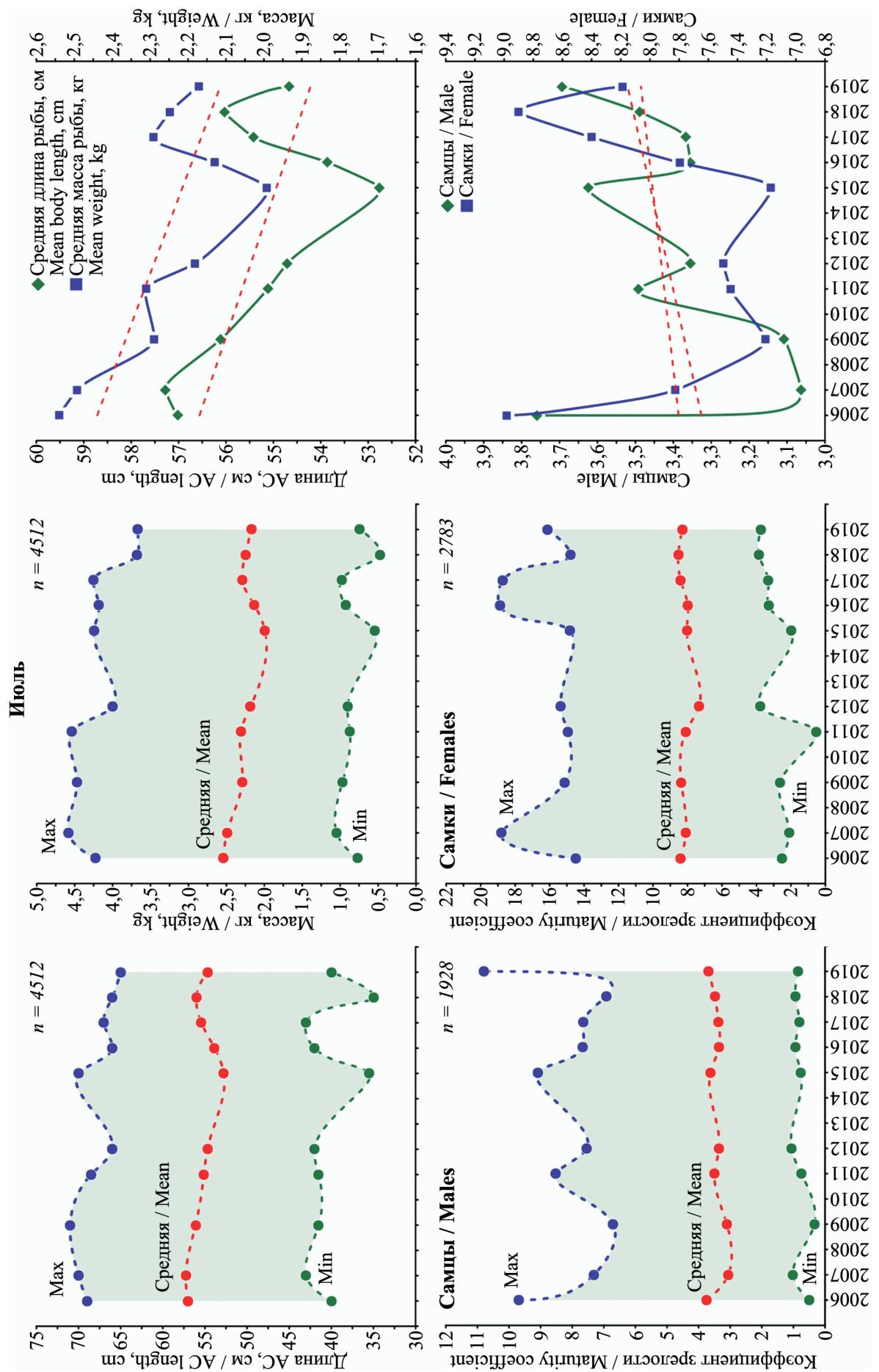


Рис. 22 (окончание). Динамика изменений основных биологических показателей нерки р. Камчатки по данным из уловов ставных неводов в Камчатском заливе в июне и июле 2006-2019 гг.
Fig. 22 (the end). The dynamics of the changes of the major biological indices of sockeye salmon in the Kamchatka River on the data of the trap net catches in Kamchatsky Gulf in June and July 2006-2019

можно объяснить методическими особенностями сбора материала в эти годы. Как уже отмечалось, в связи с введением дополнительных ограничительных мер, промысел нерки в июле 2018–2019 гг. был крайне неравномерным (см. рис. 17). Поэтому материал для биологического анализа удалось взять только во второй половине и в конце июля. Вполне вероятно, это могло напрямую отразиться на средних размерных показателях нерки в уловах, полученных для июля. Если учесть этот факт, то из представленных данных следует, что за последние 15 лет средняя длина и масса производителей как ранней, так и поздней форм нерки р. Камчатки уменьшились почти на 5 см и 500 г.

В то же время если рассматривать такой показатель как коэффициент зрелости рыб (отношение полной массы тела рыбы к массе гонад, выраженное в процентах), то, как следует из рисунка 22, во все годы наблюдений этот индекс варьировал очень значительно, и в его межгодовой динамике не прослеживалось никаких закономерностей. Это свидетельствует, что данный показатель может не отражать реальное физиологическое состояние и степень готовности производителей нерки к нерестовому ходу в р. Камчатке, поскольку позволяет проводить сравнительную оценку степени развития гонад лишь при равных средних размерных характеристиках особей.

Сходные результаты были получены и при анализе величин абсолютной плодовитости самок нерки р. Камчатки. Так, для июня 2006–2019 гг. этот показатель имел незначительный тренд на понижение, а в июле тех же лет — заметный тренд на повышение. Причем в июне 2019 г. отмечено значение плодовитости близкое к минимуму (3,014 тыс. икр.), а в июле 2019 г. — к максимуму (4,062 тыс. икр.) за весь ряд наблюдений. Вероятнее всего, такие изменения плодовитости самок могли быть как-то связаны с различиями в размерах отдельных икринок у рыб раннего и позднего хода, а также, вероятно, и с межгодовыми колебаниями этого показателя. Так, по наблюдениям сотрудников КамчатНИРО, которые проводили биологический анализ лососей непосредственно в районе промысла, в уловах ставных неводов в Камчатском заливе в путину 2019 г. встречались самки нерки с аномальным развитием гонад, что выражалось в деформации ястыков и наличии икринок нехарактерных размеров и белесо-желтого цвета. При этом самки, имеющие такие гонады, встречались

с одинаковой частотой как в июне, так и в июле 2019 г., а их доля в уловах за весь период промысла составила ~5% от общего числа всех осмотренных рыб. Гистологический анализ гонад с аномальным развитием, выполненный в КамчатНИРО, выявил в их строении большое количество яйцеклеток с различными нарушениями развития, не способных к оплодотворению и впоследствии дегенерирующих. На основании этого было сделано предположение, что дегенерация ооцитов у большого числа половозрелой нерки р. Камчатки, которую наблюдали в 2019 г., могла быть связана с естественным механизмом регуляции при формировании индивидуальной плодовитости в условиях общего снижения массы тела рыб в последние годы. Это же явление может быть и косвенным признаком нарушения нормального процесса созревания половых продуктов рыб в предшествующий период. Причем основным следствием многочисленных аномалий в яичниках нерки могло быть не только общее снижение репродуктивной способности стада, но и ухудшение качества икры, как продукта производства. Следует отметить, что ввиду отсутствия многолетнего ряда наблюдений, сведения о физиологическом состоянии нерки р. Камчатки, полученные в 2019 г., являются предварительными, но эта проблема, несомненно, требует дальнейших специальных исследований.

На наш взгляд, одной из вероятных причин существенных изменений биологического состояния нерки р. Камчатки в последние несколько лет могли послужить неблагоприятные условия ее морского нагула в связи с высокой численностью камчатской горбуши, нагуливающейся в тех же районах. В данном случае основную роль сыграли фактор общей плотности в местах совместного нагула в океане и возникающая в связи с этим внутри- и межвидовая конкуренция за общие пищевые ресурсы. [Хотя в данном случае, конечно, нельзя отрицать и возможное воздействие каких-либо еще внешних факторов во время нагула нерки в океане: климат, океанографические условия и т. п.] Так, к настоящему моменту уже накоплено достаточно фактов, подтверждающих, что в периоды высокой численности камчатской горбуши могут снижаться темп роста и средние размеры других лососей (Бирман, 1985; Андриевская, 1998; Коваль, 2009; Бугаев, 2011; Карпенко и др., 2013). Однако в наибольшей степени влияние горбуши оказывается именно на скорости роста и средних

размерах нерки, поскольку эти два вида имеют наиболее близкий пищевой спектр в период морского нагула, по сравнению с другими лососевыми (Коваль, 2007; Карпенко и др., 2013). Причем влияние общей численности горбуши на размерную структуру нерки может сказываться одновременно на нескольких поколениях, так как период морского нагула нерки может продолжаться в течение нескольких лет, и большая часть особей этого вида проводит в море три года (Бугаев, 2011). В то же время на условия нагула каждого отдельного поколения нерки могут оказывать влияние до трех поколений горбуши, некоторые из которых могут быть весьма урожайными. Отметим, что для последних лет была типичной ситуация, когда каждое из смежных поколений горбуши, нагуливающейся в море совместно с неркой, имело статус либо урожайного, либо экстраурожайного.

На рисунке 23 представлены динамика общего вылова горбуши в Камчатском крае и изменения средней массы тела нерки р. Камчатки в 2006–2019 гг. Как следует из рисунка, в указанные годы наблюдалась выраженная обратная связь между двумя этими показателями (при коэффициенте корреляции $R = 0,52$). Следует отметить, что общее снижение размерно-массовых показателей производителей нерки в последние годы было

характерно не только для бассейна р. Камчатки, но и для других районов ее воспроизводства как на азиатской, так и в американской части ареала. Так, из локальных камчатских популяций этого вида сходная динамика наблюдалась также у нерки из рек Озерная, Большая, Хайлюля, Авача (Бугаев, 2011); а также озер Дальнее, Ближнее, Саранное, Лиственичное (Бугаев, 2011; Бугаев и др., 2015). Сравнение временных рядов численности горбуши и нерки на американской части ее ареала показало, что океаническая конкуренция нерки за общую кормовую базу с более многочисленной и быстро растущей горбуши может быть одним из главных факторов не только уменьшения ее средних размеров, но и снижения общей численности нерки на американском побережье (Ruggerone, Connors, 2015).

В случае с неркой р. Камчатки нельзя игнорировать и такой факт: согласно данным, представленным на рисунке 17, задержка анадромной миграции нерки в бассейн этой реки в 2017–2019 гг. наблюдалась у поздней формы нерки, в то время как массовый ход ранней формы в целом происходил в обычные сроки (см. рис. 16). Это можно объяснить тем, что во время морского нагула поздняя форма нерки р. Камчатки, по-видимому, значительно в большей степени взаимодействует

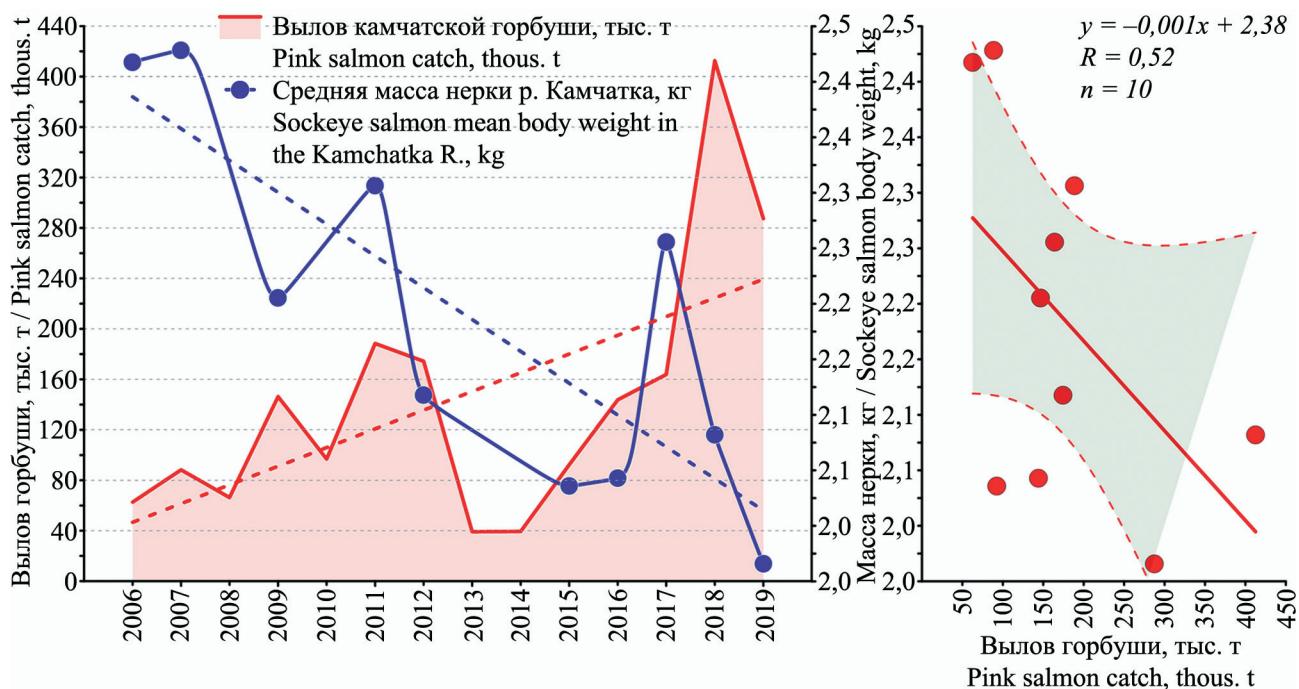


Рис. 23. Вылов камчатской горбуши (тыс. т) и динамика изменений средней массы тела (кг) нерки р. Камчатки в 2006–2019 гг. (на правом рисунке представлена связь между выловом горбуши и средней массой нерки)
Fig. 23. The catch of pink salmon (thous. t) and the dynamics of the average body weight of sockeye salmon (kg) in the Kamchatka River in 2006–2019 (the correlation between the catch of pink salmon and the average body weight of sockeye salmon is on the right figure)

с камчатской горбушей. Температурный диапазон, при котором происходит миграция поздней формы нерки, существенно выше, чем у ее ранней формы, и гораздо ближе к температурному оптимуму обитания горбушки, которая считается одним из наиболее теплолюбивых видов среди тихоокеанских лососей (Карпенко и др., 2013). При этом сейчас уже известно, что на характер температурных адаптаций рыб существенное влияние оказывает не только температура, но и степень термобионтности видов, которая резко разграничивает особенности метаболизма, потребления и использования вещества и энергии на конструктивные процессы у тепло- и холодолюбивых видов. Причем, независимо от термобионтности, максимальные величины использования усвоенной пищи на рост и созревание достигаются в зоне видового температурного оптимума, а все элементы баланса вещества и энергии в пределах биокинетической зоны прямо пропорциональны температуре обитания (Шульман, Урденко, 1989).

С учетом этого, можно предположить, что районы нагула ранней и поздней формы нерки р. Камчатки могут различаться, и у рыб позднего хода они в значительно большей степени перекрывают с местами нагула горбушки. Сроки хода поздней формы нерки в р. Камчатке обычно совпадают с массовым ходом горбушки в камчатские реки. Поэтому конкуренция за общие пищевые ресурсы между горбушей и поздней формой нерки в морской период жизни также должна быть существенно выше, чем у ранней формы. В таких условиях в годы подходов высокочисленных поколений камчатской горбушки поздней форме нерки р. Камчатки из-за дефицита пищи, вероятно, требуется значительно больше времени, чтобы достичь физиологической готовности к нерестовой миграции в реку. По нашему мнению, этим и можно объяснить задержку ее нерестового хода в бассейн р. Камчатки в 2017–2019 гг.

Состояние здоровья рыб. Для проверки предположения, что одной из возможных причин нарушения динамики нерестового хода нерки р. Камчатки в 2019 г. могло послужить состояние ее здоровья, 16 июля нами были отобраны 7 экз. производителей из уловов ставных сетей рыбаков-любителей, ведущих промысел в районе устья реки с морской стороны «западной косы». Кроме того, в тот же период сотрудниками КамчатНИРО взято еще 15 экз. нерки из промысловых уловов став-

ного невода № 273, расположенного на расстоянии ~13,5 от устья р. Камчатки (см. рис. 1).

В конце июля 2019 г. все 22 экз. нерки доставили в КамчатНИРО, где было проведено их комплексное ихтиопатологическое обследование стандартными методами. Перед этим нерку осматривали на наличие внешних и внутренних признаков патологии, а затем был выполнен комплексный анализ, включавший определение наличия вирусных патогенов (Лабораторный практикум., 1983; Сборник инструкций., 1998; Fish pathology., 2009), а также бактериологическое и паразитологическое обследование (МУК 3.2.988-00, 2015; Fagerholm, 1982; AFS-FHS., 2010).

В результате, при внешнем осмотре производителей нерки у 8 из 15 экз. (~50%) из уловов ставного невода № 273 и у 6 из 7 экз. (~85%) из уловов рыбаков-любителей были отмечены явные признаки брачных изменений (изменение окраски и формы тела рыб). При вскрытии половые продукты у всех рыб были не текучими. У 2 экз. обнаружили скопление прозрачного светло-розового экссудата в полости тела, а у 7 экз. отмечали расширение кровеносных капилляров на поверхности молок, которые образовывали мелкую сеть (цвет молок от желтоватых до светло-фиолетовых).

У всех обследованных рыб не было выделено вирусных патогенов на линиях клеток и не наблюдалось бактериального роста на питательных средах. Из паразитов у рыб обнаружены круглые черви рода *Anisakis* sp. с высокими показателями экстенсивности и интенсивности инвазии (100 и 70% рыб соответственно). Максимальное количество паразитов на 1 рыбу составило 194 экз. Следует отметить, что нематоды *Anisakis* sp. представляют потенциальную опасность для человека и теплокровных животных (СанПиН 2.3.2.1078, 2001), однако существенного влияния на самого хозяина (рыбу) не оказывают.

В целом, в результате комплексного ихтиопатологического анализа особо опасных патогенов, способных влиять на выживаемость нерки р. Камчатки, обнаружено не было.

Состояние ресурсов и промысел. Многолетняя динамика состояния запасов и промысла тихоокеанских лососей, а также проблемы рационального рыболовства при освоении лососевых ресурсов р. Камчатки в последний исторический период (до 2016 г.) подробно рассмотрены в работе (Шевляков,

Фадеев, 2015). Показано, что с 1990-х гг. (то есть с начала наращивания морских добывающих мощностей и береговой переработки предприятиями Усть-Камчатского района) прослеживались четкая тенденция увеличения роли прибрежного вылова всех видов лососей в Камчатском заливе (с 35% в 1993 г. до 78% в 2014 г.) и соответствующее снижение значения речного промысла. [В данном случае мы не учитываем вылов дрифтерными сетями в Исключительной экономической зоне РФ (ИЭЗ РФ) (см. рис. 12), поскольку оценка этого вылова основана на результатах дифференциации нерки р. Камчатки в смешанных морских уловах по данным анализа структуры чешуи. В силу таких методических особенностей данный расчет может иметь определенные погрешности. К тому же после сокращения и последующей отмены научного контрольного лова на дрифтерных судах, начиная с 2009 г. и вплоть до полного запрета дрифтерного промысла в 2017 г., такая оценка выполнялась на основании результатов, полученных в предыдущие годы (Бугаев, 2014).]

Так, в 1970–1980-е гг. ставными неводами осваивалось порядка 50% ежегодного объема возможного вылова нерки (Бугаев, 1995). В 1990-е гг. доля прибрежного вылова нерки возросла в среднем до 65%, а в 2000-е гг. — до 70%. В начале 2010-х гг. (то есть после закрепления рыболовных участков в долговременное пользование в 2009 г.) прибрежный вылов нерки ставными неводами в Камчатском заливе достиг в среднем уже 77% (Шевляков, Фадеев, 2015). Причем такое увеличение роли прибрежного промысла происходило на фоне общего роста запасов нерки р. Камчатки, который в 2013 г. впервые за весь период промысла превысил 14 тыс. т (рис. 24).

На основании результатов моделирования изменения величины и структуры уловов в зависимости от числа морских неводов, в указанной работе был сделан ряд прогностических выводов о том, что если произойдет увеличение промысловых усилий в море, речной вылов будет закономерно снижаться и в итоге может стабилизироваться на суммарном уровне 800–900 т. Несмотря

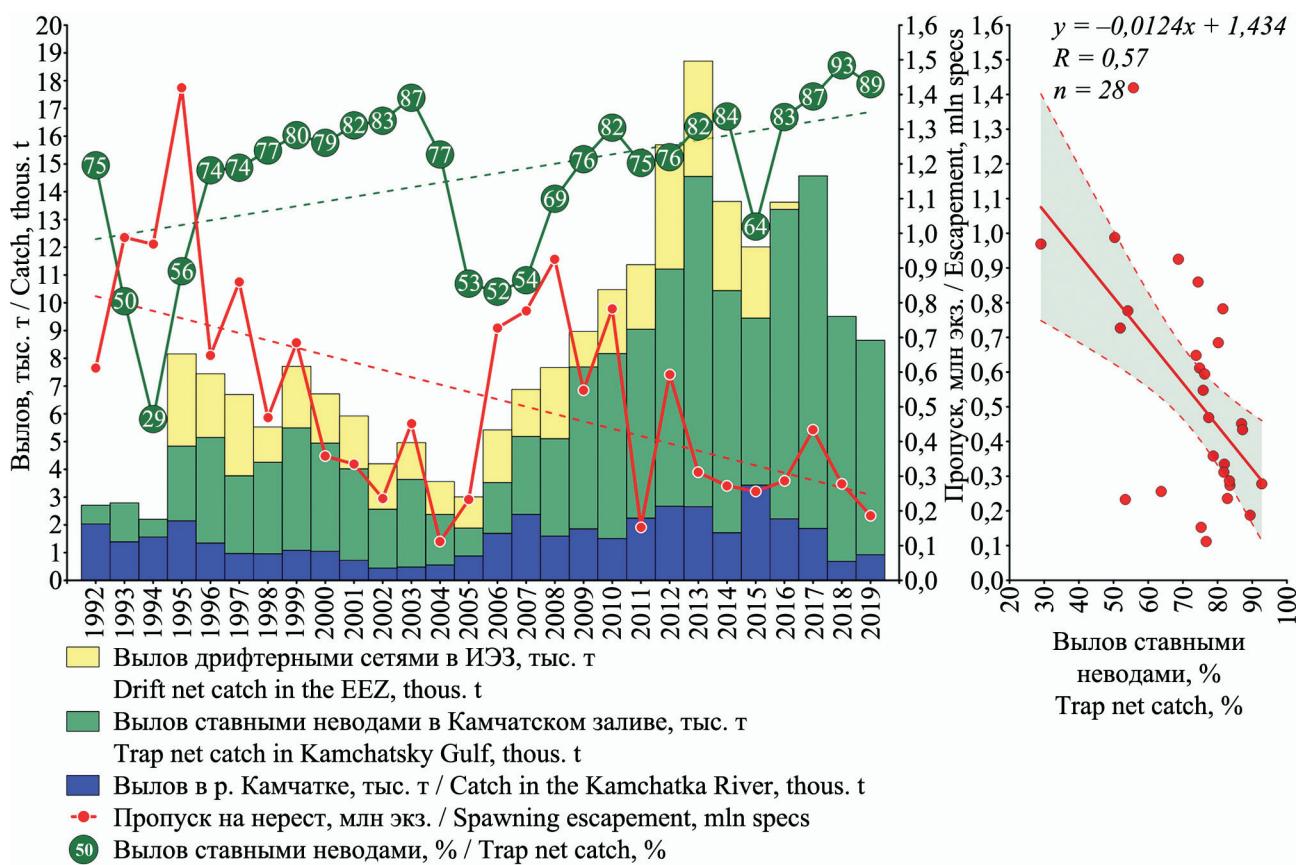


Рис. 24. Структура и динамика промышленной эксплуатации нерки бассейна р. Камчатки в 1992–2019 гг. (на правом рисунке представлена связь между долей вылова ставными неводами в Камчатском заливе и пропуском рыб на нерест в р. Камчатке)

Fig. 24. The structure and the dynamics of the commercial catch of sockeye salmon of the Kamchatka River basin in 1992–2019 (the correlation between the removal percent by trap nets in Kamchatsky Gulf and the escapement into the Kamchatka River is on the right figure)

на снижение среднего удельного улова на один морской невод, с ростом числа неводов общий вылов будет расти пропорционально увеличению их количества (пределы задаются уровнем численности подходов лососей). Улов лососей на речных РЛУ без снижения интенсивности морского вылова можно сохранить на имеющемся уровне только за счет сокращения их числа. Дальнейший рост вылова при увеличении числа рыболовных усилий возможен исключительно за счет снижения пропуска производителей на нерест (то есть ухудшения интенсивности и эффективности воспроизводства), хотя к 2015 г. уже существовал дефицит лососей на нерестилищах в бассейне р. Камчатки (Шевляков, Фадеев, 2015).

Как показали результаты промысла лососей р. Камчатки последних лет, после некоторого снижения величины подходов и берегового вылова нерки до 9,5–10,5 тыс. т в 2014–2013 гг., отмечен новый значительный рост ее запасов до 13,4 тыс. т (в 2016 г.) и 14,5 тыс. т (в 2017 г., исторический максимум берегового вылова), а затем новое его снижение до 9,5 тыс. т (в 2018 г.) и 8,6 тыс. т (в 2019 г.) (рис. 24). На фоне общей высокой численности подходов в 2016–2017 гг. доля вылова ставными неводами в Камчатском заливе также возросла и составила уже 83% и 87% соответственно.

В 2018 г. длина центрального троса всех неводов была увеличена с 1000 до 1200, тем самым возросла и суммарная зона облова в море. Кроме этого, в 2018 г. ввели в эксплуатацию еще один ставной невод, № 1135, который был установлен на приустьевом участке Камчатского залива (см. рис. 1). В результате с ростом промысловых усилий в море суммарный вылов нерки ставными неводами составил в 2018 г. 93%, а в 2019 г. — 89% (в этом году длину центрального троса неводов вновь ограничили до 1000 м, тем самым уменьшилась и зона облова). В те же годы количество речных РЛУ осталось неизменным, однако уловы в реке неуклонно снижались с 2,2–1,9 тыс. т (2016–2017 гг.) до 700–900 т (2018–2019 гг.). Одновременно с уменьшением вылова нерки на речных участках продолжалось и снижение общего пропуска производителей в речной бассейн. Таким образом, существовала очевидная отрицательная связь (при $R = 0,57$) между величиной вылова нерки ставными неводами в Камчатском заливе и пропуском рыб на нерест в бассейн р. Камчатки (рис. 24).

Если обобщить все данные о промышленной эксплуатации нерки бассейна р. Камчатки за последнее десятилетие и графически представить эту динамику, то становится очевидным, что, начиная с 2009 г., фактический подход (с учетом корректировок, выполненных в ходе пущины), а также фактические выловы и доля изъятия нерки ежегодно существенно превышали рекомендованные специалистами КамчатНИРО величины (исключением в этом ряду стал лишь 2018 г. — по причинам, которые будут указаны ниже). В то же время, фактический пропуск производителей на нерест в бассейн реки был существенно ниже рекомендованных объемов (рис. 25). Другими словами, в последние годы происходила систематическая промышленная «переэксплуатация» общего запаса нерки бассейна р. Камчатки, которая неизбежно должна была отразиться на динамике численности этого стада.

С увеличением объемов прибрежного вылова нерки р. Камчатки в последнее десятилетие, продолжалось и перераспределение промысловой нагрузки на раннюю и позднюю ее сезонные формы в течение пущины. Напомним, что соотношение этих двух форм в общем вылове может варьировать по годам, но обычно составляет ~70:30 соответственно (см. рис. 16). В отдельные годы численность поздней нерки в бассейне этой реки возрастает, но, по имеющимся данным, она никогда не могла сравняться по значению с ранней (Бугаев, 1995, 2011). Ранняя форма нерки частично проходит в реку до начала промысла, а основную нагрузку на ее скопления оказывают морские орудия лова, но в меньшей степени, чем на скопления поздней нерки, когда переработка рыбы на предприятиях, расположенных в п. Усть-Камчатск, выходит на максимальную мощность, и количество переборок ставных неводов резко возрастает (Шевляков, Фадеев, 2015).

Как следует из рисунков 26–27, в 2008 г. сезонная динамика вылова нерки и соотношение различных ее форм в промышленных уловах в целом были близки к среднемноголетним значениям, представленным на рисунке 16. В том году общий вылов ранней и поздней форм составил 72% и 28% соответственно (рис. 26). Однако начиная с 2009 г. промысловая нагрузка на позднюю нерку начала существенно изменяться, и в последующие два года ее доля в вылове увеличилась до уровня 36–41% (то есть уже превышала оптимальную для

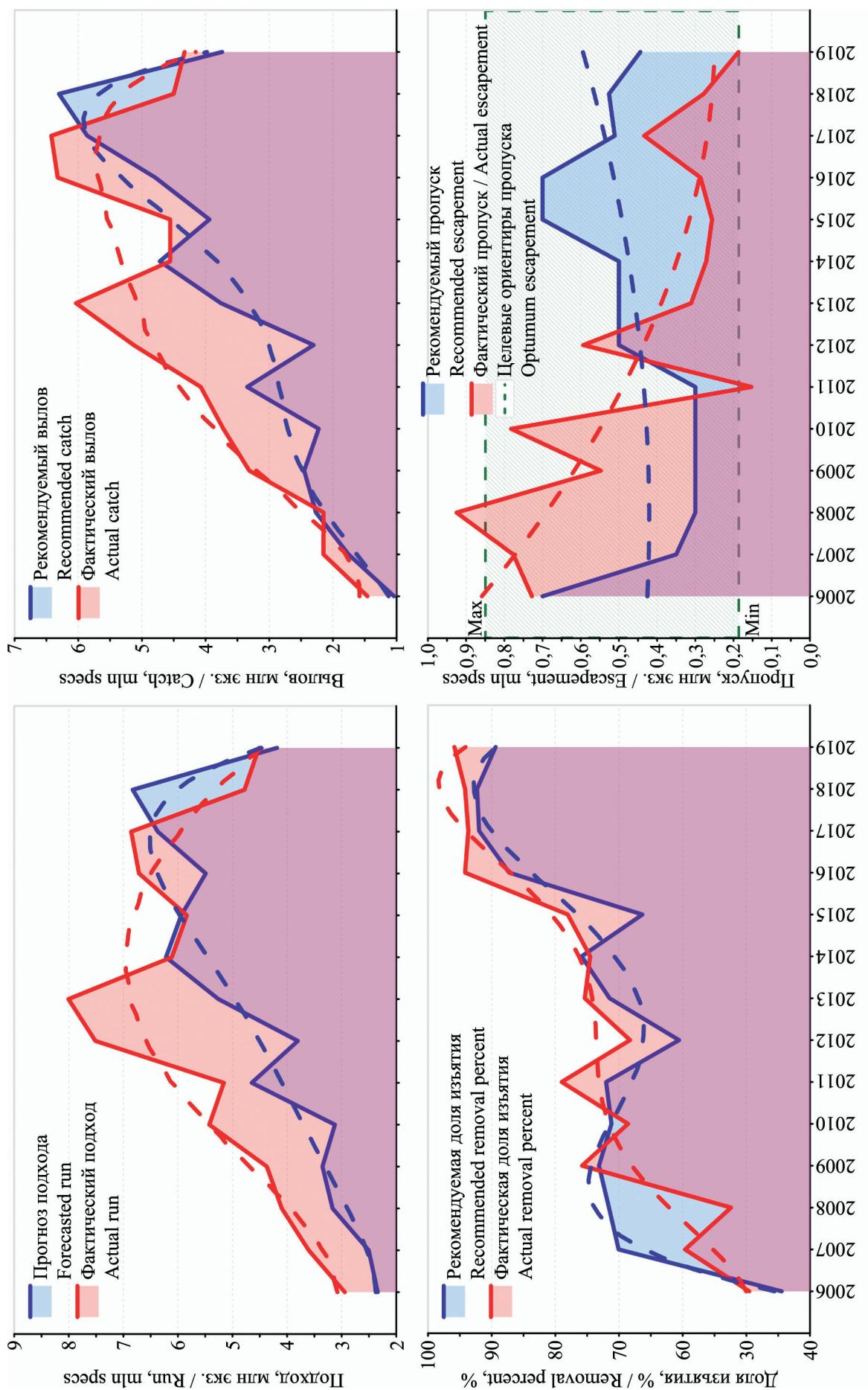


Рис. 25. Межгодовая динамика подходов (млн экз.), вылова (млн экз.), доли изъятия (%) и пропуска производителей нерки бассейна р. Камчатки в 2006–2019 гг.
Fig. 25. The interannual dynamics of the runs (mln specs), catch (mln specs), removal percent (%) and escapement of sockeye salmon of the Kamchatka River basin in 2006–2019

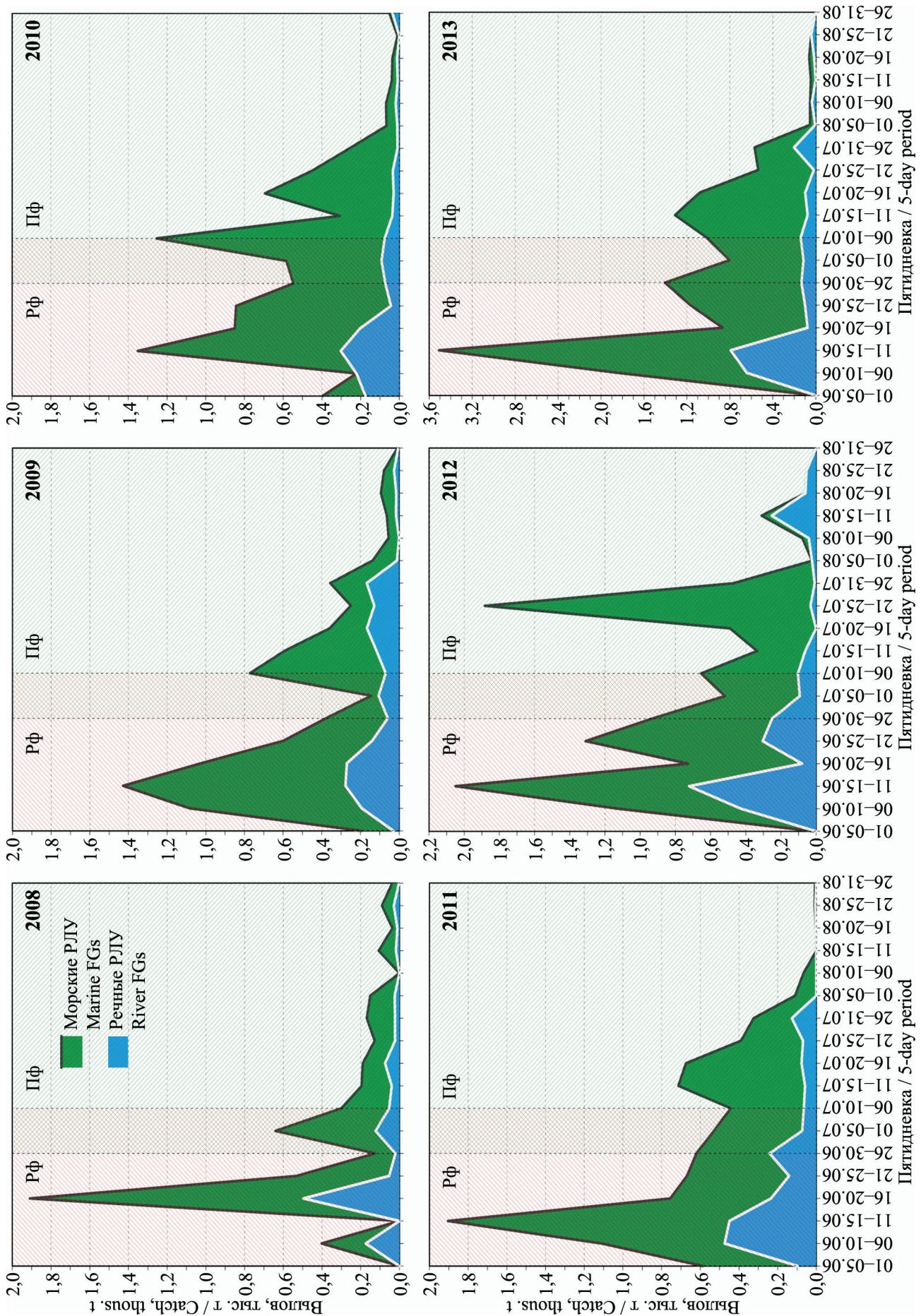


Рис. 26 (начало). Соотношение уловов (тыс. т) нерки р. Камчатки на морских и речных РЛУ в отдельные пятидневки в июне–августе 2008–2019 гг. (РФ — ранняя форма; Πφ — поздняя форма)
 Fig. 26 (beginning). The ratio between the catches (thous. t) of the Kamchatka River sockeye salmon stock in the marine and river fishing grounds in particular 5-day periods in June–August 2008–2019 (РФ – early morph; Πφ – late morph)

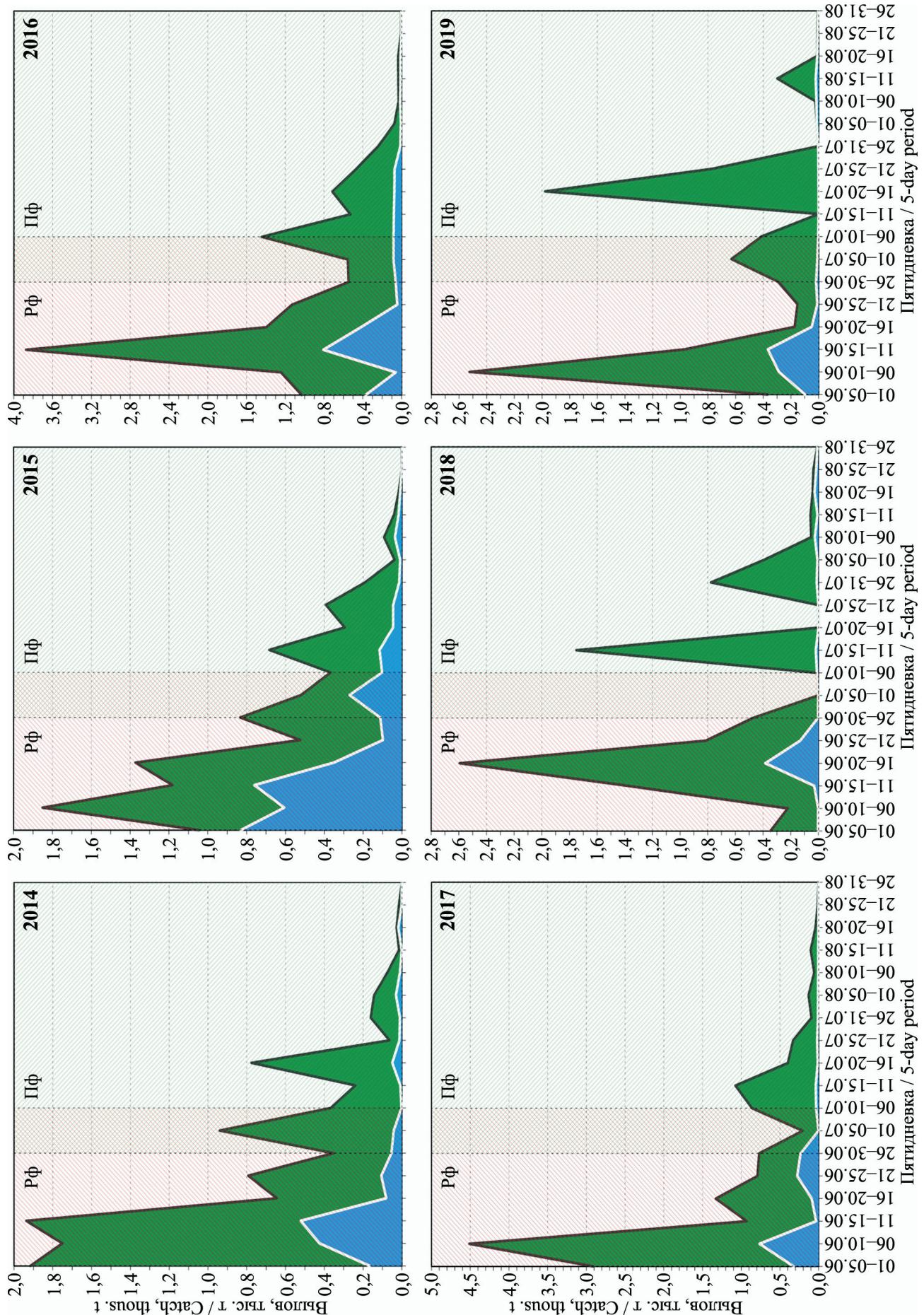


Рис. 26 (окончание). Соотношение уловов (тыс. т) нерки р. Камчатки на морских и речных РЛУ в отдельные пятидневки в июне–августе 2008–2019 гг. (РФ — ранняя форма; ПФ — поздняя форма)
 Fig. 26 (the end). The ratio between the catches (thous. t) of the Kamchatka River sockeye salmon stock in the marine and river fishing grounds in particular 5-day periods in June–August 2008–2019 (РФ — early morph; ПФ — late morph)

популяции величину на 6–11%) (рис. 27). В 2011 г. промысловая нагрузка на позднюю нерку вновь упала (до 31% в вылове), а в 2012–2013 гг. снова возросла (до 33–40%). В течение последующих четырех лет (2014–2017 гг.) отмечено существенное снижение промысловой нагрузки на рыб позднего хода (до 18–27% в вылове). Новое увеличение произошло в последние два года: до 35% в 2018 г. и 41% в 2019 г.

Снижение общего вылова поздней формы в 2014–2017 гг., очевидно, было обусловлено тем, что это были годы возвратов высокочисленных поколений нерки в бассейн р. Камчатки. Причем ранее показано, что эффективность промышленного освоения нерки р. Камчатки (как в море, так и в реке) может быть напрямую связана с общей численностью ее подхотов (Шевляков, Фадеев, 2015). То есть в годы высоких возвратов пропуск производителей на нерест обычно увеличивается благодаря тому, что у большего числа рыб появляется шанс избежать промышленных орудий лова в единицу промыслового времени.

Сходным образом могло происходить и с распределением промысловой нагрузки на отдельные сезонные группировки нерки. К примеру, из ри-

сунка 27 следует, что в 2008–2019 гг. существовала определенная отрицательная зависимость (при $R = 0,29$) между суммарным выловом нерки за путину и долей в вылове поздней формы (рис. 27). Вполне вероятно, что такая закономерность была связана с общей стратегией промысла, которой придерживаются рыбодобывающие предприятия Усть-Камчатского района. В годы высоких подхотов нерки для наиболее полного освоения своей доли квот и получения необходимой прибыли им достаточно максимально эффективно освоить раннюю нерку в июне, которая и по численности, и по рыночной стоимости существенно превосходит нерку позднего хода. Поэтому в июле таких лет интенсивность промысла снижается, так как к этому моменту основная часть лимитов уже освоена. В такие годы соотношение вылова ранней и поздней нерки может быть близким к оптимальному (то есть 70:30) или несколько ниже (как, например, это было в 2008, 2011 и 2014–2017 гг.). В годы возвратов невысоких или средних по численности поколений ситуация меняется, так как для более полного освоения выделенных квот и получения сопоставимой прибыли рыбодобывающие предприятия ведут интенсивный промысел

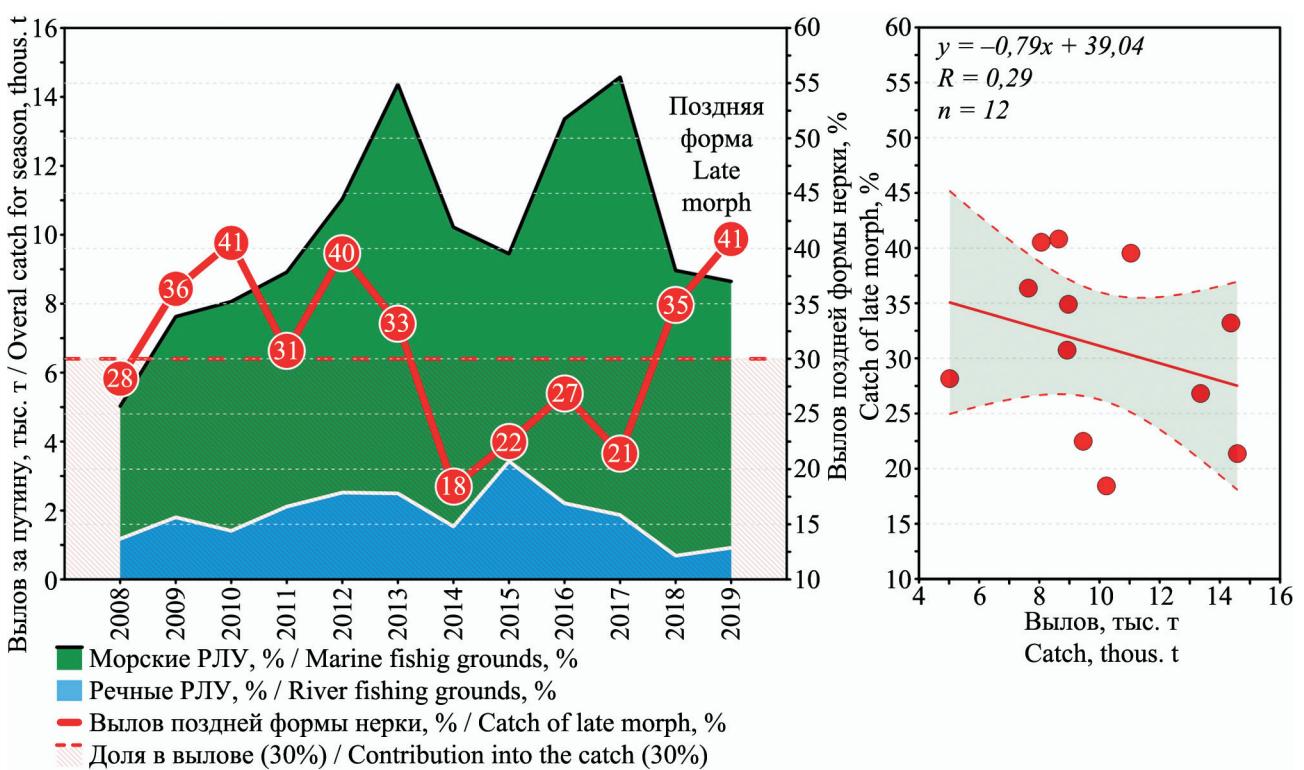


Рис. 27. Суммарный вылов (тыс. т) и доля в вылове (%) поздней формы нерки р. Камчатки в 2008–2019 гг. (на правом рисунке показана связь между суммарным выловом и долей поздней формы нерки в уловах)
Fig. 27. The summary catch (thous. t) and the contribution of the late sockeye salmon morph into the catch (%) in the Kamchatka River in 2008–2019 (right figure demonstrates correletion between the summary catch and the contribution of the late morph in the catches)

не только в период массового хода ранней нерки в июне, но и во время хода поздней формы в июле. В результате доля рыб позднего хода в общем вылове в эти годы возрастает (2013 г.), а в случае если промысел ранней нерки был по каким-то причинам малоэффективным (подходы ниже ожидаемых, простой в штормовые дни, неполадки орудий лова и т. п.), может существенно превышать оптимальную для этой популяции величину в 30% (2009, 2010, 2012, 2018–2019 гг.) (рис. 27). [Помимо указанных здесь причин изменений соотношения вылова ранней и поздней нерки, связанных с промыслом, на эту динамику может накладываться также и общее перераспределение численности отдельных сезонных форм в составе ежегодных подходов из-за недостаточного пропуска производителей нерки в бассейн р. Камчатки в последние годы (см. следующий раздел статьи).]

Именно по такому сценарию и развивались события в 2018–2019 гг., причем в каждом из этих двух лет были свои особенности промысловой обстановки. Так, в 2018 г. фактический подход нерки в бассейн р. Камчатки оказался почти в 2 раза ниже прогнозных оценок, и на конец первой пятидневки июля суммарное освоение нерки составляло всего лишь 36% РВ. К этому моменту уже начались проблемы с пропуском производителей в бассейн реки, связанные с задержкой их нерестового хода, повлекшие за собой введение дополнительных ограничительных мер на промысел (Шевляков и др., 2018). Несмотря на это, до завершения путины рыбодобывающими предприятиями Усть-Камчатского района было освоено еще 27% РВ за счет существенного увеличения промысловой нагрузки на рыб позднего хода (см. рис. 26). В итоге в путину 2018 г. на долю поздней нерки в общем вылове пришлось 35% (рис. 27), а суммарный пропуск (как и подход) производителей нерки в бассейн р. Камчатки в 2018 г. оказался почти в 1,5 раза ниже рекомендованных КамчатНИРО величин (общую величину подхода в материалах прогноза оценили в 6,829 млн особей, по факту вылова и пропуска подход составил 4,753 млн экз., или 69,6% прогноза) (Шевляков и др., 2018; Путинный., 2019).

В отличие от 2018 г., в 2019 г. подходы нерки оказались близки к прогнозным величинам, однако в связи с неблагоприятными погодными условиями в начале июня, к концу этого месяца промышленностью было освоено только 52% РВ.

В июле 2019 года вновь произошла задержка нерестового хода поздней формы нерки в р. Камчатке (как и в 2018 г.), и ситуация с регулированием и ходом промысла повторилась. В результате на рыб позднего хода вновь пришла повышенная промысловая нагрузка, а их доля в общем вылове в 2019 году выросла уже до 41% (рекомендованный и фактический режимы освоения промыслового запаса нерки р. Камчатки в 2019 г. приведены на рисунке 14).

Помимо воздействия промысла на общее состояние запаса и популяционную структуру стада, в рамках обсуждаемой проблемы необходимо учитывать еще один важнейший аспект — прямое влияние, которое способны оказывать промышленные орудия лова на динамику нерестового хода производителей нерки в р. Камчатку. Так, выше было показано, что большая часть половозрелой нерки на приустьевом участке Камчатского залива концентрируется, в основном, в поверхностном слое воды в пределах зоны влияния стока р. Камчатки (см. рис. 8–9). По глубине толщина этого слоя не превышает, как правило, ~2–3 м (см. рис. 7). По направлению от берега наибольшая часть рыб встречается на удалении 500–600 м от береговой черты (см. рис. 11). Таким образом, район около устья р. Камчатки, в котором концентрируется половозрелая нерка, практически полностью попадает в зону облова ставных неводов (см. рис. 6–8). Важно отметить, что попав в зону опреснения, половозрелые рыбы обратно в морскую воду уже не возвращаются, так как под воздействием речной воды у них начинается необратимая физиологическая перестройка организма, которая действует механизм хоминга (Салменкова, 2016).

В случае задержки анадромной миграции (как это было в июле 2017–2019 гг.), нерка вынуждена завершать морской нагул на устьевом взморье р. Камчатки — главным образом в районе расположения ставных неводов № 268, 274, 275, 276 и 1135 (см. рис. 8). Поэтому в июле их уловистость резко возрастает (см. рис. 10 и 15). В то же время любой элемент конструкции этих неводов может производить отпугивающий или дезориентирующий эффект на рыб. Причем такую реакцию могут вызвать не только вооруженные крылья неводов, но и те их участки, на которых сетное полотно подвязано на период остановки промысла (см. рис. 12). Иногда внешней преградой для рыб могут служить даже просто притопленный центральный

трос без сетного полотна или горизонтальные оттяжки невода (Коваленко, 2005). Это не только не исключает возможность попадания рыб в ловушки ставных неводов, но и может вызывать нарушение миграционной активности рыб в процессе их захода из моря в реку. Подобные факты уже известны, например, для прибрежного промысла атлантического лосося (Thorstad et al., 2008). Снижением именно прямого воздействия конструктивных элементов промышленных орудий лова, на наш взгляд, можно объяснить и резкое увеличение пропуска производителей нерки в бассейн р. Камчатки, которое наблюдалось в конце июля и начале августа 2018–2019 гг. (см. рис. 17). Это произошло в результате кардинального решения Комиссии по регулированию добычи (вылова) анадромных видов рыб в Камчатском крае, временно приставившей промысел и указавшей на необходимость снять на это время сетную часть крыла у ставных неводов в Камчатском заливе.

На основании всех представленных данных можно заключить, что в последнее десятилетие (начиная с 2009 г.) именно промысел послужил наиболее мощным внешним фактором, негативно повлиявшим на общую численность и современное состояние популяционной структуры нерки р. Камчатки. Кроме того, нельзя исключать и возможное воздействие промышленного лова на общее снижение биологических показателей рыб, формирующих нерестовый запас (Шевляков, Фадеев, 2015). Последнее обстоятельство, в совокупности с другими внешними факторами, описанными выше, могли также послужить причиной задержки нерестового хода поздней формы нерки в р. Камчатку в 2017–2019 гг.

Современное состояние воспроизводства нерки р. Камчатки

Нерка р. Камчатки имеет сложную популяционную структуру и подразделяется на несколько стад 2-го порядка, основными из которых являются пять локальных группировок: «С» — ранняя нерка из притоков верхнего и среднего течения; «В» — поздняя нерка из притоков верхнего и среднего течения; «Е» — нерка средних и нижних притоков (преимущественно р. Еловка); «А» — нерка оз. Азабачьего; «Д» — нерка оз. Двухурочного (Бугаев, 1995, 2011). Задача организации рационального промысла этого стада предполагает обеспечение максимально эффективного уровня

заполнения производителями всех имеющихся нерестилищ различных иерархических уровней пространственных и сезонных группировок, что впоследствии должно обеспечить их пропорциональное распределение в общем составе нерестовых подходов (Фельдман и др., 2016; Путинный., 2019).

Согласно правилам регулирования промысла (ПРП), разработанным для нерки р. Камчатки на основе модели «запас–заполнение», ориентиры суммарного пропуска производителей на нерест в бассейн этой реки зависят от прогнозируемой численности ежегодных подходов и могут колебаться в интервале значений от 187 до 850 тыс. экз. При этом средняя величина целевого пропуска, обеспечивающего устойчивый вылов, определена в количестве порядка 460 тыс. экз. (при условии сохранения принципа пространственного распределения группировок, ориентировочный вклад которых в общий пропуск должен находиться в пределах: «Е» — 42%; «А» — 24%; «Д» — 13%; «С» — 12%; «В» — 9%) (Бугаев, 2011; Фельдман и др., 2016).

Исходя из ПРП, научные рекомендации суммарной величины целевого пропуска производителей нерки в бассейн р. Камчатки в последние десять лет варьировали от 300 до 700 тыс. экз. (см. рис. 25). На основании многолетних статистических данных уже было показано, что в тот же период происходило неуклонное снижение общего пропуска нерки на нерест на фоне существенного перераспределения промысловой нагрузки между отдельными сезонными формами (см. рис. 17, 24, 25). По результатам авиаучетов, начиная с 2013 г., ежегодное заполнение нерестилищ в бассейне р. Камчатки стабилизировалось на неизменно низком уровне — около 300 тыс. экз., что близко к минимальному ориентиру суммарного пропуска (см. рис. 25). По данным мониторинга в режиме реального времени, с 2017 г. отмечались достаточно стабильные заход и пропуск ранней формы нерки в июне — в период наиболее интенсивного нерестового хода и промысла. В июле заходы и пропуск нерки резко снижались, а в начале августа вновь наблюдалась небольшая волна захода и пропуска поздней формы (см. рис. 17). В отдельные периоды июля 2017–2019 гг. нерка вообще отсутствовала в контрольных уловах, выполнявшихся в нижнем течении и в устьевой области р. Камчатки, в том числе и в периоды пол-

ного запрета на промысел как на морских, так и на речных РЛУ (как, например, это было в июле 2018–2019 гг.) (см. рис. 17).

Есть основания полагать, что помимо общей задержки нерестового хода поздней формы нерки в 2017–2018 гг., одной из дополнительных причин таких изменений могло послужить также и нарушение соотношения отдельных локальных группировок нерки в ежегодных подходах. Так, по предварительным данным, полученным специалистами КамчатНИРО в процессе комплексной оценки популяционной структуры нерки в 2019 г. на основе генетической идентификации, было установлено, что доля одного из наиболее важных локальных стад ранней формы нерки р. Камчатки — бассейна р. Еловки — в подходе 2019 г. составила 35%, а в пропуске — 20% (рис. 28). Причем по среднемноголетним оценкам доля этой субпопуляционной группировки в общем составе стада должна находиться на уровне 60–70% (Бугаев, 1995, 2011). К сожалению, к настоящему времени результаты были получены только для ранней нерки, а материалы по поздней форме еще не обработаны. Однако даже эти данные свидетельствуют, что в 2019 г. была уже нарушена генетически устойчивая пространственная и темпоральная, а также субпопуляционная структура стада.

В данной ситуации необходимо также учитывать и следующее обстоятельство. Мониторинг в режиме реального времени (на основании которого в последние годы оценивается пропуск нерки в речной бассейн) проводится сотрудниками Кам-

чатНИРО в нижнем течении р. Камчатки (на участке ~40–45 км от устья реки), а также в протоке оз. Азабачьего (Фадеев и др., 2019). Отсюда до главных речных нерестилищ, расположенных в среднем и верхнем течении реки, а также ее притоков (рр. Еловка, Козыревка, Щапина, Китильгина и др.), производители лососей вынуждены преодолеть еще значительное расстояние. По результатам мечения, выполненного сотрудниками КамчатНИРО еще в 40-е гг. XX в. (Лямин, 1949), было установлено, что суточная скорость миграции нерки на участке от устья р. Камчатки до п. Козыревск (224 км) может составлять от 3 до 19 км/сут; на участке от п. Козыревск до с. Долиновка (176 км) — 5–19 км/сут; на участке от с. Долиновка до с. Мильково (178 км) — 17–25 км/сут. Таким образом, производителям нерки для того, чтобы преодолеть расстояние от устья реки до с. Мильково (578 км) даже при движении со средней вычисленной скоростью (~17 км/сут) может понадобиться больше одного месяца (Лямин, 1949). При этом их общая численность в пути до речных нерестилищ может снизиться по многим причинам: естественная смертность; гибель от травм, полученных в промышленных орудиях лова; браконьерство; воздействие хищников (например, выедание ларгой в нижнем течении реки или медведями на нерестилищах) и т. п. Очевидно, что суммарное количество отнерестившихся рыб может колебаться в широких пределах, но в любом случае оно определенно должно быть ниже общей численности производителей, зашедших в реку.

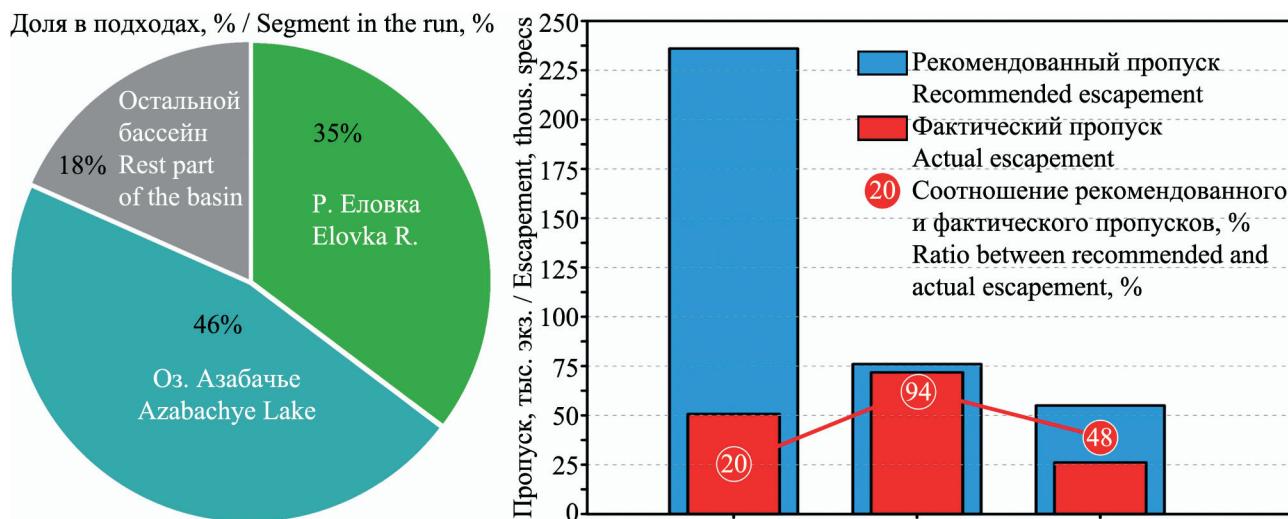


Рис. 28. Соотношение различных группировок ранней формы нерки в подходах (%) и пропуске (тыс. экз.) в бассейн р. Камчатки в 2019 г. (на основании результатов генетической идентификации)
Fig. 28. The ratio between different groups in the early run (%) and in the escapement (thous. specs) of sockeye salmon in the Kamchatka River basin in 2019 (results based on genetic identification)

К примеру, по данным мониторинга, полученным в нижнем течении р. Камчатки, в 2018 г. суммарно в бассейн этой реки было пропущено ~200 тыс. экз. ранней формы нерки (см. рис. 17). Однако на основании результатов авиаучетов производителей лососей на нерестилищах, выполненных КамчатНИРО в том же году, суммарный фактический пропуск производителей ранней формы нерки был оценен в количестве ~155–160 тыс. экз., то есть на 20–23% ниже (Шевляков и др., 2018). В 2019 г. численность производителей нерки, учтенной на нерестилищах в бассейне р. Камчатки, составила ~80 тыс. экз., из них ранней формы — ~35 тыс. экз., поздней — ~45 тыс. экз. Такая численность была в 2–2,8 раза ниже оценки, полученной в нижнем течении реки. Из этого следует, что фактический нерестовый запас нерки бассейна р. Камчатки в последние несколько лет мог быть существенно ниже величин, представленных на рисунке 24.

Кроме этого, в ходе авиаучетов было установлено, что в последние два года наблюдалось неравномерное, а в ряде случаев и фрагментарное заполнение нерестилищ в масштабе всего бассейна. Прежде всего это было характерно для верхнего и среднего течения р. Камчатки, а также для одного из когда-то наиболее высокопродуктивных ее притоков — р. Еловки. На нерестилищах, расположенных в нижнем течении р. Камчатки, ситуация была в целом менее катастрофическая, однако в 2018 г. также отмечен крайне низкий заход ранней формы нерки в бассейн оз. Азабачьего.

Таким образом, анализ современного состояния воспроизводства нерки р. Камчатки показывает, что численность производителей, пропущенных на нерест в бассейн этой реки в последние годы, была существенно ниже целевых ориентиров, необходимых для поддержания этого стада на уровне расширенного воспроизводства. Причем снижение численности и утрата промыслового значения некоторых ранее базовых внутривидовых единиц, приуроченных к среднему и верхнему течению р. Камчатки, а также выраженные флюктуации численности ранее устойчивых компонентов популяционной системы свидетельствуют о ее неблагополучии в современный период. Все эти обстоятельства требуют принятия экстренных мер для обеспечения стабильности воспроизводства нерки р. Камчатки, что является

основным условием рациональной эксплуатации и сохранения ее запасов.

Общие рекомендации по сохранению запасов нерки р. Камчатки

Мы считаем, что для обеспечения стабильного воспроизводства и дальнейшей рациональной промышленной эксплуатации, а также с учетом имеющихся в настоящий момент научных данных и современных реалий промысла нерки р. Камчатки, в ближайшие годы необходимо соблюдение следующих основных условий.

Во-первых, для компенсационных мероприятий, связанных с восполнением общей численности нерестового запаса нерки р. Камчатки, потребуется обеспечить ежегодный суммарный пропуск производителей нерки на нерестилища в бассейн этой реки на уровне не менее среднего целевого ориентира в количестве 460 тыс. экз., при максимальном уровне заполнения 850 тыс. экз. В таком случае есть надежда, что заполнение нерестилищ в течение нескольких лет в таком количестве (даже в условиях некоторого избыточного пропуска) позволит со временем выйти на верхний, наиболее благоприятный уровень воспроизводства стада нерки р. Камчатки.

Во-вторых, для обеспечения расширенного воспроизводства и восстановления в составе популяционного комплекса реки роли некоторых ныне депрессивных группировок различного популяционного статуса, в ходе пущины необходимо будет организовать по возможности равномерный пропуск и последующее заполнение нерестилищ отдельными сезонными формами и локальными стадами нерки. Прежде всего, исходя из среднемноголетнего и, по-видимому, исторического соотношения ранней и поздней форм нерки р. Камчатки в составе стада в количестве 70:30 (см. рис. 16), потребуется обеспечить ежегодный пропуск на нерестилища производителей ранней формы в количестве не менее 320 тыс. экз. (70%), а поздней формы — ≥140 тыс. экз. (30%).

На основании результатов наших исследований, основной рекомендацией, направленной на обеспечение целевого ориентира пропуска и расширенного воспроизводства нерки р. Камчатки, является необходимость уменьшения интенсивности лова и осуществление оперативного контроля за промыслом этого стада. Одним из самых радикальных способов такого уменьшения явля-

ется сокращение общего количества орудий лова, ежегодно задействованных на промысле. Однако при существующей организации промысла тихоокеанских лососей в Камчатском крае сокращение орудий лова сопряжено с большими трудностями правового характера, поскольку всем пользователям рыболовные участки выделены на долгосрочной договорной основе. В такой ситуации снижение нагрузки на промысловую часть стада можно осуществить за счет следующих расширенных мер регулирования промысла: изменения сроков начала и окончания промысла; изменения режима проходных дней или введения дополнительных запретов на промышленный лов в отдельные, наиболее важные для пропуска производителей периоды нерестового хода; введения ограничений на размеры орудий лова; и т. п.

Очевидно, что для выполнения указанных условий необходима существенная корректировка ныне существующей стратегии промышленной эксплуатации нерки р. Камчатки, с учетом возможности повторения негативной ситуации с динамикой нерестовых подходов в бассейн этой реки, наблюдавшейся в 2017–2019 гг. [Современная стратегия промысла нерки р. Камчатки в общих чертах описана в разделе «Промысел нерки р. Камчатки в 2019 г.» настоящей статьи.] При этом в качестве основного ориентира для оперативного регулирования путины должен быть использован суммарный пропуск лососей на нерест в бассейн р. Камчатки. Для этого необходимо продолжение ежегодных мониторинговых гидроакустических учетов в пр. Азабачьей, а также проведение контрольного лова в научно-исследовательских целях (контрольные сплавы) на РЛУ № 820, 832 и 1136 в течение всего периода нерестового хода лососей (включая дни, определенные как проходные, а также в периоды введения временного запрета на промышленный лов).

Несмотря на то, что, в силу методических ограничений, в настоящее время гидроакустический мониторинг возможен только для бассейна оз. Азабачьего (Фадеев и др., 2019), как показали результаты генетической идентификации нерки из уловов морских ставных неводов в Камчатском заливе, полученные в 2019 г., в течение нерестового хода отсутствуют дифференцированные периоды с абсолютным доминированием какого-то одного локального стада нерки. Более того, не происходит и существенных

преобразований в соотношении компонентов популяционной системы в подходах. То есть во время захода нерки в оз. Азабачье обеспечивается также и пропуск производителей на нерестилища, расположенные выше по течению р. Камчатки. С учетом этого, показатель пропуска в басс. оз. Азабачьего можно использовать как показатель общего (суммарного) пропуска нерки в басс. р. Камчатки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты полевых исследований, выполненных в нижнем течении и в устьевой области р. Камчатки и в прибрежных водах Камчатского залива в летний период 2018–2019 гг., а также анализ доступных многолетних данных позволили установить следующее.

Причиной специфических особенностей нерестового хода нерки р. Камчатки в 2019 г. (а также, по-видимому, и в предыдущие годы) не могли являться естественные факторы внешней среды, такие как морфологические изменения в устьевой области, неблагоприятные гидрометеорологические условия и гидробиологический фон в реке или в море, а также прочие внешние условия (сюда же следует отнести и такой внутрипопуляционный фактор, как состояние здоровья рыб).

Наиболее вероятной причиной задержки нерестового хода поздней формы нерки в р. Камчатку в июле 2018–2019 г. могло послужить снижение ее размерно-массовых показателей и связанная с этим физиологическая неготовность рыб к анадромной миграции. Это было вызвано неблагоприятными условиями морского нагула нерки в последние годы в связи с высокой численностью камчатской горбуши (возможно, в сочетании с какими-либо еще специфическими особенностями условий ее нагула в океане: климат, океанографические факторы и т. п.).

Другим не менее значимым внешним фактором, который повлиял на нарушение динамики нерестового хода нерки р. Камчатки в последние годы, являлся существующий режим промышленной эксплуатации ее нерестового запаса. А именно — общее увеличение промысловой нагрузки на нерестовую часть стада во время прибрежного промысла, что повлекло систематический недостаточный пропуск производителей на нерестилища в бассейн р. Камчатки (прежде всего, поздней формы нерки) и нарушение соотношения от-

дельных субпопуляционных группировок в общем составе стада.

Чтобы избежать повторения ситуации, которая сложилась с нерестовыми подходами и промыслом нерки р. Камчатки в 2018–2019 гг., в ближайшие годы потребуется пересмотреть общий подход к использованию ресурсов тихоокеанских лососей (в том числе нерки) в данном бассейне. Главная задача, которую необходимо будет решить: обеспечить расширенное воспроизводство популяций с достаточным заполнением структурных составляющих всех иерархических уровней, слагающих общий нерестовый фонд реки, даже с учетом достижения избыточного пропуска производителей в действующих популяционных комплексах.

Анализ полученных результатов позволил также наметить и задачи дальнейших исследований, необходимых, на наш взгляд, для улучшения понимания современной ситуации с состоянием запасов нерки бассейна р. Камчатки. Помимо обычных мониторинговых наблюдений, которые проводятся ежегодно сотрудниками КамчатНИРО в бассейне р. Камчатки (сбор промысловой и биологической статистики на предприятиях Усть-Камчатского района, мониторинг пропуска производителей в нижнем течении реки в режиме реального времени, авиаучетные работы на нерестилищах и т. д.), наиболее актуальными задачами дальнейших научно-исследовательских работ являются:

– продолжение специальных исследований с целью уточнения влияния промысла ставными неводами на особенности распределения и миграций тихоокеанских лососей в северной части Камчатского залива, а также на динамику их нерестового хода в р. Камчатку;

– продолжение и расширение специальных генетических исследований для более полного представления о популяционной структуре и оценки текущего вклада отдельных локальных стад, группировок и сезонных форм, из которых формируется общий нерестовый фонд и ежегодный подход производителей нерки в бассейн р. Камчатки;

– проведение специальных полевых наблюдений для выяснения возможного влияния хищников (прежде всего ларги) в нижнем течении и устьевой области р. Камчатки, а также в прибрежных водах Камчатского залива (в том числе в зоне действия ставных неводов), на общую численность стада нерки р. Камчатки;

– сбор полевых данных и специальные лабораторные гистологические исследования для оценки физиологического состояния рыб в подходах и готовности производителей нерки к анадромной миграции в р. Камчатку, а также определения влияния нарушений развития половых продуктов на репродуктивную способность стада;

– изучение возможного влияния изменений химического состава речной воды в результате вулканической деятельности на биологию лососей бассейна р. Камчатки (в том числе изменения условий среды обитания и продуктивности нагульных водоемов под действием пеплопадов, а также возможное нарушение активности половозрелых рыб во время анадромной миграции).

В качестве финального замечания необходимо еще раз напомнить, что ежегодный прогноз численности возвратов производителей нерки в бассейн р. Камчатки базируется на связи «родители–потомки», которая используется в модели типа «запас–пополнение» (Фельдман и др., 2016; Путинный..., 2019). Другими словами, от величины ежегодного пропуска производителей нерки в речной бассейн напрямую зависит численность ее возвратов в последующие несколько лет, которая, в свою очередь, является основой для определения объема рекомендованного вылова в эти годы. Известно, что в условиях крайне нестабильного воспроизводства популяции значительно увеличивается и вероятность ошибок при прогнозировании изменений ее общей численности и состояния промыслового запаса. [В случае с неркой р. Камчатки, по-видимому, так произошло в 2018 г., когда фактически ее вылов оказался почти в 1,5 раза ниже рекомендованного: 10,108 и 16,008 тыс. т соответственно (освоение 63,1%).] Очевидно, что если в ближайшие годы не будет организован рациональный промысел, который обеспечивал бы стабильное заполнение нерестилищ производителями нерки в бассейне р. Камчатки в пределах целевых ориентиров пропуска, вероятность подобных ошибок со временем может только возрастать.

БЛАГОДАРНОСТИ

Выражаем искреннюю благодарность Алексею Валерьевичу Мазуру, генеральному директору ООО «Соболь» (п. Усть-Камчатск), а также всему коллективу этого предприятия, — за техническое обеспечение исследований и всестороннюю по-

мощь при проведении наших полевых работ. Отдельная благодарность экипажу судна КЖ «Опричник» (судовладелец ООО «Соболь»), на котором выполнена основная часть наблюдений в Камчатском заливе.

Также выражаем благодарность: руководству Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («КамчатНИРО») — за организационную поддержку и обеспечение исследований; всем сотрудникам лаборатории лососевых рыб (прежде всего, Н.Б. Артюхиной), лаборатории здоровья гидробионтов и лаборатории молекулярной генетики КамчатНИРО, участвовавшим в сборе, обработке, подготовке материалов; зав. отделом ТИНРО-Центра, к. б. н. Е.А. Шевлякову — за ценные советы и консультационную помощь при написании этой работы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алекин О.А., Семенов А.Д., Скопинцев Б.А. 1973. Руководство по практическому анализу вод суши. Л.: Гидрометеоиздат. 269 с.
- Андреевская Л.Д. 1998. Условия формирования продукции поколений горбуши *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) (Salmonidae) в юго-западной части Берингова моря // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 4. С. 94–97.
- Атлас — краткая характеристика гидрологического режима вод, омывающих Камчатку. 1970. Петропавловск-Камчатский: Петропавловская гидрометеорологическая обсерватория. 60 с.
- Базаркина Л.А. 2007. Изменения в экосистеме озера Азабачье, вызванные извержениями вулканов Ключевской группы в 2001–2006 гг. / Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды. Матер. III Междунар. науч. конф. (17–22 сентября 2007 г.). Минск: БГУ. С. 83–84.
- Базаркина Л.А. 2016. Влияние вулканических пеплопадов на состояние экосистемы озера Азабачье в 2006–2015 гг. / Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Матер. V Междунар. науч. конф. (12–17 сентября 2016 г.). Минск–Нарочь. Минск: БГУ. С. 44–46.
- Базаркина Л.А., Бугаев В.Ф., Базаркин Г.В., Свириденко В.Д. 2012. Динамика гидробиологических процессов, определяющих кормовые условия молоди нерки в пелагиали оз. Азабачье в 2006–2010 гг. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 24. С. 5–29.
- Бирман И.Б. 1985. Морской период жизни и вопросы динамики стад тихоокеанских лососей. М.: Агропромиздат. 208 с.
- Брызгало В.А., Никаноров А.М., Косменко Л.С., Решетняк О.С. 2015. Устьевые экосистемы крупных рек России: антропогенная нагрузка и экологическое состояние. Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет. 164 с.
- Бугаев А.В. 2014. Преднерестовые миграции тихоокеанских лососей в экономической зоне России. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 416 с.
- Бугаев А.В., Бугаев В.Ф., Погодаев Е.Г. 2015. Возрастная и размерно-массовая структура локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* некоторых нагульно-нерестовых озер Камчатского края // Изв. ТИНРО. Т. 180. С. 3–38.
- Бугаев В.Ф. 1995. Азиатская нерка (пресноводный период жизни, структура локальных стад, динамика численности). М.: КОЛОС. 464 с.
- Бугаев В.Ф. 2010. Нерка реки Камчатки (биология, численность, промысел). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 232 с.
- Бугаев В.Ф. 2011. Азиатская нерка – 2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад в конце XX – начале XXI вв.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 380 с.
- Бугаев А.В., Бугаев В.Ф., Погодаев Е.В. 2015. Возрастная и размерно-массовая структура локальных стад нерки *Oncorhynchus nerka* некоторых нагульно-нерестовых озер Камчатского края // Изв. ТИНРО. Т. 180. С. 3–38.
- Бугаев В.Ф., Базаркина Л.А. 2013. Влияние вулканизма на численность нерки *Oncorhynchus nerka* р. Камчатки и прилегающих морей: Доклады XII–XIII междунар. науч. конф., 2011–2012 гг. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 52–66.
- Бугаев В.Ф., Вронский Б.Б., Заварина Л.О., Зорбиди Ж.Х., Остроумов А.Г., Тиллер И.В. 2007. Рыбы реки Камчатки (под ред. д. б. н. В.Ф. Бугаева). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 459 с.
- Бурканов В.Н. 1988. Современное состояние ресурсов морских млекопитающих на Камчатке / Рац. использование биоресурсов Камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский. С. 138–175.
- Бурканов В.Н. 1990. Ларга (*Phoca larga*) прикамчатских вод и ее влияние на ресурсы. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 26 с.
- Вулканы Камчатки и Курильских островов. 2015. Спец. выпуск журнала «Вестник РФФИ». № 2. 105 с.

- Гидрологические наблюдения и работы на гидрометеорологической сети в устьевых областях рек. 1993. Методические указания. РД 52.10.324–92. М.: Гидрометеоиздат. 183 с.
- Гончаров С.М., Попов С.Б. 2011. Использование горизонтальной гидроакустической локации для количественной оценки рыб в условиях мелководья / Матер. I Всерос. конф. с междунар. участием «Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов». М.: АКВАРОС. С. 181–188.
- Горин С.Л. 2013. Современные морфологическое строение и гидрологический режим эстуария реки Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана (Эстуарий реки Камчатки. Итоги комплексного изучения экосистемы. Ч. I). Вып. 31. С. 6–26.
- Горин С.Л. 2014. Морфодинамика устья реки Камчатки в XVIII–XX вв. и ее влияние на гидрологический режим устьевых водоемов // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана (Эстуарий реки Камчатки. Итоги комплексного изучения экосистемы. Ч. II). Вып. 32. С. 79–88.
- Горин С.Л., Коваль М.В. 2019. Гидрологические процессы в эстуариях рек Ича и Крутогорова и в прилегающих водах Охотского моря в летний период // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 55. С. 146–173.
- Горин С.Л., Коваль М.В. 2019а. Различные механизмы удлинения блокирующих аккумулятивных форм (кос) в лагунах Камчатки / Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях: Матер. V Всерос. науч. конф. с междунар. участием, объед. с XXXIV Пленарн. совещ. межвуз. науч.-коорд. совета по проблеме эрозионных, русловых и устьевых процессов (Москва, МГУ им. М.В. Ломоносова, 3–6 сентября 2019 г.). М.: Ленард. С. 164–167.
- Горин С.Л., Попрядухин А.А., Коваль М.В. 2019. Гидрологические процессы в лагунно-русловом эстуарии в теплый период года (на примере устья реки Большая, Западная Камчатка) // Водн. ресурсы. Т. 46. № 1. С. 2–13.
- Дубынин В.А., Бугаев В.Ф. 1988. Изменчивость качественных показателей смолтов нерки в связи с фертилизацией / Проблемы фертилизации лососевых озер Камчатки. Владивосток. С. 83–104.
- Карпенко В.И., Андриевская Л.Д., Коваль М.В. 2013. Питание и особенности роста тихоокеанских лососей в морских водах. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 304 с.
- Коваленко М.Н. 2005. Совершенствование лова лососевых рыб ставными неводами у побережья Камчатки. Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М.: ВНИРО. 26 с.
- Коваль М.В. 2007. Кормовая база и особенности питания тихоокеанских лососей в прикамчатских водах Охотского и Берингова морей и в северной части Тихого океана. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский: КамчатГТУ. 24 с.
- Коваль М.В. 2009. Особенности нагула и преднерестовых миграций тихоокеанских лососей в прикамчатских водах летом 2009 г. / Бюллетеин № 4 реализации «Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей». Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 150–158.
- Коваль М.В., Тепнин О.Б., Горин С.Л. 2018. К вопросу о гидрологическом режиме северной части Камчатского залива и возможности влияния ставных неводов на пропуск производителей нерки в р. Камчатке в пути 2018 г. // Бюллетеин изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. № 13. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 222–228.
- Коновалов С.М. 1980. Популяционная биология тихоокеанских лососей. Л.: Наука. 238 с.
- Корнев С.И. 2019. Ларга (*Phoca larga*) и ее влияние на ресурсы тихоокеанских лососей в устье р. Озерной (охотоморское побережье Камчатки) в 2017–2018 гг. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 54. С. 58–73.
- Куренков И.И. 1975. Изменение биологической продуктивности озера под влиянием вулканического пеплопада / Круговорот вещества и энергии в озерных водоемах. Новосибирск: Наука. С. 127–130.
- Лабораторный практикум по болезням рыб. 1983. Под ред. В.А. Мусселиус. М.: Лег. и пищ. пром-сть. 294 с.
- Лепская Е.В. 1993. Влияние пепла вулкана Алайд на фитопланктон озера Курильского (Южная Камчатка) // Исслед. биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский. Вып. II. С. 21–24.
- Лепская Е.В., Могильникова Т.А., Шубкин С.В., Тепнин О.Б. 2017. Первые риски промысла во время «красных приливов» у Восточной Камчатки // Лососевый бюллетеин. № 12. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 106–112.
- Лепская Е.В., Свириденко В.Д., Горин С.Л., Маркевич Г.Н. 2010. Предварительные данные о биогенном режиме эстуария р. Камчатки (озера Нерпичье, Култучное, протока Озерная, заливы–лагуны — Та-

- хирские озера, на месте бывшего залива Тахирка) / Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XI Междунар. науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 154–157.
- Лобанова Н.И. 1989. Некоторые особенности режима устьевой области р. Камчатки // Тр. Дальневост. регион. науч.-исслед. ин-та (гидрологические исследования). Л.: Гидрометеоиздат. Вып. 142. С. 118–123.
- Лямин К.А. 1949. Результаты мечения тихоокеанских лососей в Камчатском заливе // Изв. ТИНРО. Т. 29. С. 173–176.
- Лямин К.А., Рудакова В.А. 1939. Наблюдение за подходами лососевых в зону ставных неводов р. Камчатки Усть-Камчатского района / Науч. отчет. Петропавловск-Камчатский. Архив КамчатНИРО. Инв. № 377. 39 с.
- Лямин К.А., Рудакова В.А. 1944. Отчет Усть-Камчатского наблюдательного пункта Камчатской станции ВНИРО за путину 1943 г. (по теме № 4 «Характеристика хода лососей в р. Камчатку и в предустьевых районах моря») / Науч. отчет. Петропавловск-Камчатский. Архив КамчатНИРО. Инв. № 449. 40 с.
- Миловская Л.В. 1991. К вопросу о выборе стратегии фертилизации Курильского озера // Исслед. биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа: Сб. науч. тр. КоТИНРО. Вып. 1. С. 18–31.
- Миловская Л.В., Селифонов М.М. 1993. К вопросу о влиянии фосфора на трофику Курильского озера (Камчатка) // Исслед. биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа: Сб. науч. тр. КоТИНРО. Вып. 2. С. 25–36.
- Михайлов В.Н. 1997. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС. 413 с.
- Миядзаки Т. 1938. Влияние метеорологических и океанографических условий на лососевых, приплывающих на восточный берег Камчатки // Бюро рыболовства министерства сельского и лесного хоз-ва Японии. Т. 7. № 4. 125 с. (пер. с яп.)
- МУК 3.2.988-00. 2015. Методы санитарно-паразитологической экспертизы рыбы, моллюсков, ракообразных, земноводных, пресмыкающихся и продуктов их переработки: Методические указания. М.: Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора. 49 с.
- Николаев А.С. 1974. Некоторые результаты изучения распределения и миграций лососей в Камчатском и Озерном заливах // Изв. ТИНРО. Т. 90. С. 173–197.
- Николаев А.С. 1977. Некоторые итоги изучения трасс движения взрослых лососей в Камчатском заливе // Вопр. ихтиологии. Т. 17. Вып. 1 (102). С. 148–158.
- Потуткин А.Г. 2004. Миграции атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в прибрежном районе Белого моря и бассейна р. Варзуга. Дис. ... канд. биол. наук. Мурманск: ПИНРО. 122 с.
- Правила рыболовства для Дальневосточного рыболово-промышленного бассейна. 2019. Министерство сельского хозяйства Российской Федерации (Приказ от 23 мая 2019 г. № 267). 130 с. (http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326552).
- Путинский прогноз (Тихоокеанские лососи – 2019). 2019. Владивосток: ТИНРО-Центр. 98 с.
- Ресурсы поверхностных вод СССР. 1973. Л.: Гидрометеоиздат. Т. 20, Камчатка. 368 с.
- Руководство по гидрологической практике. 2011. Т. 1. Гидрология: от измерений до гидрологической информации. ВМО–№ 168. 6-е изд. 514 с.
- Руководство по гидрологической практике. 2012. Т. 2. Управление водными ресурсами и практика применения гидрологических методов. ВМО–№ 168. 6-е изд. 324 с.
- Руководство по химическому анализу морских и пресных вод (под ред. В.В. Сапожникова). 2003. М.: ВНИРО. 202 с.
- Салменкова Е.А. 2016. Механизмы хоминга лососевых рыб // Успехи современной биологии. Т. 136. № 6. С. 593–607.
- СанПиН 2.3.2.1078. 2001. Продовольственное сырье и пищевые продукты. Гигиенические требования безопасности и пищевые ценности пищевых продуктов. М.: Министерство здравоохранения РФ. 432 с.
- Сато Р. 1937. Новые пути миграций, установленные при исследовании мечения рыб семейства лососевых в северной части Тихого океана в 1936 г. // Бюро рыболовства Министерства сельского и лесного хоз-ва Японии. Т. 6. № 4. 80 с. (пер. с яп.)
- Сато Р. 1939. О результатах мечения лососей в северных водах Тихого океана в 1937–1938 гг. // Бюро водных продуктов Министерства сельского и лесного хоз-ва Японии. Т. 8. № 4. 35 с. (пер. с яп.)
- Сборник инструкций по борьбе с болезнями рыб. 1998. М.: Отдел маркетинга АМБАГро. Ч. 1. 310 с.
- Фадеев Е.С., Шевляков Е.А., Фельдман М.Г. 2019. Комплексный мониторинг пропуска производите-

- лей тихоокеанских лососей р. Камчатка в режиме реального времени // Изв. ТИНРО. Т. 197. С. 3–20.
- Фельдман М.Г., Шевляков Е.А., Артюхина Н.Б. 2016. Оценка ориентиров пропуска производителей тихоокеанских лососей *Oncorhynchus* в бассейнах рек Восточной и Юго-Восточной Камчатки // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 41. С. 51–80.
- Храпченков Ф.Ф. 2000. Структура Камчатского течения и его особенности // Метеорология и гидрология. № 3. С. 70–77.
- Шевляков Е.А., Зикунова О.В., Фадеев Е.С., Фельдман М.Г. 2018. Промысел нерки р. Камчатки в 2018 г.: мониторинг запасов, ориентиры управления, оперативное регулирование и результаты // Бюллентень изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. № 13. Владивосток: ТИНРО-Центр. С. 52–67.
- Шевляков Е.А., Золотухин С.Ф., Бугаев А.В., Винников А.В., Шевляков В.А., Травнин С.А. 2006. Определитель основных источников травмирования тихоокеанских лососей. М.: ВНИРО. 79 с.
- Шевляков Е.А., Фадеев Е.С. 2015. Проблемы рационального рыболовства тихоокеанских лососей в бас. р. Камчатки и Камчатском заливе, меры управления // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 38. С. 5–28.
- Шульман Г.Е., Урденко С.Ю. 1989. Продуктивность рыб Черного моря. Киев: Наукова думка. 188 с.
- Ясухара И. 1932. Дрифтерный лов лососей в Камчатском заливе // «Суйсан», № 11 (пер. с яп.).
- AFS-FHS FHS blue book: suggested procedures for the detection and identification of certain finfish and shellfish pathogens. 2010. AFS-FHS (American Fisheries Society-Fish Health Section). Bethesda. Maryland. 352 p.
- Dittman A.H., Quinn T. P. 1996. Homing in Pacific salmon: mechanisms and ecological basis // J. Hxp. Biol. Vol. 199. P. 83–91.
- Fagerholm H.P. 1982. Parasites of fish in Finland. VI. Nematodes // Inst. of Parasit., Abo Akademi: Acta Academiae Aboensis. Vol. 40. № 6. 128 p.
- Fish pathology Section Laboratory Manual. 2009. Ed. by T.R. Meyers // Alaska Dep. Fish and Game. Spec. Publ. № 12. P. 1–19.
- Higginbottom I., Woon S., Schneider P. 2008. Hydro-acoustic data processing for standard stock assessment using Echoview. Vol. 1. (Technical manual) / Myriax Software Pty Ltd, Hobart, Tasmania. 161 p. (Available from <http://www.echoview.com>)
- Hosier A.D., Scholz A.T. 1983. Olfactory imprinting and homing in salmon: investigations into the mechanism of the imprinting process. N.Y.: Springer Verlag. 137 p.
- Koval M.V., Gorin S.L. 2019. The Role of environmental conditions in various types of estuaries for the productivity of Pacific salmon populations of Kamchatka // NPAFC Technical Rep. N 15 (The Second NPAFC-IYS Workshop on Salmon Ocean Ecology in a Changing Climate). Vancouver. Canada. P. 90–93.
- NOAA protocols for fisheries acoustics surveys and related sampling. 2003. Advanced Sampling Technologies Working Group (accessed 15 January 2009). 129 p. (Available from <http://reefshark.nmfs.noaa.gov/f/pds/publicsite/documents/procedures/04-105-05.pdf>)
- Ruggerone G.T., Connors B.M. 2015. Productivity and life history of sockeye salmon in relation to competition with pink and sockeye salmon in the North Pacific Ocean // Can. J. Fish. Aquat. Sci. Vol. 72. P. 1–16.
- Simmonds J., MacLennan D. 2005. Fisheries acoustics: theory and practice. Blackwell, Oxford, UK. 437 p.
- Thorstad E.B., Økland F., Aarestrup K., Heggberget T.G. 2008. Factors affecting the within-river spawning migration of Atlantic salmon, with emphasis on human impacts // Rev. Fish. Biol. Fisheries. Vol. 18. P. 345–371.
- Wisby W.J., Hasler A.D. 1954. Effect of olfactory occlusion on migrating silver salmon (*O. kisutch*) // J. Fish. Res. Board Can. Vol. 11. P. 472–478.
- ## REFERENCE
- Alekin O.A., Semenov A.D., Skopintsev B.A. *Rukovodstvo po prakticheskому analizu vod sushi* [Guide to Practical Analysis of Land Water]. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1973, 269 p.
- Andrievskaya L.D. Conditions for the formation of production of generations of pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) (Salmonidae) in the southwestern part of the Bering Sea. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 1998, vol. 4, pp. 94–97. (In Russian)
- Atlas — kratkaya kharakteristika gidrologicheskogo rezhima vod, omyvayushchikh Kamchatku* [Atlas is a brief description of the hydrological regime of the waters surrounding Kamchatka]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Petropavlovsk Hydrometeorological Observatory, 1970, 60 p.
- Bazarkina L.A. Changes in the ecosystem of Lake Azabachye caused by the volcanic eruptions of the Kly-

- uchevskoy group in 2001–2006. *Lake ecosystems: biological processes, anthropogenic transformation, water quality. Mater. III Int. scientific. conf. (September 17–22, 2007)*. Minsk: BSU, 2007, pp. 83–84. (In Russian)
- Bazarkina L.A. Effect of volcanic ash falls on the state of ecosystem Lake Azabachye in 2006–2015. *Lake ecosystems: biological processes, anthropogenic transformation, water quality. Mater. V Int. scientific. conf. (September 12–17, 2016)*. Minsk: BSU, 2016, pp. 44–46. (In Russian)
- Bazarkina L.A., Bugaev V.F., Bazarkin G.V., Sviridenko V.D. Dynamics of hydrobiological processes, determining conditions of juvenile sockeye salmon feeding in pelagic zone of Azabachye Lake in 2006–2010. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2012, vol. 24, pp. 5–29. (In Russian with English abstract)
- Birman I.B. *Morskoy period zhizni i voprosy dinamiki stad tikhookeanskikh lososey* [Ocean Period of Life and Issues of Dynamics of the Far Eastern Salmon]. Moscow: Agropromizdat, 1985, 208 p.
- Bryzgalo V.A., Nikanorov A.M., Kosmenko L.S., Reshetnyak O.S. *Ustievyye ekosistemy krupnykh rek Rossii: antropogennaya nagruzka i ekologicheskoye sostoyaniye* [Estuarine ecosystems of large rivers of Russia: anthropogenic load and environmental condition]. Rostov-on-Don: Publishing House of the Southern Federal University, 2015, 164 p.
- Bugaev A.V. Prednerestovyye migratsii tikhookeanskikh lososey v ekonomicheskoy zone Rossii / [Pre-spawning migrations of pacific salmon in the exclusive economic zone of Russia]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2014, 416 p.
- Bugaev A.V., Bugaev V.F., Pogodaev E.G. Age and length-weight structure of local stocks of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* in some feeding-spawning lakes of Kamchatka Region. *Izvestiya TINRO*, 2015, vol. 180, pp. 3–38. (In Russian)
- Bugaev V.F. *Aziatskaya nerka (presnovodnyi period zhizni, struktura lokal'nykh stad, dinamika chislennosti)* [Asian Sockeye Salmon (Freshwater Period, Structure of Local Stocks and Abundance Dynamics)]. Moscow: Kolos, 1995, 464 p.
- Bugaev V.F. *Nerka reki Kamchatki (biologiya, chislennost, promysel)* [Sockeye Salmon of the Kamchatka River. Life history. Abundance. Utilization]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2010, 232 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., Bazarkina L.A. Effect of volcanism on the abundance of sockeye salmon *Oncorhynchus nerka* p. Kamchatka. “*Sokhranenie i bioraznoobrazie Kamchatki i prilegayushchikh morey*” [Materials of XII–XIII scientific conference “Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters”]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2013, pp. 52–66. (In Russian)
- Bugaev V.F., Vronskiy B.B., Zavarina L.O., Zorbidi Z.K., Ostroumov A.G., Tiller I.V. *Ryby reki Kamchatki* [Fish of the Kamchatka River]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2007, 459 p.
- Burkanov V.N. Modern state of marine mammals resources on Kamchatka. Rational use of Kamchatka shelf biore-sources. Petropavlovsk-Kamchatsky, 1988, pp. 138–176. (In Russian)
- Burkanov V.N. *Larga (Phoca largha) prikamchatskikh vod i eye vliyaniye na resursy lososey. Avtoreferat disertacii kandidata biologicheskikh nauk* [Larga (Phoca largha Rall.) in Kamchatka Waters and Its Influence on Salmon Resource. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Moscow, 1990, 26 p.
- Volcanoes of Kamchatka and the Kuril Islands. *Special. issue of the RFBR Bulletin magazine*, 2015, no. 2, 105 p. (In Russian)
- Gidrologicheskiye nablyudeniya i raboty na gidrometeorologicheskoy seti v ust'ye vlyaniye na resursy lososey. Avtoreferat disertacii kandidata biologicheskikh nauk* [Larga (Phoca largha Rall.) in Kamchatka Waters and Its Influence on Salmon Resource. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Moscow, 1990, 26 p.
- Gidrologicheskiye nablyudeniya i raboty na gidrometeorologicheskoy seti v ust'ye vlyaniye na resursy lososey. Avtoreferat disertacii kandidata biologicheskikh nauk* [Larga (Phoca largha Rall.) in Kamchatka Waters and Its Influence on Salmon Resource. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Moscow, 1990, 26 p.
- Goncharov S.M., Popov S.B. Use of horizontal hydro-acoustic location for quantitative assessment of fish in shallow water conditions. *Mater. I All-Russia conf. with int. participation “Current state of biological resources of inland water bodies”*. Moscow: AQUAROS, 2011, pp. 181–188. (In Russian)
- Gorin S.L. Present-day morphological structure and hydrological conditions of the Kamchatka River Estuary. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2013, vol. 31, pp. 6–26. (In Russian with English abstract)
- Gorin S.L. Morphodynamics of Kamchatka River mouth area in the XVIII–XX centuries and effects on hydrological regime of tributary system within the area. *The researchers of the aquatic biological re-*

- sources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2014, vol. 32, pp. 79–88. (In Russian with English abstract)
- Gorin S.L., Koval M.V. Summer hydrological processes in the estuaries of the Rivers Icha and Krutogorova and Adjacent Waters of the Sea of Okhotsk. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2019, vol. 55, pp. 146–173. (In Russian with English abstract)
- Gorin S.L., Koval M.V. Various mechanisms of lengthening of blocking accumulative forms (braids) in the lagoons of Kamchatka. *The manifestation patterns of erosion and fluvial processes under various environmental conditions: The Proceedings of the V All-Russian Scientific Conference with International Participation and the XXXIV plenary meeting of the Interuniversity Research Coordination Problem Council on Soil Erosion and Fluvial Processes*. Moscow: Lomonosov Moscow State University, 3–6 September, 2019, pp. 164–167. (In Russian)
- Gorin S.L., Popryadukhin A.A., Koval M.V. Hydrological processes in a lagoon-channel estuary in the warm season: case study of the mouth of the Bolshaya R., Western Kamchatka. *Water Resources*, 2019, vol. 46, no. 1, pp. 2–13.
- Dubyin V.A., Bugaev V.F. Variability of qualitative indicators of sockeye salmon smolts in connection with fertilization. *Problemy fertilizatsii lososevykh ozer Kamchatki* [Problems of fertilization of salmon lakes in Kamchatka]. Vladivostok, 1988, pp. 83–104.
- Karpenko V.I., Andrievskaya L.D., Koval M.V. *Pitanie i osobennosti rosta tihookeanskikh lososej v morskikh vodah* [The feeding and the features of the growth of Pacific salmon in the sea waters]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2013, 304 p.
- Kovalenko M.N. *Sovershenstvovaniye lova lososovykh ryb stavnymi nevodami u poberezhia Kamchatki. Avtoreferat disertacii kandidata tekhnicheskikh nauk* [Improvement of salmon fishing with fixed nets off the coast of Kamchatka. Extended Abstract of Cand. Sci. (Tekhn) Dissertation]. Moscow: VNIRO, 2005, 26 p.
- Koval M.V. Kormovaya baza i osobennosti pitaniya tihookeanskikh lososey v prikamchatskikh vodakh Okhotskogo i Beringova morey i v severnoy chasti Tikhogo okeana. *Avtoreferat disertacii kandidata biologicheskikh nauk* [Food supply and feeding habits of Pacific salmon in the Kamchatka waters of the Okhotsk and Bering Seas and in the northern part of the Pacific Ocean. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dis-
- sertation]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatGTU, 2007, 24 p.
- Koval M.V. Features of feeding and pre-spawning migrations of Pacific salmon in the Kamchatka waters in the summer of 2009. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok: TINRO-Centr, 2009, vol. 4, pp. 150–158. (In Russian)
- Koval M.V., Tepnin O.B., Gorin S.L. On the issue of the hydrological regime of the northern part of the Kamchatka Bay and the possibility of the influence of fixed seines on the passage of sockeye salmon breeders into the river. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok: TINRO-Centr, 2018, vol. 13, pp. 222–228. (In Russian)
- Konovalov S.M. *Populyatsionnaya biologiya tihookeanskikh lososey* [Population Biology of Pacific Salmon]. Leningrad: Nauka, 1980, 238 p.
- Kornev S.I. Largha Seal (*Phoca Largha*) and its influence on pacific salmon resources in the mouth of Ozernaya River (The Okhotsk Sea Coast of Kamchatka) in 2017–2018. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2019, vol. 54, pp. 58–73. (In Russian with English abstract)
- Kurenkov I.I. Changes in the biological productivity of the lake under the influence of volcanic ashfall. *Krugovorot veshchestva i energii v ozernykh vodoyemakh* [The cycle of matter and energy in lake water bodies]. Novosibirsk: Nauka, 1975, pp. 127–130.
- Musselius M. (Ed.) *Laboratornyy praktikum po boleznyam ryb* [Laboratory workshop on fish diseases]. Moscow, 1983, 294 p.
- Lepskaya E.V. Influence of the ash of the Alaid volcano on phytoplankton of the Kuril Lake (South Kamchatka). *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 1993, vol. 2, pp. 21–24. (In Russian)
- Lepskaya E.V., Mogilnikova T.A., Shubkin S.V., Tepnin O.B. The first risks of fishing during the “red tides” off Eastern Kamchatka. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok: TINRO-Centr, 2017, vol. 12, pp. 106–112. (In Russian)
- Lepskaya E.V., Sviridenko V.D., Gorin S.L., Markevich G.N. Preliminary data on the biogenic regime of the estuary of the R. Kamchatka (Lakes Nerpichye, Kultuchnoye, Ozernaya channel, bay-lagoons – Takhir lakes, on the site of the former Takhirka Bay). “*Sokhranenie i bioraznoobrazie Kamchatki i prilegayushchikh morey*” [Materials of XI scientific conference “Conservation of biodiversity of Kamchatka

- and coastal waters”]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2010, pp. 154–157. (In Russian)
- Lobanova N.I. Some features of the regime of the mouth area of the river Kamchatka. *Tr. Dalnevost. region. scientific research. Institute (hydrological research)*, 1989, issue 142, pp. 118–123. (In Russian)
- Lyamin K.A. Results of tagging Pacific salmon in Kamchatka Bay. *Izvestiya TINRO*, 1949, vol. 29, pp. 173–176. (In Russian)
- Lyamin K.A., Rudakova V.A. *Nablyudeniye za podkhodami lososevykh v zonu stavnykh nevodov R. Kamchatski Ust-Kamchatskogo rayona* [Observation of the approaches of salmon to the zone of fixed seines of the river. Kamchatka, Ust-Kamchatka region]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Arhiv KamchatNIRO, 1939, № 377, 39 p.
- Lyamin K.A., Rudakova V.A. *Otchet Ust-Kamchatskogo nablyudatel'nogo punkta Kamchatskoy stantsii VNIRO za putinu 1943 g. (po teme № 4 “Kharakteristika khoda lososey v R. Kamchatku i v predust'yevykh rayonakh moray”)* [Report of the Ust-Kamchatsky observation post of the Kamchatka station VNIRO for the fishing season of 1943 (on topic No. 4 “Characteristics of the movement of salmon in the Kamchatka river and in the pre-estuarine areas of the sea”)]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Arhiv KamchatNIRO, 1944, № 449, 40 p.
- Milovskaya L.V. The Question of Choosing a Fertilization Strategy at Kurilskiy Lake. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 1991, vol. 1, pp. 18–31. (In Russian)
- Milovskaya L.V., Selifonov M.M. To the question of the influence of phosphorus on the trophism of the Kuril Lake (Kamchatka). *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 1993, vol. 2, pp. 25–36. (In Russian)
- Mikhailov V.N. *Ust'ya rek Rossii i sopredelnykh stran: proshloye, nastoyashcheye i budushcheye* [Mouths of rivers in Russia and neighboring countries: past, present and future]. Moscow: GEOS, 1997, 413 p.
- Miyazaki T. Influence of meteorological and oceanographic conditions on salmon arriving to the eastern coast of Kamchatka. *Fishery Bureau of the Ministry of Agriculture and Forestry of Japan*, 1938, vol. 7, no. 4, 125 p. (In Russian)
- MUK 3.2.988-00. Methods of sanitary and parasitological examination of fish, molluscs, crustaceans, amphibians, reptiles and products of their processing. *Methodological guidelines*. Moscow: Federal Center for Hygiene and Epidemiology of Rospotrebnadzor, 2015, 49 p.
- Nikolayev A.S. Some results of studying the distribution and migration of salmon in Kamchatka and Ozerny Bays. *Izvestiya TINRO*, 1974, vol. 90, pp. 173–197. (In Russian)
- Nikolayev A.S. Some results of studying the routes of adult salmon in the Kamchatka Bay. *Voprosy ihtiologii*, 1977, vol. 17, issue 1 (102), pp. 148–158. (In Russian)
- Potutkin A.G. *Migratsii atlanticheskogo lososya (Salmo salar L.) v pribrezhnom rayone Belogo morya i basseyna R. Varzuga. Avtoreferat dissertacii kandidata biologicheskikh nauk*. [Migration of Atlantic salmon (*Salmo salar L.*) in the coastal area of the White Sea and the Varzuga. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Murmansk: PINRO, 2004, 122 p.
- Fishing rules for the Far Eastern fishery basin. *Ministry of Agriculture of the Russian Federation* (Order No. 267 dated May 23, 2019), 2019, 130 p. (In Russian) (available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_326552)
- Pacific Salmon – 2019. *Fishery Forecast*. Vladivostok, 2019, 98 p. (In Russian)
- Surface water resources of the USSR. Leningrad: Hydrometeoizdat, 1973, vol. 20, Kamchatka, 368 p. (In Russian)
- Guide to Hydrological Practice. Vol. 1. Hydrology: from measurements to hydrological information. WMO, 2011, no. 168, 6th ed, 514 p. (In Russian)
- Guide to Hydrological Practice. Vol. 2. Water resources management and practice of application of hydrological methods. WMO, 2012, no. 168, 6th ed. 324 p. (In Russian)
- Manual for the chemical analysis of sea and fresh waters (Ed. V.V. Sapozhnikov). Moscow: VNIRO, 2003, 202 p.
- Salmenkova E.A. Mechanisms of salmon's homing. *Uspekhi sovremennoy biologii*, 2016, vol. 136, no. 593–607. (In Russian)
- SanPiN 2.3.2.1078. Food raw materials and food products. Hygienic safety requirements and nutritional values of food products. Moscow: Ministry of Health of the Russian Federation, 2001, 432 p. (In Russian)
- Sato R. New migration routes established during the study of fish tagging of the salmon family in the North Pacific Ocean in 1936. *Fisheries Bureau of the Ministry of Agriculture and Forestry of Japan*, 1937, vol. 6, no. 4, 80 p. (In Russian)
- Sato R. On the results of salmon tagging in the northern waters of the Pacific Ocean in 1937–1938. *Bureau*

- of Aquatic Products of the Ministry of Agriculture and Forestry of Japan*, 1937, vol. 8, no. 4, 35 p. (In Russian)
- Collection of instructions for combating fish diseases. 1998. Moscow: Marketing Department AMBagro. Ch. 1, 1998, 310 p. (In Russian)
- Fadeev E.S., Shevlyakov E.A., Feldman M.G. Complex monitoring of salmon spawners escapement to the Kamchatka River in real time regime. *Izvestiya TINRO*, 2019, vol. 197, pp. 3–20. (In Russian)
- Feldman M.G., Shevlyakov E.A., Artukhina N.B. An assessment of the Pacific Salmon *Oncorhynchus* adult escapement parameners for the River Basins on East and Southeast Kamchatka. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2016, vol. 41, pp. 51–80. (In Russian with English abstract)
- Khrapchenkov F.F. The structure of the Kamchatka current and its features. *Meteorology and Hydrology*, 2000, no. 3, pp. 70–77.
- Shevlyakov E.A., Zikunova O.V., Fadeev E.S., Feldman M.G. Fishing sockeye R. Kamchatka in 2018: monitoring of stocks, management benchmarks, operational regulation and results. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, Vladivostok: TINRO-Centr, 2018, vol. 13, pp. 52–67. (In Russian)
- Shevlyakov E.A., Zolotukhin S.F., Bugayev A.V., Vinogradov A.V., Shevlyakov V.A., Travin S.A. *Opredelitel osnovnykh istochnikov travmirovaniya tikhookeanskih lososey* [Identifier of the main sources of injury to Pacific salmon]. Moscow: VNIRO, 2006, 79 p.
- Shevlyakov E.A. Fadeev E.S. Problems of rational fishery of pacific salmon in the basin of the River Kamchatka and Kamchatsky Gulf, measures of management. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2015, vol. 38, pp. 5–28. (In Russian with English abstract)
- Shulman G.E., Urdenko S.Yu. *Produktivnost ryb Chernoego morya* [Productivity of Black Sea Fish]. Kiev: Naukova Dumka, 1989, 188 p.
- Yasukhara I. Drift-net salmon fishing in Kamchatka Bay. *Suisan*, 1932, no. 11.
- AFS-FHS FHS blue book: suggested procedures for the detection and identification of certain finfish and shellfish pathogens. 2010. AFS-FHS (American Fisheries Society-Fish Health Section). Bethesda. Maryland. 352 p.
- Dittman A.H., Quinn T.P. Homing in Pacific salmon: mechanisms and ecological basis. *J. Exp. Biol.*, 1996, vol. 199, pp. 83–91.
- Fagerholm H.P. Parasites of fish in Finland. VI. Nematodes. Inst. of Parasit., Abo Akademi: Acta Academiae Aboensis, 1982, vol. 40, no. 6, 128 p.
- Fish pathology Section Laboratory Manual. Ed. by T.R. Meyers. *Alaska Dep. Fish and Game. Spec. Publ.*, 2009, no. 12, pp. 1–19.
- Higginbottom I., Woon S., Schneider P. *Hydroacoustic data processing for standard stock assessment using Echoview*, 2008, vol. 1 (Technical manual) / Myriax Software Pty Ltd, Hobart, Tasmania. 161 p. (Available from <http://www.echoview.com>)
- Hosier A.D., Scholz A.T. Olfactory imprinting and homing in salmon: investigations into the mechanism of the imprinting process. N.Y.: Springer Verlag, 1983, 137 p.
- Koval M.V., Gorin S.L. The Role of environmental conditions in various types of estuaries for the productivity of Pacific salmon populations of Kamchatka. *NPAFC Technical Rep. N 15 (The Second NPAFC–IYS Workshop on Salmon Ocean Ecology in a Changing Climate)*, 2019, Vancouver. Canada, pp. 90–93.
- NOAA protocols for fisheries acoustics surveys and related sampling. 2003. Advanced Sampling Technologies Working Group (accessed 15 January 2009). 129 p. (Available from <http://reefshark.nmfs.noaa.gov/f/pds/publicsite/documents/procedures/04-105-05.pdf>)
- Ruggerone G.T., Connors B.M. Productivity and life history of sockeye salmon in relation to competition with pink and sockeye salmon in the North Pacific Ocean. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.*, 2015, vol. 72, pp. 1–16.
- Simmonds J., MacLennan D. Fisheries acoustics: theory and practice. Blackwell, Oxford, UK, 2005, 437 p.
- Thorstad E.B., Økland F., Aarestrup K., Heggberget T.G. Factors affecting the within-river spawning migration of Atlantic salmon, with emphasis on human impacts. *Rev. Fish. Biol. Fisheries*, 2008, vol. 18, pp. 345–371.
- Wisby W.J., Hasler A.D. Effect of olfactory occlusion on migrating silver salmon (*O. kisutch*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 1954, vol. 11, pp. 472–478.

Статья поступила в редакцию: 25.02.2020

Статья принята после рецензии: 18.03.2020

УДК 597.553.2:639.321

DOI: 10.15853/2072-8212.2020.57.67-98

МНОГОЛЕТНИЕ ТЕНДЕНЦИИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И РЕГИОНАЛЬНОГО СОСТАВА УЛОВОВ ЗАВОДСКОЙ МОЛОДИ ГОРБУШИ И КЕТЫ В ПЕРИОД ОСЕННИХ МИГРАЦИЙ В БАССЕЙНЕ ОХОТСКОГО МОРЯ

А.В. Бугаев, А.И. Чистякова, С. Урава*



Зам. директора, д. б. н.; ст. н. с., к. б. н.; Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («КамчатНИРО»)

683000 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18. Тел.: 8 (4152) 41-27-01

E-mail: bugaev.a.v@kamniro.ru, chistyakova.a.i@kamniro.ru

*Ст. н. с., Хоккайдский национальный научно-исследовательский институт рыбного хозяйства

2-2 Nakanoshima, Toyohira-ku, Sapporo 062-0922, Japan

Tel.: 81-11-822-2131. E-mail: urawa@affrc.go.jp

ГОРБУША, КЕТА, ПОСТКАТАДРОМНЫЕ МИГРАЦИИ, ОТОЛИТЫ, МАРКИРОВАНИЕ, РЫБОВОДНЫЕ ЛОСОСЕВЫЕ ЗАВОДЫ

На основе данных отолитного маркирования оценены многолетние тенденции распределения и регионального состава уловов заводской молоди горбуши и кеты в период осенних посткатадромных миграций в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг. Показана количественная и внутривидовая структура скоплений заводских рыб обоих видов в связи с межгодовой изменчивостью формирования урожайных и неурожайных поколений горбуши.

Проведенный анализ позволил определить, что плотность скоплений заводской молоди кеты России и Японии, образуемых в восточной части Охотского моря, значительно выше в четные годы наблюдений. При этом проникновение активной части мигрантов Сахалино-Курильского и Хоккайдского комплексов стад в северо-восточном направлении Охотоморского бассейна более выражено. Основной причиной этого мы считаем относительно низкую численность неурожайных поколений (нечетные годы воспроизводства) горбуши Западной Камчатки в период осенней откочевки в четные годы.

В целом, полученные результаты указывают на то, что циклическая миграция молоди горбуши и кеты в бассейне Охотского моря во время посткатадромных миграций имеет системный и массовый характер. В процесс вовлечены рыбы как заводского, так и естественного происхождения. Подобная схема распределения молоди характерна для четных и нечетных лет.

LONG-TERM TRENDS IN DISTRIBUTION AND REGIONAL COMPOSITION OF THE CATCHES OF HATCHERY PINK AND CHUM SALMON DURING AUTUMN MIGRATIONS IN THE BASIN OF THE SEA OF OKHOTSK

Alexander V. Bugaev, Alexandra I. Chistyakova, Shigehiko Urava*

Dep. Director, Dr. of Science (Biology); Senior Scientist, Ph. D. (Biology); Kamchatka Branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (“KamchatNIRO”)

683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18. Tel.: +7 (4152) 41-27-01

E-mail: bugaev.a.v@kamniro.ru, chistyakova.a.i@kamniro.ru

* Senior Scientist, Hokkaido National Fisheries Research Institute (HNF)

2-2 Nakanoshima, Toyohira-ku, Sapporo 062-0922, Japan

Tel.: 81-11-822-2131. E-mail: urawa@affrc.go.jp

PINK SALMON, CHUM SALMON, POST-CATADROMOUS MIGRATIONS, OTOLITHS, MARKING, SALMON HATCHERIES

Long-term trends in distribution and regional composition of the catches of hatchery pink and chum salmon during autumn post-cadromous migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017 were evaluated based on the otolith marking data. Qualitative and intraspecific structure of the hatchery fish aggregations was analyzed in connection to the interannual variety in forming abundant and not abundant generations of pink salmon.

The analyze is carried out allowed to find out that the aggregation density of Russian and Japan hatchery juvenile chum salmon in the eastern part of the Sea of Okhotsk is higher in the even years of observation. Along that the distribution of the active migrants of the Sakhalin-Kurile and Hokkaido stock complexes in the north-east direction withing the Okhotsk Sea basin is better expressed. We think, that the main reason is low abundance of pink salmon generations (odd years of spawning) on West Kamchatka during autumn migration in the even years.

In general the results obtained indicate that the cyclic migration of juvenile pink and chum salmon in the basin of the Sea of Okhotsk during post-cadromous migrations is of a systemic and mass character. Hatchery and wild fish have been engaged. The scheme of the juvenile distribution is similar in even and odd years.

Ранний морской период жизни тихоокеанских лососей является важнейшим этапом для формирования их численности. Значение Охотского моря

для воспроизводства и раннего морского нагула лососей трудно переоценить, поскольку здесь ежегодно добывается порядка 70–80% от общего вы-

лова этого вида биоресурсов в России. Не менее важен этот регион и для нагула молоди лососей Японии, поскольку значительная ее часть также совершает здесь продолжительные посткатаадромные миграции.

В настоящее время в бассейне Охотского моря существенную долю запасов тихоокеанских лососей составляют рыбы, воспроизводящиеся на лососевых рыбоводных заводах (ЛРЗ) Дальнего Востока России (Сахалин, Курильские о-ва, Западная Камчатка и североохотоморское материковое побережье) и Японии (о-ва Хоккайдо и Хонсю). По данным Комиссии по анадромным рыбам северной части Тихого океана (NPAFC — North Pacific Anadromous Fish Commission), в 2001–2018 гг. приблизительный ежегодный выпуск молоди с ЛРЗ составил: Россия — 0,8–1,0 млрд экз.; Япония — 1,8–2,0 млрд экз. (www.npafc.org). Почти 100% объема искусственного воспроизводства представлено двумя видами, кетой и горбушей. При этом соотношение выпусков этих видов на российских ЛРЗ, соответственно, составляет порядка 60:40%, на японских ЛРЗ — 95:5%.

В связи с вышесказанным, необходимость изучения нагула заводской молоди тихоокеанских лососей в течение морского/океанического периода жизни приобретает особую актуальность. Особенно это важно для раннего морского периода жизни лососей, когда закладываются продукционные показатели их потенциальных возвратов. На современном этапе наиболее значимым представляется изучение количественного распределения и внутривидовой структуры скоплений, а также сроков и путей миграции заводских лососей во время осенней откочевки молоди из прибрежных зон центров воспроизводства в открытые воды Охотского моря.

Основным способом получения данной информации является применение результатов отолитного мечения — маркирования. С этой целью на значительной части ЛРЗ Северотихоокеанского бассейна с 1990-х гг. выполняется маркирование тихоокеанских лососей. Работы ведутся на международном уровне в рамках деятельности NPAFC. На базе Комиссии был сформирован банк данных кодирования меток всех ЛРЗ Северной Пацифики (www.npafc.org), что позволяет практически со 100%-й вероятностью идентифицировать маркированных рыб заводского происхождения в морских уловах. Информацию об уловах и первичный

отолитный материал ежегодно собирают во время проведения траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в период осенних посткатаадромных миграций лососей.

Первые сводные данные о применении результатов отолитного маркирования для определения происхождения и путей миграций заводской молоди горбушки и кеты в Охотском море в осенний период представлены в работах А.И. Чистяковой и А.В. Бугаева (2013, 2016). Позднее на основе этих данных были проведены исследования по оценке эффективности работы российских и японских ЛРЗ (Шевляков, Чистякова, 2017), которые показали необходимость расширения уровня маркирования тихоокеанских лососей при осуществлении искусственного воспроизводства в обеих странах.

В настоящее время накоплен достаточно большой новый материал, позволяющий расширить наши знания о миграционной активности лососей российских и японских ЛРЗ во время откочевки от мест воспроизводства в открытые воды Охотоморского бассейна. На основе этих данных были оценены закономерности миграций молоди горбушки и кеты в четные и нечетные годы, то есть с учетом «горбушевой» флюктуации численности урожайных и неурожайных поколений.

Целью настоящей работы является необходимость ревизии накопленных данных о внутривидовой структуре скоплений и миграциях заводской молоди горбушки и кеты в период осеннего нагула в водах Охотского моря в зависимости от межгодовой изменчивости численности региональных комплексов стад азиатской горбушки.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В качестве материалов, положенных в основу настоящей работы, использованы отолиты молоди горбушки и кеты, собранные в период выполнения комплексных траловых съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в Охотском море осенью 2011–2017 гг. (табл. 1). Общее количество выборок составило 6924 экз. горбушки и 9870 экз. кеты. На каждой траловой станции, где позволяли количественные объемы уловов молоди, для поиска отолитных меток брали выборки, составляющие приблизительно 50 экз. рыб. Стандартная схема траловых станций, проводимых в осенний период в бассейне Охотского моря, представлена на рисунке 1.

Таблица 1. Периодика сбора и объем проб отолитов молоди горбуши и кеты из траловых уловов НИС в Охотском море в осенний период 2011–2017 гг.

Table 1. Sampling period and size of juvenile chum and pink salmon otolith sample from the autumn trawl catches of research vessels in the Sea of Okhotsk in 2011–2017

Год Year	Период съемки Survey period	НИС R/V	Вид Species	Количество рыб (пар отолитов) Number of fish (pairs of otoliths)
2011	21.09–02.11.2011	«Профессор Кагановский» “Professor Kaganovsky”	Горбуши / Pink salmon Кета / Chum salmon	730 857
2012	05.10–05.11.2012	«ТИНРО» “TINRO”	Горбуши / Pink salmon Кета / Chum salmon	894 2370
2013	12.10–09.11.2013	«ТИНРО» “TINRO”	Горбуши / Pink salmon Кета / Chum salmon	800 800
2014	04.10–31.10.2014	«Профессор Кагановский» “Professor Kaganovsky”	Горбуши / Pink salmon Кета / Chum salmon	1000 1960
2015	27.09–21.10.2015	«Профессор Кагановский», «ТИНРО» “Professor Kaganovsky”, “TINRO”	Горбуши / Pink salmon Кета / Chum salmon	750 1073
2016	08.10–18.11.2016	«Профессор Кагановский» “Professor Kaganovsky”	Горбуши / Pink salmon Кета / Chum salmon	600 1160
2017	11.10–15.11.2017	«Профессор Кагановский» “Professor Kaganovsky”	Горбуши / Pink salmon Кета / Chum salmon	2150 1650

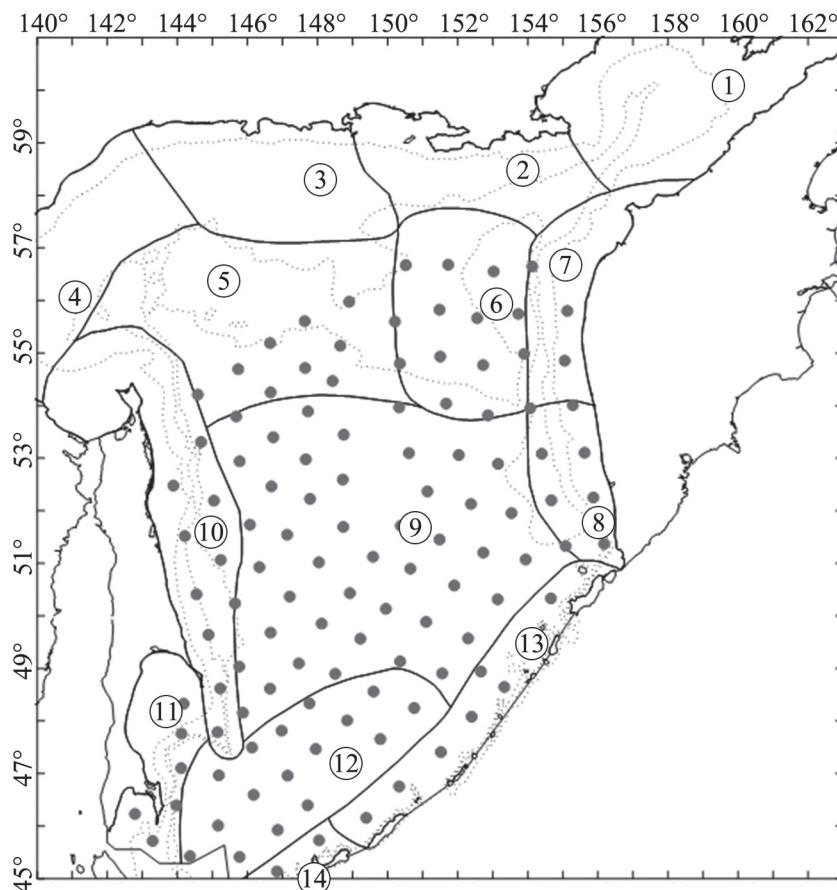


Рис. 1. Стандартная схема траловых станций осенних пелагических комплексных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря. Цифрами и линиями выделены биоценологические районы исследований (Волвенко, 2003)

Fig. 1. The standard scheme of the TINRO-Center's autumn complex pelagic trawl survey stations in the basin of the Sea of Okhotsk. Legend: numbers and lines highlighted biocenological research areas (Volvenko, 2003)

Камеральную обработку отолитов производили в лабораторных условиях, где отолиты сначала клеили на предметные стекла при помощи термопластического цемента (Buechler, США), а затем шлифовали с помощью мелкозернистых дисков до появления центральной части. На визуально-аналитическом комплексе LEICA DM 1000 сканировали имиджи отолитов с разрешением 900 точек/мм. При обнаружении маркированных

особей фотографии меток идентифицировали по базе данных эталонных меток NPAFC (<http://npafc.taglab.org/arkSummary.asp>).

Расчет относительной численности маркированных заводских рыб в бассейне Охотского моря осуществляли на основе количественных показателей фактических уловов отдельных траений (по данным ФГБНУ «ТИНРО-Центр») с применением долевых оценок их встречаемости для каж-

дой конкретной станции тралений, в которой были найдены особи с отолитными метками. Таким образом были получены суммарные средневзвешенные оценки численности маркированных рыб в уловах с учетом реального количественного распределения молоди тихоокеанских лососей в акватории полигона исследований.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ общего количественного распределения уловов молоди горбуши и кеты в период осенних миграций

Исследования по учету молоди тихоокеанских лососей в период осенней откочевки в открытые воды Охотского моря ведутся ежегодно в рамках мониторинговых работ. Получаемые данные в первую очередь служат целям прогнозирования численности возвратов производителей охотоморских стад горбуши и кеты в центры регионального воспроизводства. Результаты траловых учетных работ, проводимых здесь в 2011–2017 гг., представлены на рисунках 2–9. В данном случае для анализа структуры уловов мы применили дифференцированный подход, разделив периоды наблюдений на нечетные (2011, 2013, 2015, 2017) и четные (2012, 2014, 2016) годы. Выполнено это в связи с необходимостью оценки потенциального влияния чередования урожайных и неурожайных линий поколений горбуши в целом на межгодовую изменчивость структуры уловов, а также на характер распределения в уловах маркированных рыб заводского происхождения.

Анализ распределения уловов молоди горбуши и кеты в бассейне Охотского моря показал, что плотность скоплений сеголетков горбуши наиболее высока в нечетные годы проведения учетных съемок. При этом максимальные уловы от 500 экз. на 1 траление и выше образуются в восточной или юго-восточной частях полигона исследований. В некоторые годы (2013 и 2017) уловы горбуши здесь варьируют на уровне 1000–2000 экз. на 1 траление и выше. Понятно, что подобное распределение количественной структуры уловов в основном определяется вариабельностью смены урожайных и неурожайных поколений горбуши двух основных региональных центров воспроизводства — Западной Камчатки и Сахалина. Таким образом, высокая численность молоди горбуши, фиксируемая на съемках в нечетные годы, обеспечивает высокие подходы производителей в четные. Дан-

ная закономерность давно отмечена специалистами, занимающимися изучением посткатадромных миграций тихоокеанских лососей в бассейне Охотского моря (Ерохин, 2002; Шунтов, Темных, 2008).

Рассматриваемый период 2011–2017 гг. выделяется тем, что именно в это время произошла перестройка динамики уловов горбуши на Сахалине и Западной Камчатке (рис. 10). Из представленной гистограммы, отражающей динамику промысловых уловов горбуши основных охотоморских центров воспроизводства России и Японии, видно, что уловы сахалинской горбуши после 2015 г. резко упали. В результате нарушилась динамика чередования линий урожайных и неурожайных поколений. На данном этапе нельзя однозначно говорить о смене доминант возвратов сахалинской горбуши в нечетные и четные годы, поскольку имеющийся ряд наблюдений недостаточно продолжителен. Отметим лишь, что у западнокамчатской горбуши аналогичный сбой произошел в 2014 г. Однако развитие промысловой ситуации в 2016 и 2018 гг. показало, что смены доминанты поколений у этой группировки стад не произошло.

У молоди кеты наиболее плотные скопления уловов также наблюдаются в восточной и юго-восточной частях Охотоморского бассейна. При этом в нечетные годы наблюдений более высокая концентрация скоплений кеты приходится на юго-восточную часть полигона исследований, а в четные — на восточную и северо-восточную. Наиболее вероятно, что влияние на распределение молоди кеты оказывает формирование скоплений сеголетков горбуши Западной Камчатки, Сахалина и Курильских о-вов, продуцируемых высоко- и низкоурожайными поколениями производителей этих региональных центров воспроизводства.

Тем не менее понятно, что существенную роль в распределении уловов молоди кеты, как и в случае с горбушей, прежде всего играет внутривидовая динамика региональных запасов этого вида в Охотоморском бассейне Дальнего Востока России и Японии (рис. 11). Следует учитывать, что (в отличие от горбуши) кета является видом с продолжительным морским периодом жизни. Поэтому за рассматриваемый в работе короткий период наблюдений (съемки — 7 лет, промысел — 8 лет) нельзя достоверно оценить влияние флюктуаций численности ее поколений на структуру посткатадромных скоплений.

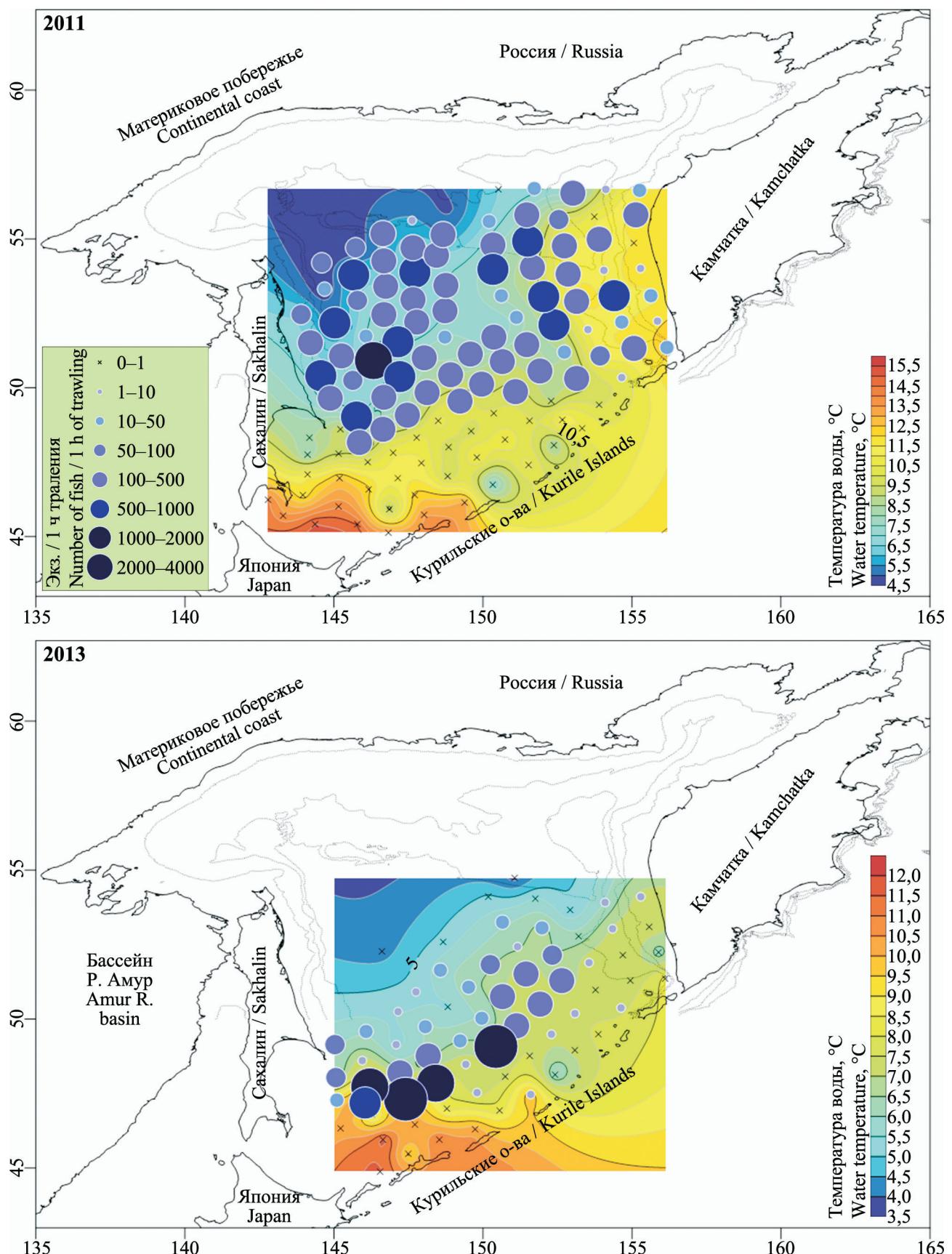


Рис. 2. Распределение уловов молоди горбуши поколений четных лет воспроизводства (экз./1 ч тралиния) и температуры поверхности воды (°C) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2011 и 2013 гг. (съемки нечетных лет)

Fig. 2. The distribution of the catches of juvenile pink salmon from spawning in the even years (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011 and 2013 (surveys in the odd years)

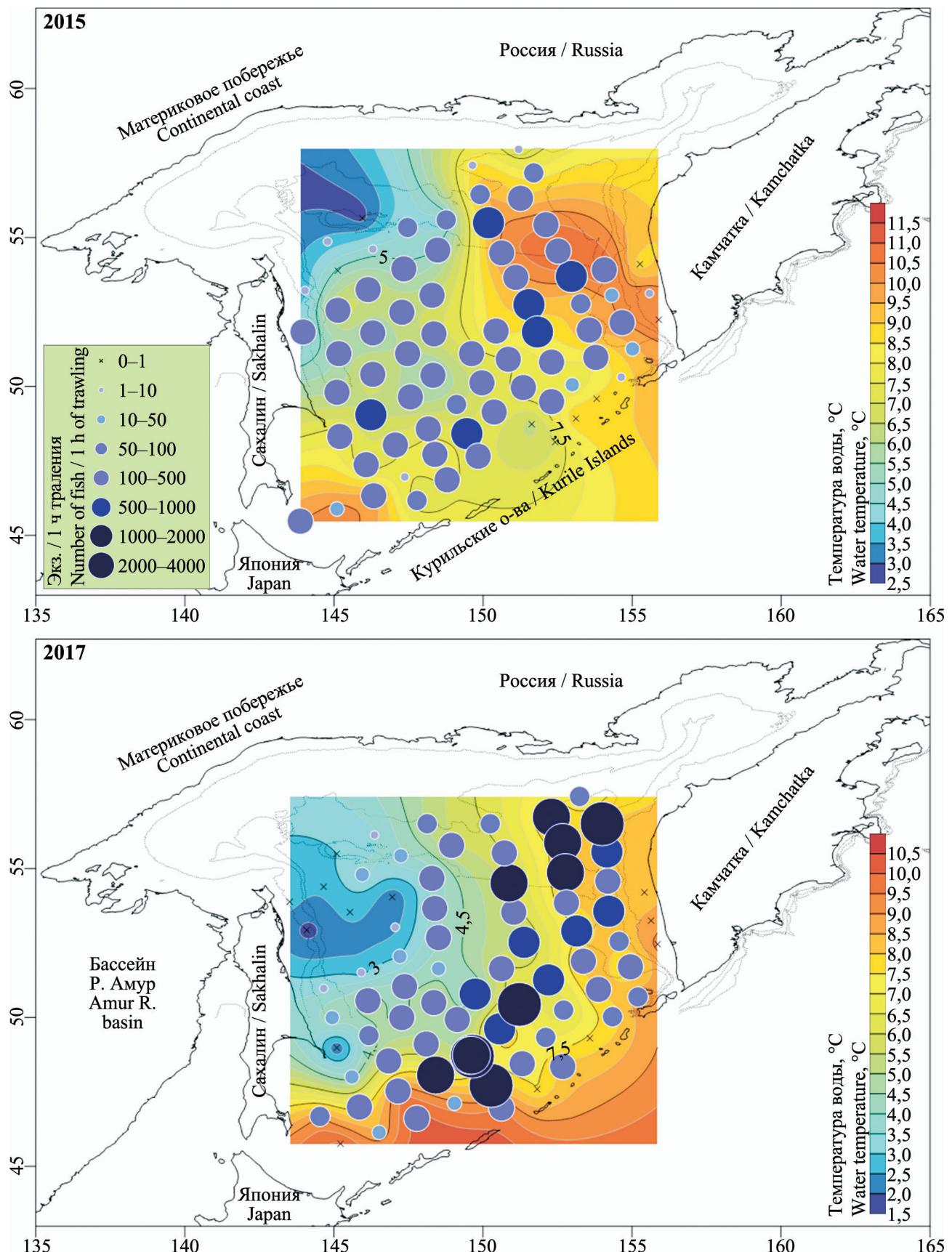


Рис. 3. Распределение уловов молоди горбуши поколений четных лет воспроизводства (экз./1 ч тралиния) и температуры поверхности воды (°C) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2015 и 2017 гг. (съемки нечетных лет)

Fig. 3. The distribution of the catches of juvenile pink salmon from spawning in the even years (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2015 and 2017 (surveys in the odd years)

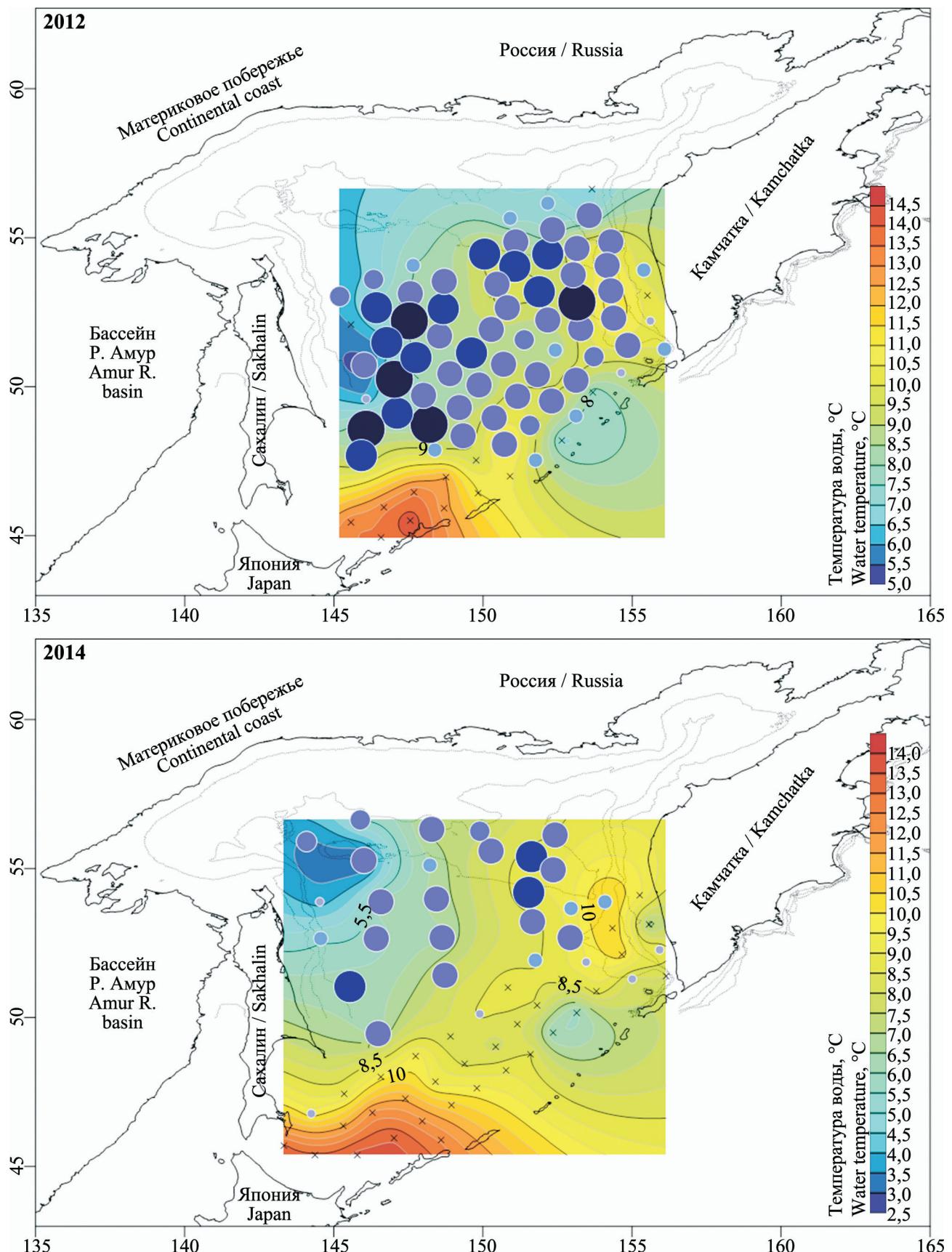


Рис. 4. Распределение уловов молоди горбуши поколений нечетных лет воспроизводства (экз. / 1 ч траления) и температуры поверхности воды (°C) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2012 и 2014 гг. (съемки четных лет)

Fig. 4. The distribution of the catches of juvenile pink salmon from spawning in the odd years (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2012 and 2014 (surveys in the even years)

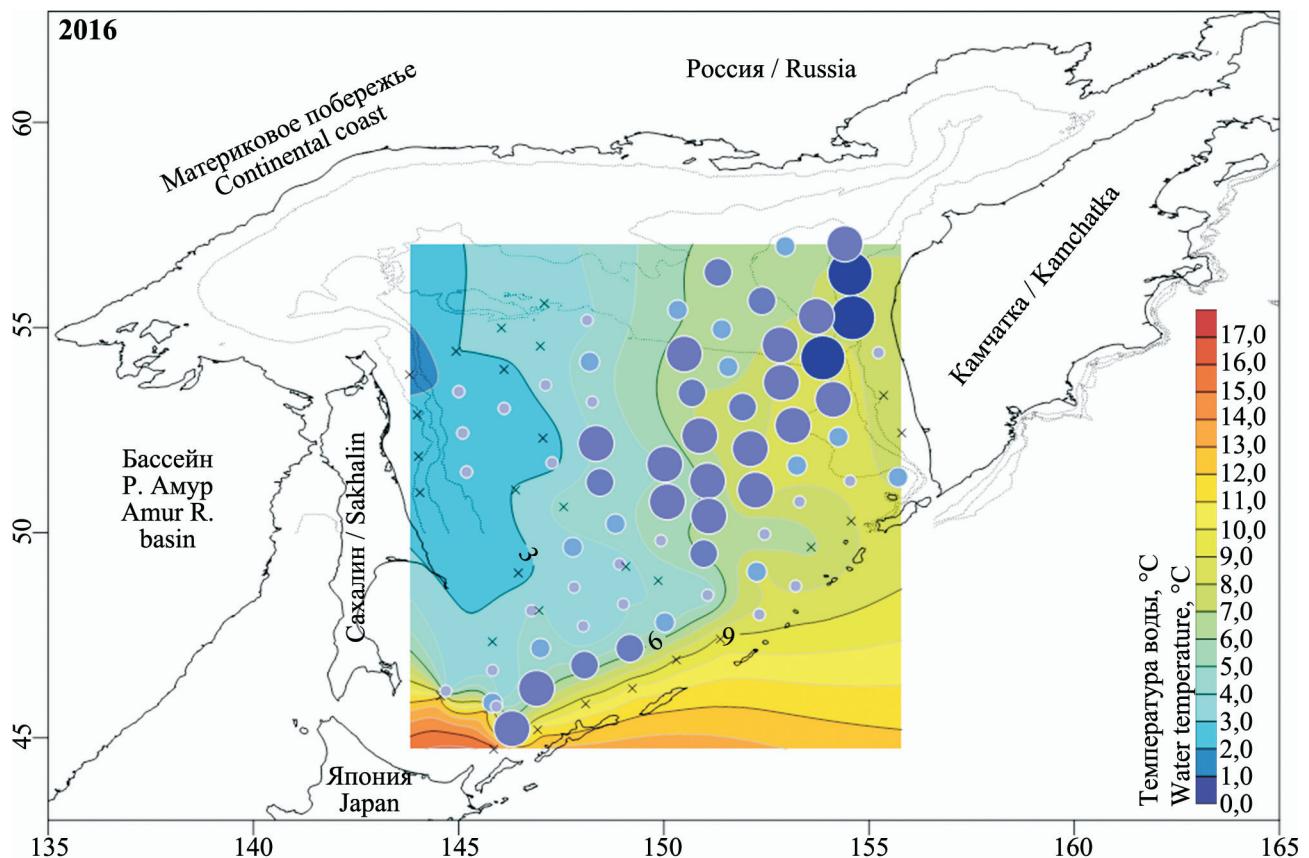


Рис. 5. Распределение уловов молоди горбуши поколений нечетных лет воспроизводства (экз. / 1 ч траления) и температуры поверхности воды (°C) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период в 2016 г. (съемки четных лет)
 Fig. 5. The distribution of the catches of juvenile pink salmon from spawning in the odd years (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2016 (surveys in the even years)

Однако из представленных на гистограмме данных видно, что основу вылова российской кеты в Охотоморском бассейне составляют стада Западной Камчатки, Сахалина, Курильских о-вов и бассейна р. Амур. Следовательно, эффективность воспроизводства кеты этих региональных комплексов стад в значительной степени будет определять распределение уловов молоди в период посткатадромных миграций в Охотском море.

Учитывая высокий уровень запасов японской кеты, отдельно следует рассмотреть потенциальное воздействие данного комплекса стад на структуру скоплений молоди этого вида в Охотоморском бассейне. Ранее по результатам идентификации маркированных рыб, выпущенных с ЛРЗ Хоккайдо и Хонсю, было доказано присутствие японской молоди кеты в траловых уловах (Чистякова, Бугаев, 2013, 2016). Это согласуется с представлениями японских специалистов о практически 100%-й миграции молоди кеты, выпускаемой с ЛРЗ Хоккайдо и Хонсю, на нагул в Охотское море (Urawa et al., 2018).

Однако следует принимать во внимание тот факт, что до 2017 г. общий уровень маркирования японской кеты был относительно невысок, составляя около 10%. Поэтому, несмотря на высокую фактическую численность японской кеты в структуре азиатских запасов этого вида, дать однозначную оценку ее влияния на распределение всей молоди в водах Охотского моря весьма затруднительно.

Полученные в результате учетных траловых съемок оценки относительной численности молоди горбуши и кеты во время осенних нагульных миграций в Охотоморском бассейне представлены на рисунке 12. В среднем за период 2011–2017 гг., по данным специалистов ТИНРО, численность горбуши в нечетные годы наблюдений составляла 1330 млн экз., а в четные — 755 млн экз. Максимум был отмечен в 2017 г. (2752 млн экз.), а минимум — в 2016 г. (442 млн экз.). Отметим, что в 2017 г. был зафиксирован исторический максимум встречаемости молоди горбуши в ряду наблюдений охотоморских учетных съемок.

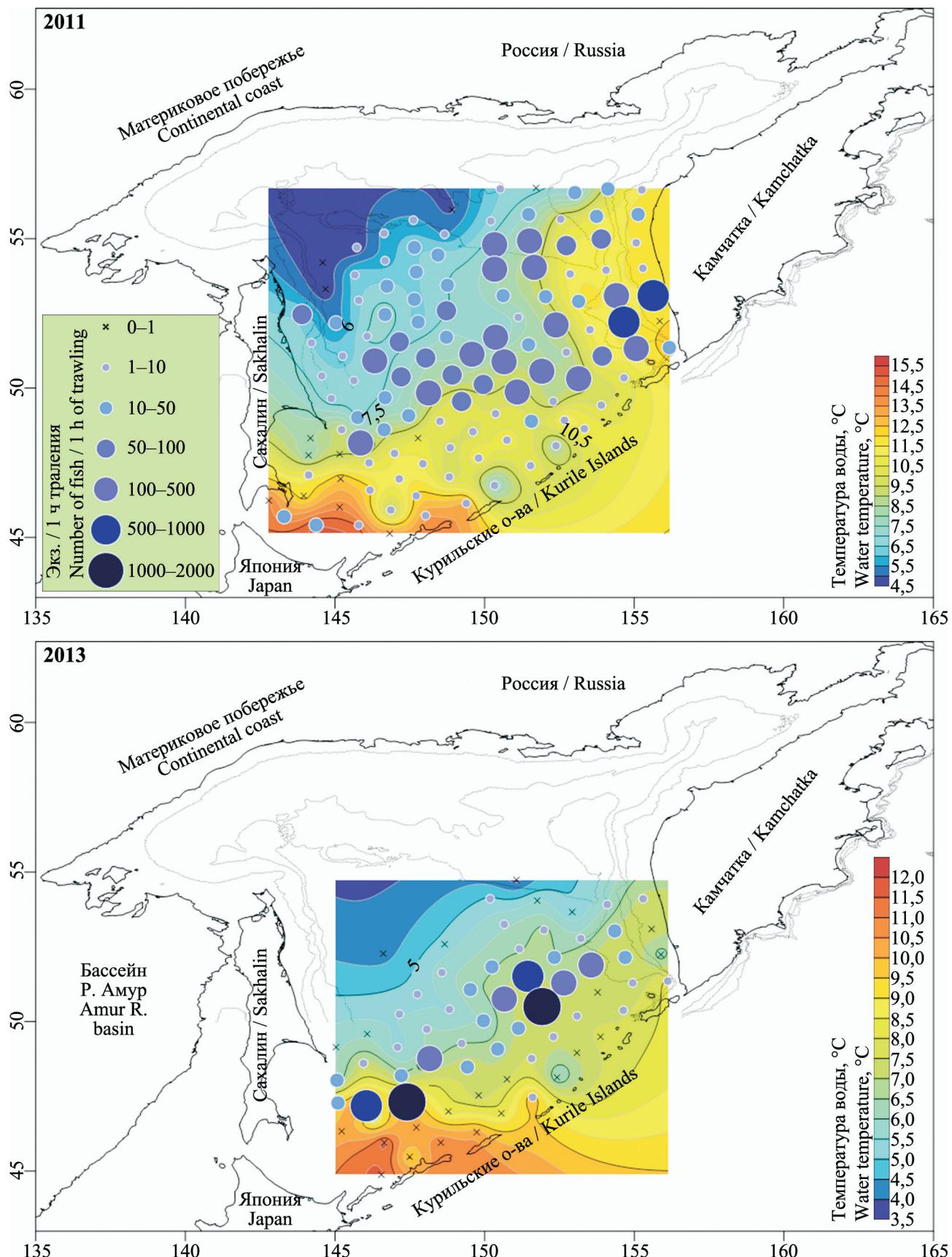


Рис. 6. Распределение уловов молоди кеты (экз. / 1 ч трауления) и температуры поверхности воды (°C) по данным трауловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2011 и 2013 гг. (съемки нечетных лет)

Fig. 6. The distribution of the catches of juvenile chum salmon (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011 and 2013 (surveys in the odd years)

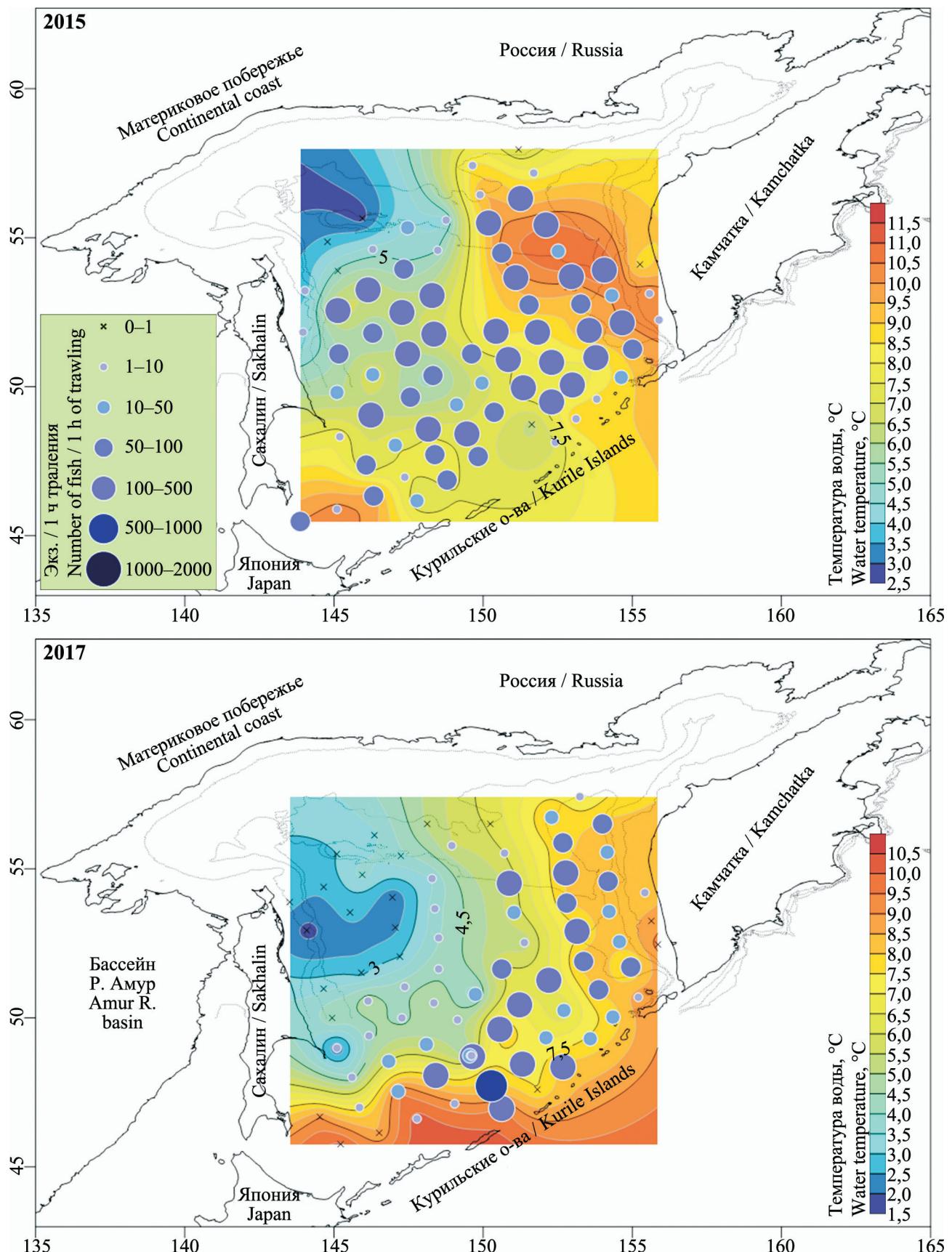


Рис. 7. Распределение уловов молоди кеты (экз./1 ч трауления) и температуры поверхности воды (°C) по данным трашовых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2015 и 2017 гг. (съемки нечетных лет)

Fig. 7. The distribution of the catches of juvenile chum salmon (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2015 and 2017 (surveys in the odd years)

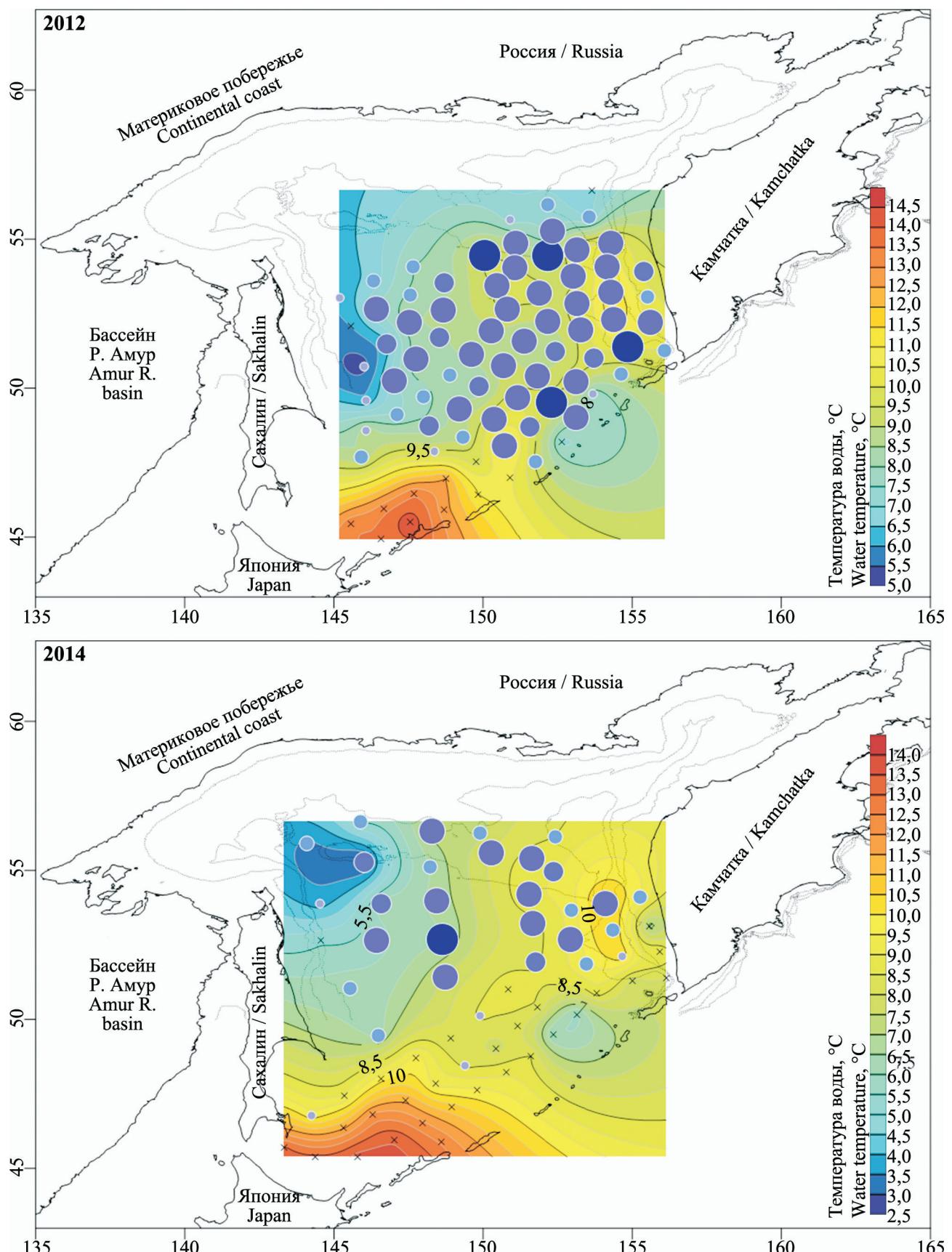


Рис. 8. Распределение уловов молоди кеты (экз. / 1 ч траления) и температуры поверхности воды (°C) по данным траловых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2012 и 2014 гг. (съемки четных лет)

Fig. 8. The distribution of the catches of juvenile chum salmon (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature (°C) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2012 and 2014 (surveys in the even years)

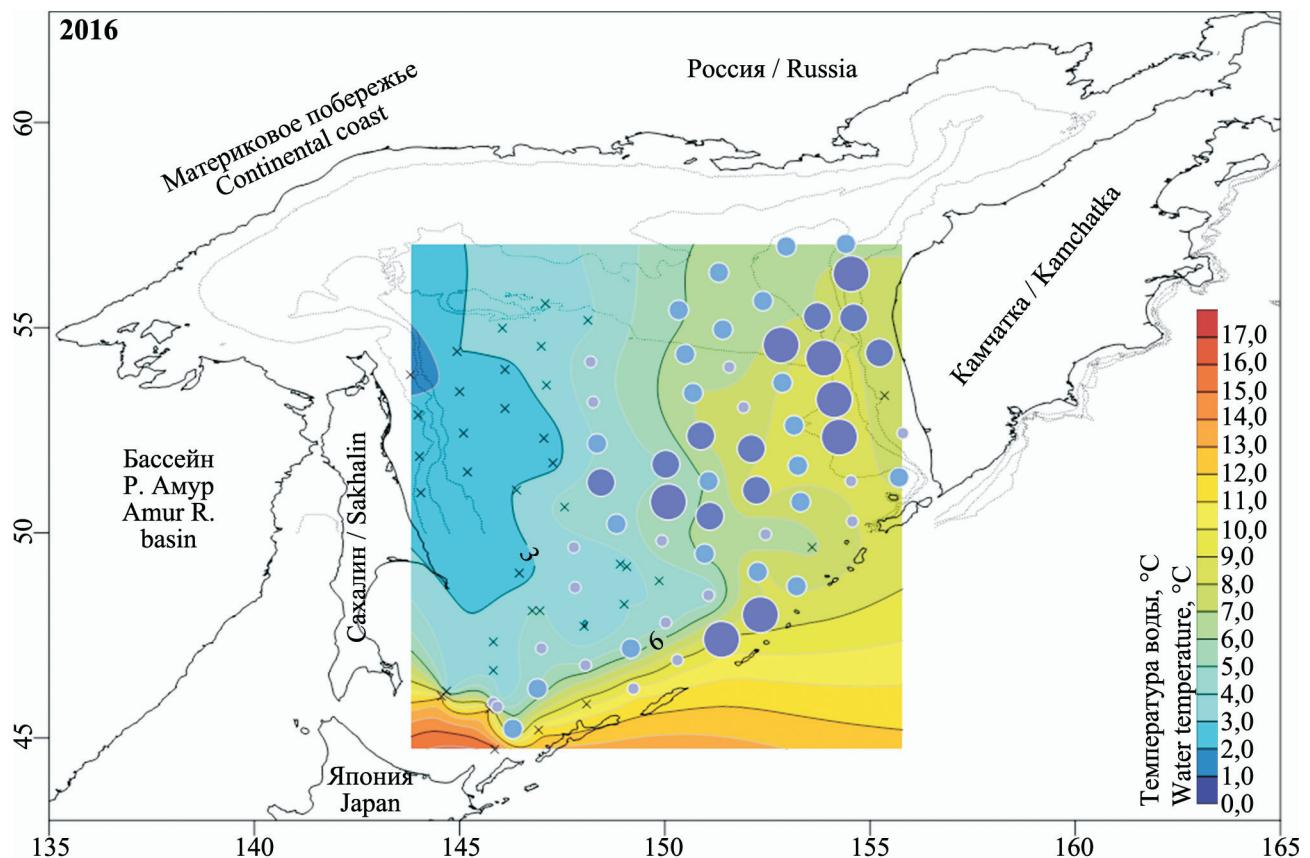


Рис. 9. Распределение уловов молоди кеты (экз. / 1 ч трапления) и температуры поверхности воды ($^{\circ}\text{C}$) по данным траховых учетных съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в осенний период 2016 г. (съемки четных лет)

Fig. 9. The distribution of the catches of juvenile chum salmon (number of fish / 1 hour of trawling) and surface water temperature ($^{\circ}\text{C}$) on the data of autumn trawl surveys by TINRO-Center in the basin of the Sea of Okhotsk in 2016 (surveys in the even years)

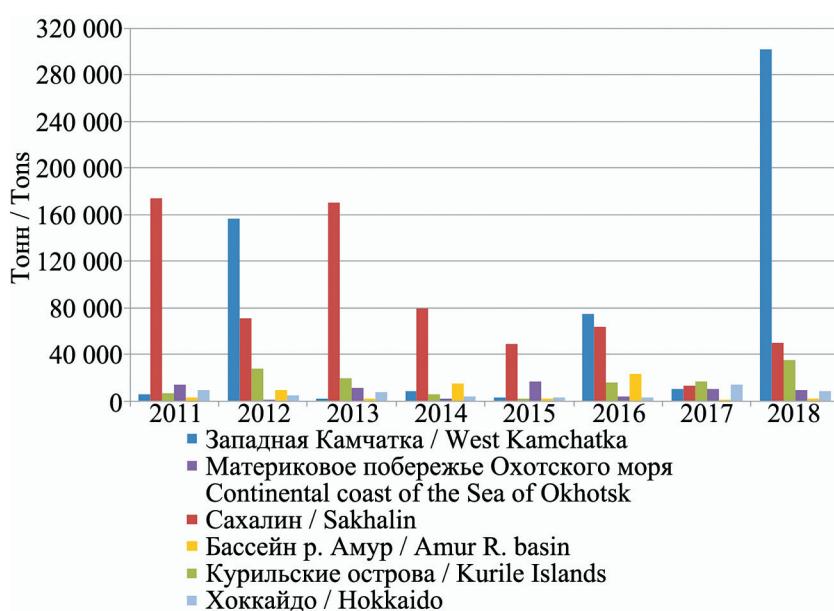


Рис. 10. Динамика региональных уловов горбуши Охотоморского бассейна Дальнего Востока России и Японии в 2011–2018 гг.

Fig. 10. The dynamics of the regional catches of pink salmon in the Russian Far East and Japan basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2018

У молоди кеты среднемноголетняя численность составила 375 млн экз. Максимум численности зафиксирован в 2012 г. (553 млн экз.), а минимум, как и у горбуши, в 2016 г. (164 млн экз.).

По-видимому, для обоих видов в межгодовой изменчивости относительной численности свою роль сыграли колебания уровня запасов региональных комплексов стад как естественного, так

и искусственного происхождения. У горбуши это, в первую очередь, значительно возросшая численность западнокамчатской группировки стад, а у кеты — сокращение выпусков молоди с японских ЛРЗ в рассматриваемый период.

Факторы среды, влияющие на распределение и пути осенних миграций молоди горбуши и кеты

Из факторов среды, потенциально влияющих на характер формирования скоплений молоди тихоокеанских лососей в морской период жизни, следует упомянуть температуру поверхностного слоя воды. В осенний период величина однородного поверхностного слоя воды в бассейне Охотского моря составляет порядка 15–20 м (Лучин, Лаврентьев, 1998; Новиков, Самко, 2005; Лучин, Жигалов, 2006). Судя по результатам исследований вертикальных миграций тихоокеанских лососей, около 98% рыб нагуливается в пределах глу-

бин 0–40 м (Кузнецов, 2004; Иванов и др., 2006). При этом из них порядка 70% концентрируется в верхнем слое эпипелагиали в горизонте 0–20 м. Таким образом, представленные на картах-схемах (рис. 2–9) распределения температурных полей поверхностного слоя воды в значительной степени отражают условия среды, где концентрация молоди наиболее высока.

В данном случае мы не ставим задачи оценить воздействие температурного фактора на формирование скоплений молоди горбуши и кеты в бассейне Охотского моря. Отметим лишь, что исследователи, занимающиеся изучением тихоокеанских лососей в морских и океанских экосистемах Дальнего Востока России, ранее неоднократно указывали на отсутствие прямой взаимосвязи между распределением уловов лососей и температурой поверхности воды во время данного этапа их онтогенеза (Шунтов, Темных, 2008, 2011). Полагаем, что в условиях массовой откочевки моло-

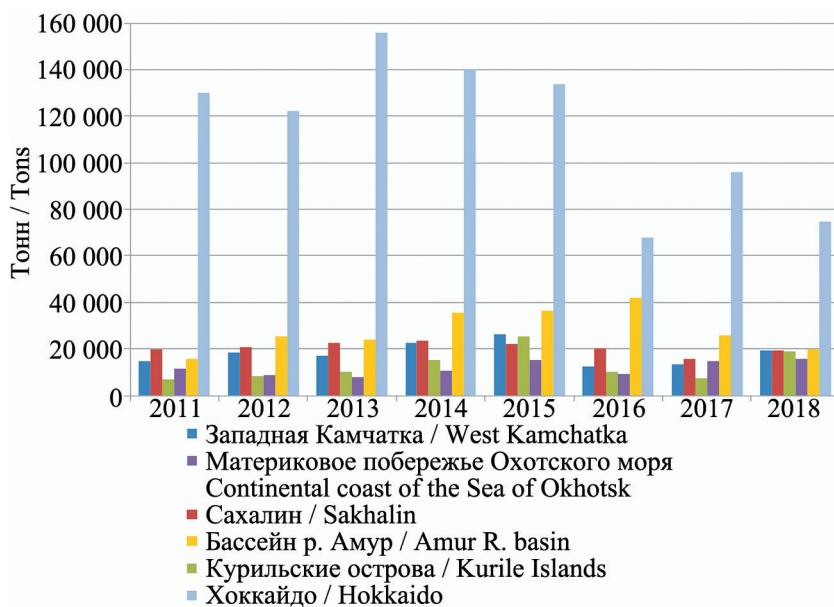


Рис. 11. Динамика региональных уловов кеты Охотоморского бассейна Дальнего Востока России и Японии в 2011–2018 гг.

Fig. 11. The dynamics of the regional catches of chum salmon in the Russian Far East and Japan basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2018

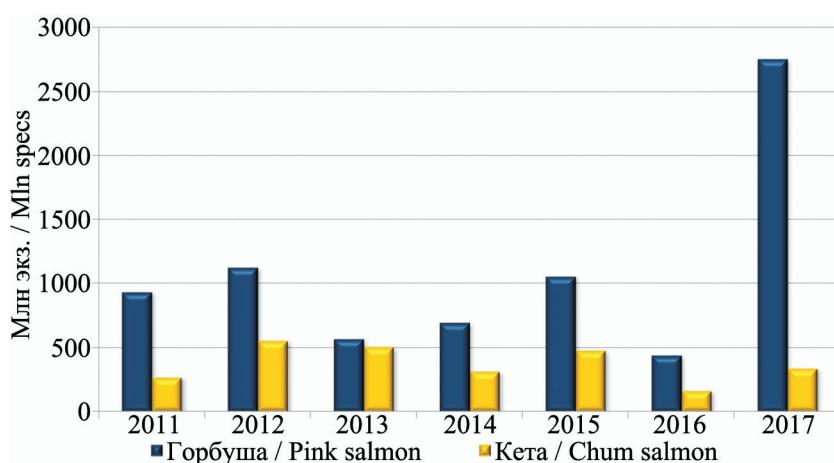


Рис. 12. Динамика общей относительной численности молоди горбуши и кеты, учтенной во время осенних тралевых съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг.

Fig. 12. The dynamics of the total relative abundance of juvenile pink and chum salmon revealed during TINRO-Center's autumn trawl surveys in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017

ди в открытые воды Охотоморского бассейна подобная зависимость не может быть четко выраженной, поскольку фактор численности является определяющим при формировании структуры скоплений.

Однако обращаем внимание, что в течение всего периода наблюдений в северо-западной части Охотского моря в поверхностном слое воды формировалась низкоградиентная температурная зона с межгодовым уровнем колебаний 1–4 °С, а в восточной части бассейна в районе циркуляции вод Западно-Камчатского течения, наоборот, отмечалась высокоградиентная температурная зона на уровне 10 °С и выше. Во все годы наблюдений, как у молоди горбуши, так и у кеты, уловы в низкоградиентной зоне были значительно ниже, чем в высокоградиентной.

Разумеется, большое значение при формировании структуры скоплений молоди в период откочевки от побережья в открытые морские воды играет фактор географического расположения наиболее продуктивных центров воспроизводства. В данном случае понятно, что стада горбуши и кеты материкового побережья Охотского моря по уровню запасов уступают другим региональным центрам воспроизводства.

Но нельзя не отметить, что в северо-западной части полигона исследований, где ежегодно формируется относительно холодный фронт температуры поверхности воды, уловы лососей заметно ниже, чем в восточной и юго-восточной частях Охотского моря, где температура воды выше. По сути, чем глубже проникают холодные воды на восток и юго-восток Охотоморского бассейна от материкового побережья Охотского моря, тем сильнее смещаются массовые скопления рыб ближе к западному побережью Камчатки и Курильским о-вам.

При этом под влиянием ветров и притока вод через Курильские проливы формируются характерные черты системы непериодических течений Охотского моря (Лучин, Лаврентьев, 1998). Основная из них — циклоническая система течений, охватывающая почти все море (Бондаренко, Рудых, 2003). Она обусловлена преобладанием циклонической циркуляции атмосферы над морем и прилегающей частью Тихого океана. Кроме того, в бассейне Охотского моря прослеживаются устойчивые антициклонические круговороты: к западу от южной оконечности Камчатки (приблизительно

между 50–52° с. ш. и 155–156° в. д.); над впадиной ТИНРО (55–57° с. ш. и 150–154° в. д.); в районе Южной котловины (45–47° с. ш. и 144–148° в. д.). Одновременно обширная область циклонической циркуляции вод наблюдается в центральной части моря (47–53° с. ш. и 144–154° в. д.), а циклонический круговорот — к востоку и северо-востоку от северной оконечности о. Сахалин (54–56° с. ш. и 143–149° в. д.).

Учитывая наличие устойчивых тенденций динамики вод в Охотском море, ранее уже высказывались предположения о ее влиянии на циклический характер бассейновых миграций молоди тихоокеанских лососей в осенний период (Чистякова, Бугаев, 2013, 2016). В основном это отражалось на миграциях рыб южных комплексов стад горбуши и кеты (Сахалин, Южные Курильские о-ва, Хоккайдо и Хонсю), часть которых смещалась в северо- и северо-восточном направлении к побережью Западной Камчатки до 54–57° с. ш. с последующим циклическим завершением миграций в юго-западном и южном направлении в сторону Южных Курильских о-вов. Подобная схема миграций молоди тихоокеанских лососей в бассейне Охотского моря была отмечена и другими исследователями (Ерохин, 2002; Варнавская, 2006).

Распределение и миграции молоди заводских стад горбуши и кеты в осенний период

Подробно накопленные данные по региональному составу и фактической встречаемости маркированной молоди горбуши и кеты в период посткатахромных миграций в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг. представлены в таблице 2. По имеющейся информации в течение 7-летнего периода ежегодно в смешанных выборках в среднем находили около 20 экз. горбуши и 70 экз. кеты с внедренными в отолит метками. При этом общие объемы проб составляли порядка 1,0 и 1,5 тыс. рыб соответственно. Оценки средневзвешенных долей и относительной численности маркированной молоди лососей с учетом соотношения фактической встречаемости меченых рыб в пробах и объема траловых уловов приводятся в таблицах 3 и 4.

Из полученных данных следует, что в среднем в 2011–2017 гг. доля маркированной горбуши в траловых уловах составляла приблизительно 3,3% (2,2–5,2%). Относительная среднемноголетняя численность меченых рыб заводских стад в траловых уловах соответствовала 0,41 млн экз. (0,09–

0,66 млн экз.). Доминировали в уловах особи российского происхождения, ежегодно составляя около 2,8%, или 0,35 млн экз. Среднемноголетняя доля японской горбуши была относительно невысока — приблизительно 0,5%, или 0,06 млн экз.

У кеты доля маркированных особей по среднемноголетним данным составляла 5,6% (2,6–9,3%). В перерасчете по средневзвешенной относительной численности это соответствовало 1,62 млн экз. (0,51–2,51 млн экз.). В уловах заметно преобладали особи кеты японского происхождения, составляя

около 3,7%, или 1,03 млн экз. Рыбы, маркированные на российских ЛРЗ, соответственно составляли 1,9%, или 0,59 млн экз.

В значительной степени распределение регионального состава уловов молоди горбуши и кеты зависит от объемов общего выпуска маркированных рыб с ЛРЗ Дальнего Востока России и Японии (табл. 5). В связи с этим объясняется высокая доля особей Сахалина и Курильских о-вов в уловах заводской молоди российского происхождения, поскольку именно ЛРЗ этих регионов обеспечивают

Таблица 2. Фактическая встречаемость маркированной молоди тихоокеанских лососей различного регионального происхождения во время осенних траловых съемок ФГБНУ «ТИНРО-Центр» в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг.

Table 2. In-fact frequency of Pacific salmon juvenile individuals marked in different regions during autumn trawl surveys of “TINRO-Center” in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017

Вид / Species	Год / Year	Период работ Working period	Кол-во тралений, шт. Number of trawlings	Объем выборки, экз. Sample size, specs		Региональное происхождение меток Mark's origin region						
				Общее Total	С метками Marked	Общий Total	С метками Marked	КО	СХ	ЮЗОП	СОП	ЗК
Горбуша Pink salmon	2011	21.09–02.11	121	13	730	30	21	9				
	2012	05.10–05.11	79	10	894	17	10	4				3
	2013	12.10–08.11	68	12	800	20	9	8	1			2
	2014	04.10–31.10	62	11	1000	15	9	4				2
	2015	27.09–27.10	24	8	750	15		8	4			3
	2016	08.10–18.11	95	8	600	15		11	1			3
	2017	11.10–15.11	81	33	2150	45		23	9			13
Кета Chum salmon	2011	21.09–02.11	121	27	857	42	2	7	3	26		4
	2012	05.10–05.11	79	51	2370	213	15	24	1	4	140	29
	2013	12.10–08.11	68	11	800	22	1	5		1		15
	2014	04.10–31.10	62	13	1960	61	8	7	1	42		3
	2015	27.09–27.10	75	14	1073	44	2	14	4	22		2
	2016	08.10–18.11	95	25	1160	50		22	2	3	20	1
	2017	11.10–15.11	81	23	1650	77		26	1	6	40	3

Примечание. Россия: КО — Курильские о-ва, СХ — Сахалин, ЮЗОП — юго-западное материковое побережье Охотского моря, СОП — северное материковое побережье Охотского моря, ЗК — Западная Камчатка; Япония: ХК — о. Хоккайдо, ХН — о. Хонсю

Note. Russia: KO — the Kurile Islands, CX — Sakhalin, YUZOP — the south-western continental coast of the Sea of Okhotsk, СОП — the northern continental coast of the Sea of Okhotsk, ЗК — West Kamchatka; Japan: XK — Hokkaido, XH — Honshu

Таблица 3. Средневзвешенное долевое соотношение молоди тихоокеанских лососей заводского происхождения по данным учетных траловых съемок ФГБНУ «ТИНРО» в бассейне Охотского моря в осенний период 2011–2017 гг., %

Вид Species	Год Year	Региональное происхождение меток / Regional origin of marks						Общее Total
		Россия / Russia	Япония / Japan	ХК+ХН	ЮЗОП	СОП	ЗК	
Горбуша Pink salmon	2011	3,3	1,8	—	—	—	—	5,2
	2012	2,4	0,6	—	—	—	0,3	3,3
	2013	1,5	1,4	—	—	—	0,5	3,5
	2014	1,5	0,4	—	—	—	0,3	2,2
	2015	—	2,0	—	1,0	—	0,8	3,8
	2016	—	2,1	—	0,1	—	0,7	2,9
	2017	—	1,2	—	0,3	—	1,0	2,5
Кета Chum salmon	2011	0,1	0,4	—	0,2	—	3,5	4,2
	2012	0,6	1,1	—	—	0,1	7,4	9,3
	2013	—	0,6	—	—	—	1,9	2,6
	2014	0,6	0,5	—	—	—	3,3	4,3
	2015	0,2	1,3	0,5	—	—	4,0	6,0
	2016	—	1,7	0,2	0,1	0,4	1,8	4,1
	2017	—	3,7	0,1	0,4	—	4,0	8,3

Примечание. Обозначения регионов воспроизводства — как в таблице 1.

Note. The legend for the regions is like in the Table 1.

Таблица 4. Относительная численность маркированной молоди тихоокеанских лососей по данным учетных таловых съемок ФГБНУ «ТИНРО» в бассейне Охотского моря в осенний период 2011–2017 гг., млн экз.
Table 4. Relative number of marked juvenile Pacific salmon on the data of autumn trawl surveys of “TINRO” in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017, mln specs

Вид Species	Год Year	Общая численность Total number	Численность марки- рованных рыб Marked fish number	Россия / Russia						Япония / Japan ХК+ХН
				КО	СХ	ЮЗОП	СОП	ЗК	ДВ	
Горбуша Pink salmon	2011	938,7	0,549	0,353	0,196	—	—	—	0,549	—
	2012	1127,7	0,288	0,210	0,049	—	—	—	0,259	0,029
	2013	569,2	0,610	0,267	0,251	—	0,002	—	0,520	0,090
	2014	696,0	0,318	0,220	0,051	—	—	—	0,271	0,047
	2015	1059,0	0,357	—	0,185	—	0,097	—	0,282	0,075
	2016	441,8	0,656	—	0,475	—	0,028	—	0,503	0,154
	2017	2752,0	0,090	—	0,042	—	0,011	—	0,053	0,036
Кета Chum salmon	2011	270,1	1,560	0,041	0,144	—	0,082	—	0,267	1,293
	2012	552,8	1,676	0,102	0,208	—	0,002	0,023	0,335	1,341
	2013	505,0	0,514	0,004	0,123	—	—	0,004	0,131	0,382
	2014	314,0	1,376	0,178	0,148	—	0,015	—	0,340	1,036
	2015	478,4	1,255	0,046	0,274	0,103	—	—	0,422	0,833
	2016	164,3	2,514	—	1,005	0,108	0,072	0,215	1,400	1,113
	2017	338,6	2,463	—	1,101	0,028	0,131	0,009	1,269	1,194

Таблица 5. Выпуск молоди тихоокеанских лососей с рыбоводных заводов России и Японии в 2011–2017 гг., млн экз.
Table 5. Releases of juvenile Pacific salmon from Russian and Japan salmon hatcheries in 2011–2017, mln specs

Год / Year	Страна, регион Country, Region	Вид / Species							
		Горбуша / Pink salmon			Кета / Chum salmon				
		Выпуск Release	Выпуск Маркиро- ванных Marked release	% маркиро- ванных % of marked fish	Выпуск Release	Выпуск Маркиро- ванных Marked release	% маркиро- ванных % of marked fish		
	РОССИЯ / RUSSIA	338,52	175,57	51,9	550,87	300,37	54,5		
2011	Сахалин / Sakhalin	201,33	59,38	29,5	316,69	201,05	63,5		
	Курильские о-ва / Kuriles	131,06	116,19	88,7	101,63	73,40	72,2		
	Западная Камчатка / WK	—	—	—	3,24	3,24	100,0		
	Северное МПОМ / NOS	6,13	—	—	15,32	5,54	36,2		
	Юго-западное МПОМ / SWOS	—	—	—	—	—	—		
	Бассейн р. Амур / Amur	—	—	—	94,04	17,14	18,2		
	Приморье / Primorye	—	—	—	19,95	—	—		
	ЯПОНИЯ / JAPAN	147,61	25,15	17,0	1199,24	139,50	11,6		
2012	Хоккайдо / Hokkaido	147,61	—	—	1051,14	—	—		
	Хонсю / Honshu	—	—	—	148,10	—	—		
	РОССИЯ / RUSSIA	233,26	131,92	56,6	623,30	315,83	50,7		
	Сахалин / Sakhalin	137,63	52,79	38,4	336,86	224,99	66,8		
	Курильские о-ва / Kuriles	89,50	79,13	88,4	142,78	80,00	56,0		
	Западная Камчатка / WK	—	—	—	0,99	0,99	100,0		
	Северное МПОМ / NOS	6,13	—	—	15,32	9,85	64,3		
2013	Юго-западное МПОМ / SWOS	—	—	—	—	—	—		
	Бассейн р. Амур / Amur	—	—	—	100,85	—	—		
	Приморье / Primorye	—	—	—	26,50	—	—		
	ЯПОНИЯ / JAPAN	137,77	25,78	18,7	1641,50	263,20	16,0		
	Хоккайдо / Hokkaido	137,77	25,78	18,7	1063,93	—	—		
	Хонсю / Honshu	—	—	—	577,58	—	—		
	РОССИЯ / RUSSIA	342,05	218,81	64,0	649,12	333,87	51,4		
	Сахалин / Sakhalin	209,21	99,60	47,6	350,13	231,72	66,2		
	Курильские о-ва / Kuriles	129,37	117,04	90,5	141,16	93,22	66,0		
	Западная Камчатка / WK	—	—	—	4,09	2,70	66,0		
	Северное МПОМ / NOS	2,17	2,17	100,0	15,92	5,97	37,5		
	Юго-западное МПОМ / SWOS	—	—	—	—	—	—		
	Бассейн р. Амур / Amur	0,40	—	—	108,92	0,26	0,2		
	Приморье / Primorye	0,90	—	—	28,90	—	—		
	ЯПОНИЯ / JAPAN	101,62	20,90	20,6	1614,00	229,80	14,2		
	Хоккайдо / Hokkaido	101,62	20,90	20,6	1009,09	—	—		
	Хонсю / Honshu	—	—	—	604,91	—	—		

Таблица 5. Окончание. Начало на с. 82
Table 5. The end. Beginning on page 82

Год / Year	Страна, регион Country, Region	Вид / Species					
		Горбуша / Pink salmon			Кета / Chum salmon		
		Выпуск Release	Выпуск маркиро- ванных Marked release	% маркиро- ванных % of marked fish	Выпуск Release	Выпуск маркиро- ванных Marked release	% маркиро- ванных % of marked fish
	<i>РОССИЯ / RUSSIA</i>	364,46	224,20	61,5	651,34	374,00	57,4
2014	Сахалин / Sakhalin	227,19	97,30	42,8	347,44	258,60	74,4
	Курильские о-ва / Kuriles	127,32	118,00	92,7	153,52	104,70	68,2
	Западная Камчатка / WK	—	—	—	3,25	2,90	89,2
	Северное МПОМ / NOS	9,95	8,90	89,4	14,13	7,30	51,7
	Юго-западное МПОМ / SWOS	—	—	—	—	—	—
	Бассейн р. Амур / Amur	—	—	—	97,48	0,50	0,5
	Приморье / Primorye	—	—	—	35,52	—	—
	<i>ЯПОНИЯ / JAPAN</i>	122,90	30,90	25,1	1768,00	240,90	13,6
2015	Хоккайдо / Hokkaido	122,90	30,90	25,1	1079,20	—	—
	Хонсю / Honshu	—	—	—	688,80	—	—
	<i>РОССИЯ / RUSSIA</i>	296,85	167,90	—	685,08	341,67	49,9
	Сахалин / Sakhalin	190,00	134,70	70,9	333,33	249,70	74,9
	Курильские о-ва / Kuriles	84,40	26,70	31,6	208,05	78,30	37,6
	Западная Камчатка / WK	—	—	—	1,79	1,79	100,0
	Северное МПОМ / NOS	9,95	1,80	18,1	19,13	6,20	32,4
2016	Юго-западное МПОМ / SWOS	4,70	4,70	100,0	5,68	5,68	100,0
	Бассейн р. Амур / Amur	—	—	—	81,62	—	—
	Приморье / Primorye	7,80	—	—	35,48	—	—
	<i>ЯПОНИЯ / JAPAN</i>	116,64	22,00	18,9	1748,00	242,60	13,9
	Хоккайдо / Hokkaido	116,64	22,00	18,9	715,30	—	0,0
	Хонсю / Honshu	—	0,00	—	1032,70	—	0,0
	<i>РОССИЯ / RUSSIA</i>	198,04	35,58	—	731,94	240,34	32,8
2017	Сахалин / Sakhalin	118,90	25,08	21,1	340,24	221,56	65,1
	Курильские о-ва / Kuriles	66,24	—	—	241,95	—	—
	Западная Камчатка / WK	—	—	—	1,91	1,90	99,5
	Северное МПОМ / NOS	12,90	10,50	81,4	9,70	9,70	100,0
	Юго-западное МПОМ / SWOS	—	—	—	11,50	7,18	62,4
	Бассейн р. Амур / Amur	—	—	—	76,60	—	—
	Приморье / Primorye	—	—	—	50,04	—	—
	<i>ЯПОНИЯ / JAPAN</i>	123,37	30,40	24,6	1767,00	256,10	14,5
	Хоккайдо / Hokkaido	123,37	30,40	24,6	1085,67	—	—
	Хонсю / Honshu	—	—	—	681,33	—	—
	<i>РОССИЯ / RUSSIA</i>	275,52	55,58	—	742,52	151,58	20,4
2017	Сахалин / Sakhalin	131,33	46,98	35,8	344,22	137,87	40,1
	Курильские о-ва / Kuriles	129,51	—	—	255,26	—	—
	Западная Камчатка / WK	—	—	—	1,81	1,81	100,0
	Северное МПОМ / NOS	8,60	8,60	100,0	19,10	8,29	43,4
	Юго-западное МПОМ / SWOS	—	—	—	3,61	3,61	100,0
	Бассейн р. Амур / Amur	—	—	—	80,51	—	—
	Приморье / Primorye	6,08	—	—	38,01	—	—
	<i>ЯПОНИЯ / JAPAN</i>	120,69	28,80	23,9	1630,00	244,00	15,0
	Хоккайдо / Hokkaido	120,69	28,80	23,9	1043,17	—	—
	Хонсю / Honshu	—	—	—	586,83	—	—

Note. WK – Western Kamchatka, NOS – the northern coast of the Sea of Okhotsk, SWOS – the south-west coast of the Sea of Okhotsk

большую часть маркированных рыб в траловых уловах.

Аналогичная ситуация наблюдается и с кетой с ЛРЗ Японии. Уровень ее ежегодного выпуска по среднемноголетним данным 2011–2017 гг. составлял порядка 1,1–1,8 млрд экз. (табл. 5). Поэтому даже относительно невысокая доля маркированных рыб в пределах 10–15% в количественном отношении составляет весьма заметный объем от общего вылова меченой молоди кеты в бассейне Охотского моря.

Анализируя многолетние тенденции распределения маркированной молоди тихоокеанских лососей с ЛРЗ России и Японии в осенний период в Охотском море, можно отметить некоторые особенности данного процесса в нечетные и четные годы проведения траловых учетных съемок. У горбуши в нечетные годы (2011–2017) заметно увеличение плотности скоплений заводских рыб, как российского, так и японского происхождения (рис. 13–16). При этом миграция горбуши Южных Курильских о-вов и Сахалина в северном и северо-восточном направлении от мест воспроизводства более выражена. Именно эти два региональных комплекса стад образуют наиболее плотные скопления заводских рыб в водах центральной части Охотского моря и акватории, прилегающей к юго-западному побережью Камчатки. При этом северная граница распространения горбуши сахалино-курильского комплекса стад достигает 55–57° с. ш. В четные годы (2012–2016) повышенная встречаемость горбуши данного происхождения выше в акватории, прилегающей к восточному берегу Сахалина.

В принципе, это соотносится с закономерностями общего распределения уловов молоди горбуши в бассейне Охотского моря в осенний период 2011–2017 гг. Заметно, что маркированные особи горбуши наиболее часто фиксируются в уловах, где образуются наиболее плотные скопления. Причем понятно, что данные скопления формируют как естественные стада этого вида, так и заводские. Наличие факта повышенной встречаемости маркированной молоди горбуши южной группировки стад (Сахалин и Южные Курильские о-ва) у побережья Западной Камчатки в нечетные годы указывает на то, что фактор региональной численности может быть не определяющим в общей системе распределения этого вида во время осенних миграций в Охотском море.

Как известно, численность возвратов производителей западнокамчатской горбуши выше в четные годы, то есть предполагается, что ее влияние на структуру осенних скоплений должно быть сильнее именно в нечетные годы проведения траловых съемок. Следовательно, гипотетически, проникновение горбуши Сахалина и Южных Курильских о-вов в северо-восточном направлении в эти годы априори должно быть ниже. Однако имеющаяся картина распределения заводских рыб в траловых уловах в бассейне Охотского моря в осенний период не подтверждает эту закономерность. Возможно, характер распределения как заводских, так и естественных стад горбуши в значительной степени зависит от современных перестроек морских экосистем, влияющих на формирование продуктивности вида. Об этом свидетельствуют и значительные флуктуации численности горбуши, отмеченные на Дальнем Востоке России в последнее десятилетие.

Из представленной гистограммы динамики промысловых уловов охотоморской горбуши (рис. 10) видно, что за период наблюдений доминанта численности возвратов производителей трех основных дальневосточных комплексов неоднократно менялась. Обычно высокочисленные в четные годы подходы горбуши Западной Камчатки были низки в 2014 г. У горбуши Сахалина отмечено изменение доминанты численности поколений с 2015 г. На Южных Курильских о-вах уловы этого вида также не отличались четкостью межгодовой периодичности флуктуаций численности со сменой урожайных и неурожайных поколений.

Тем не менее отметим, что уловы производителей южной группировки стад этого вида в четные годы (2012, 2014, 2016, 2018) были относительно высоки и стабильны, варьируя в среднем на уровне порядка 90 тыс. т. Схожий уровень уловов для этой группировки стад отмечается и в нечетные годы (2011, 2013, 2015, 2017), составляя по среднемноголетним данным около 110 тыс. т.

Сходство среднемноголетнего распределения объемов регионального вылова производителей южноохотоморского комплекса стад в нечетные и четные годы говорит о том, что основным фактором, влияющим на распределение заводской горбуши в траловых уловах, была не численность, а общая система формирования бассейновой структуры скоплений этого вида. Причины, ее определяющие, наиболее вероятно, включают комплекс

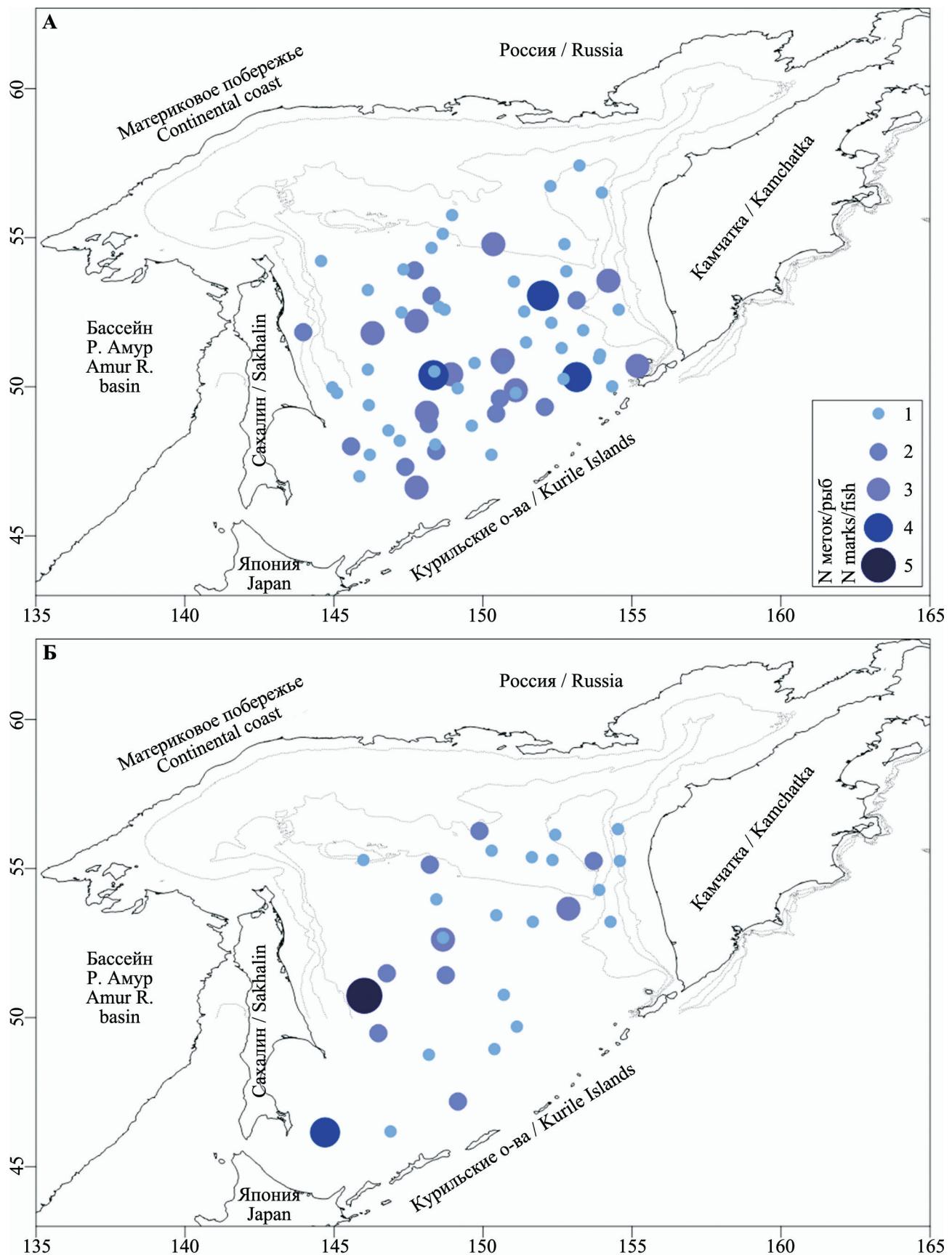


Рис. 13. Общее многолетнее распределение маркированной молоди горбуши ЛРЗ Дальнего Востока России в период осенних миграций в бассейне Охотского моря: А — 2011–2017 гг. (поколения возвратов производителей четных лет воспроизводства), Б — 2012–2016 гг. (поколения возвратов производителей нечетных лет воспроизводства)
 Fig. 13. The total long-term distribution of marked juvenile pink salmon from SHs of Russian Far East during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk: А – 2011–2017 (generations from the spawning returns of the even years), Б – 2012–2016 (generations from the spawning returns of the odd years)

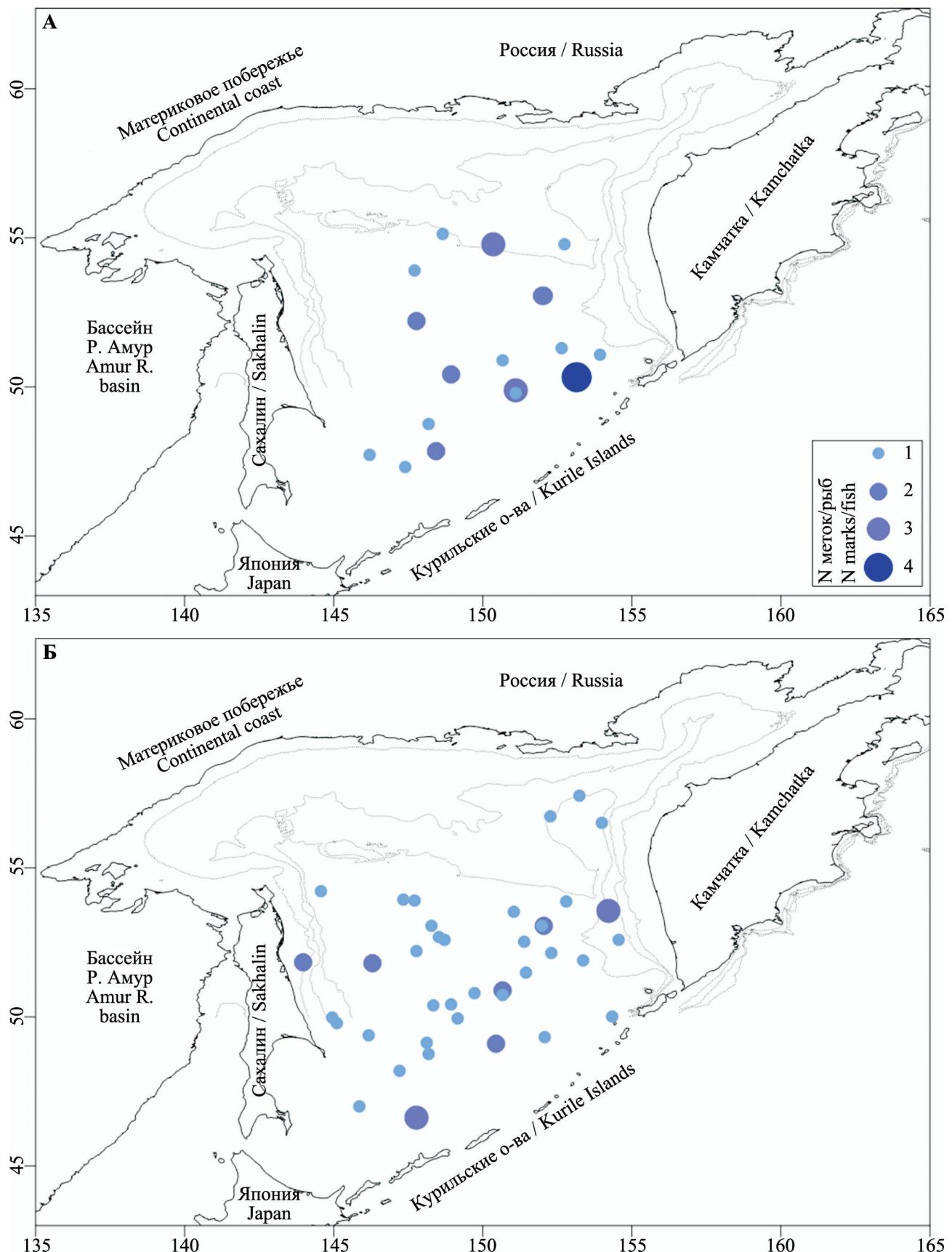


Рис. 14 (начало). Многолетнее распределение маркированной молоди горбуши ЛРЗ Дальнего Востока России от поколений возвратов производителей четных лет воспроизводства в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг.: А — ЛРЗ Курильских о-вов, Б — ЛРЗ Сахалина

Fig. 14 (beginning). The long-term distribution of marked juvenile pink salmon from the SHs of Russian Far East from generations of the even years of spawning during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017: А – Kurile Islands SHs, Б – Sakhalin SHs

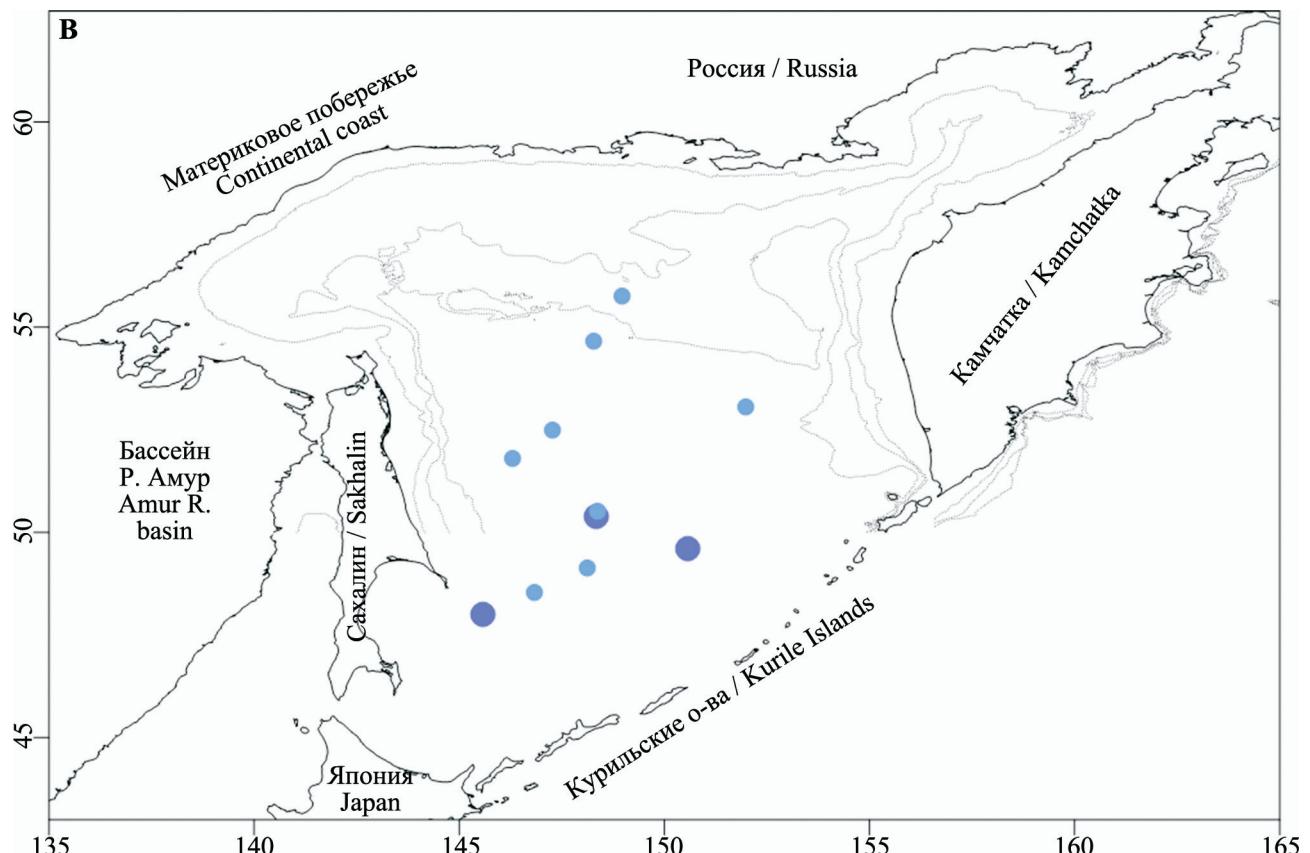


Рис. 14 (окончание). Многолетнее распределение маркированной молоди горбуши ЛРЗ Дальнего Востока России от поколений возвратов производителей четных лет воспроизводства в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг.: В — ЛРЗ материкового побережья Охотского моря

Fig. 14 (the end). The long-term distribution of marked juvenile pink salmon from the SHs of Russian Far East from generations of the even years of spawning during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017: B — SHs of the continental coast of the Sea of Okhotsk

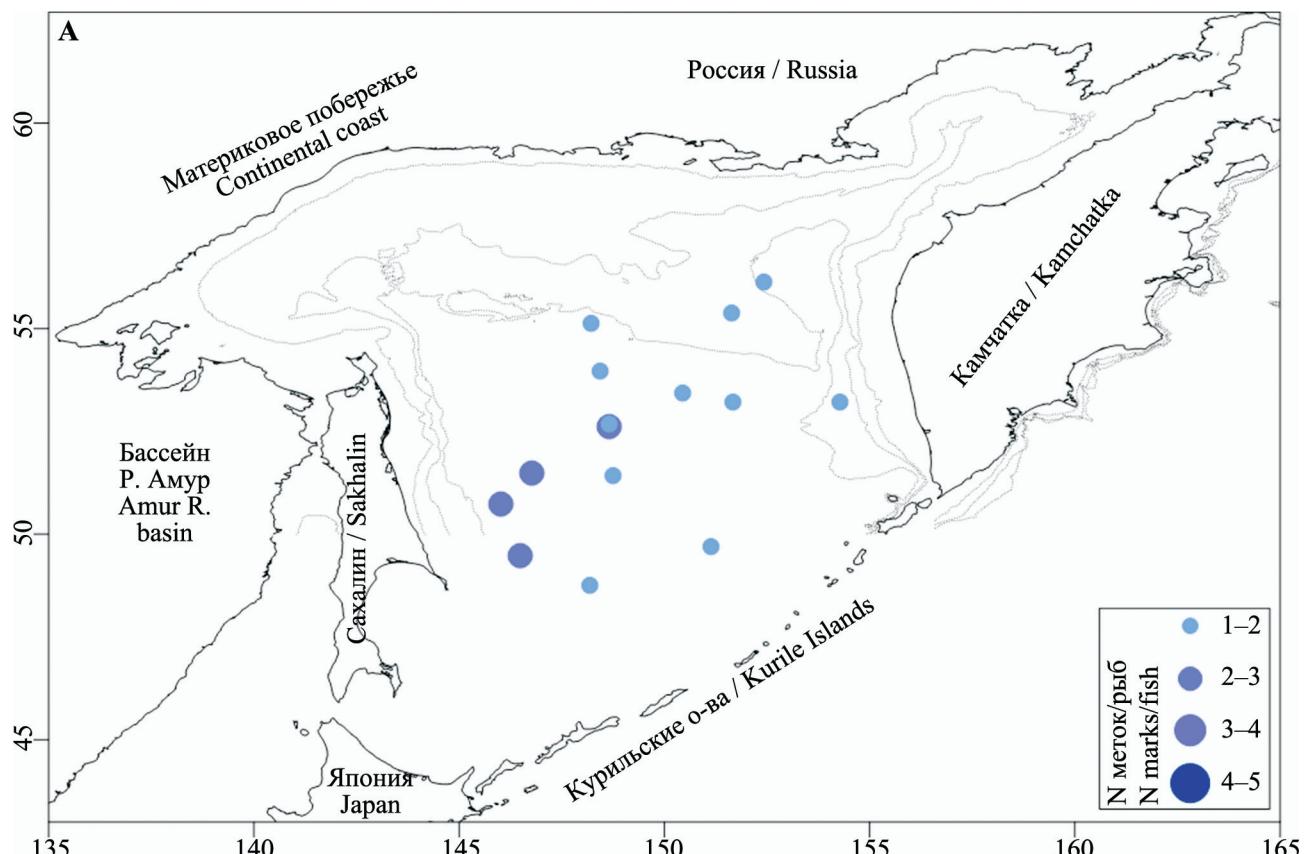


Рис. 15 (начало). Многолетнее распределение маркированной молоди горбуши ЛРЗ Дальнего Востока России от поколений возвратов производителей нечетных лет воспроизводства в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2012–2016 гг.: А — ЛРЗ Курильских о-вов

Fig. 15 (beginning). The long-term distribution of juvenile marked pink salmon from the SHs of Russian Far East from generations of the odd years of return during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2012–2016: A — Kurile Islands SHs

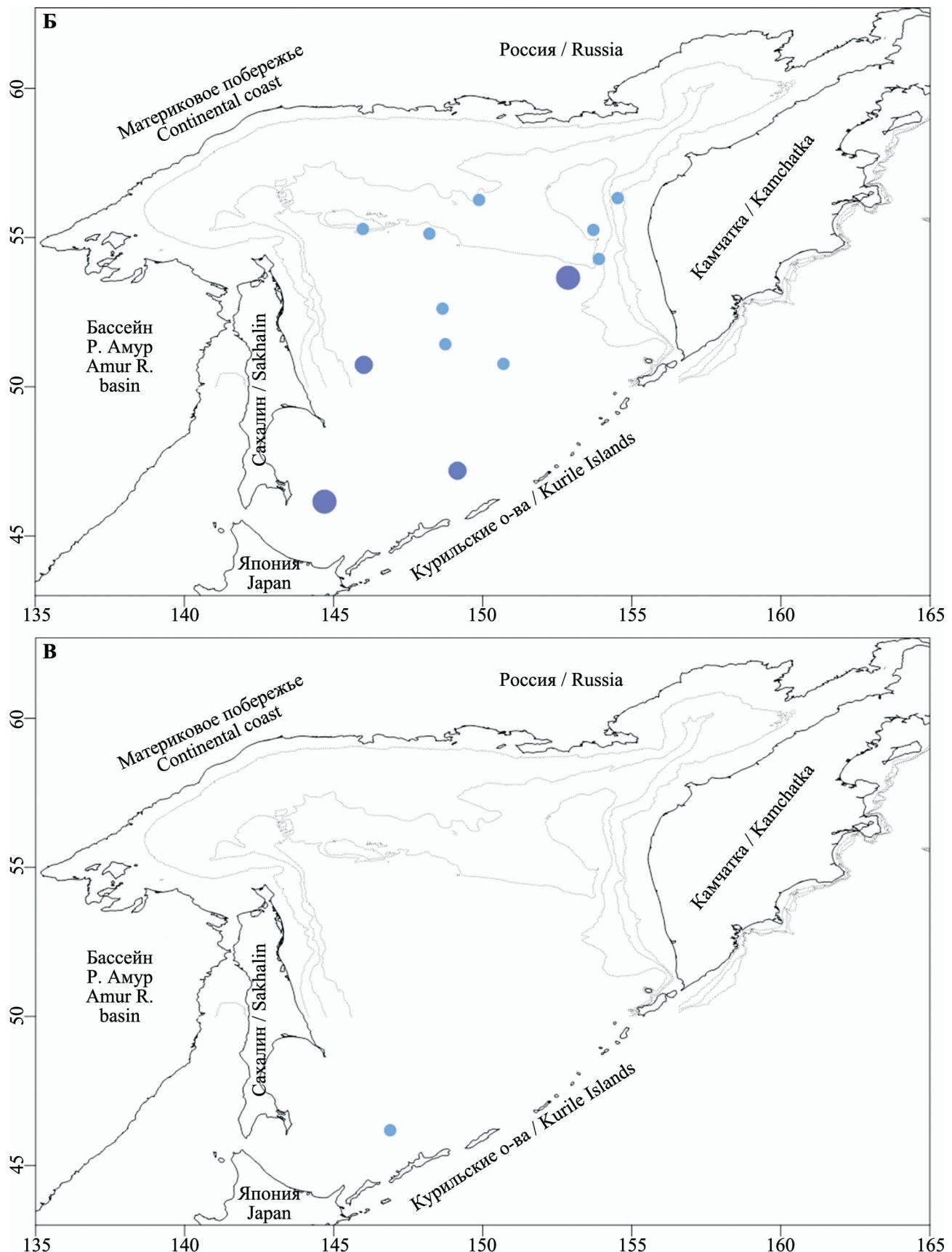
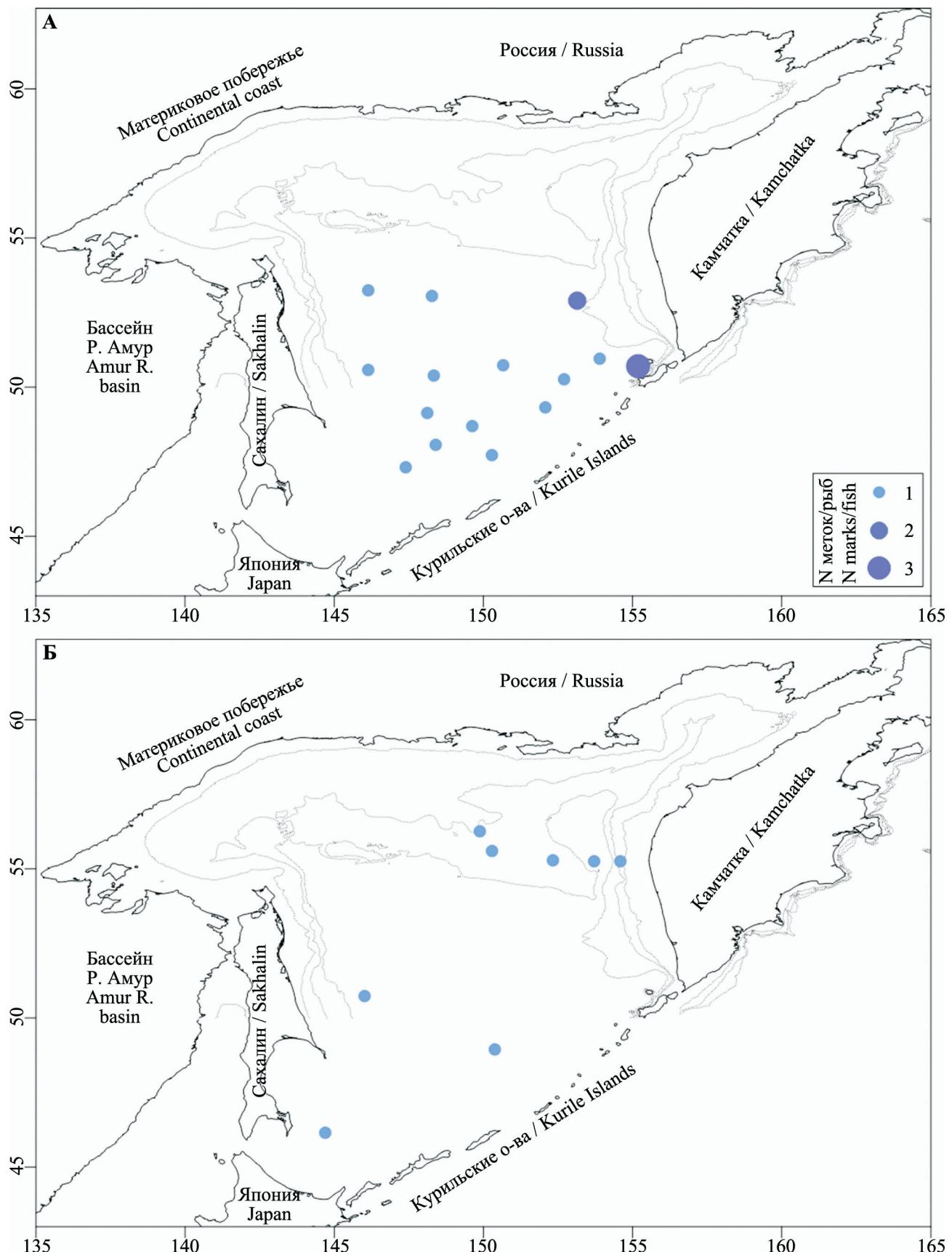


Рис. 15 (окончание). Многолетнее распределение маркированной молоди горбуши ЛРЗ Дальнего Востока России от поколений возвратов производителей нечетных лет воспроизводства в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2012–2016 гг.: Б — ЛРЗ Сахалина, В — ЛРЗ материкового побережья Охотского моря
 Fig. 15 (the end). The long-term distribution of juvenile marked pink salmon from the SHs of Russian Far East from generations of the odd years of return during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2012–2016: Б — Sakhalin SHs, В — SHs of the continental coast of the Sea of Okhotsk



гидролого-экологических факторов, характерных для бассейна Охотского моря. Причем это касается пространственного распределения не только рыб искусственного происхождения, но и естественного.

К сожалению, в работе не могут быть задействованы данные по горбуше Западной Камчатки, так как этот вид не является объектом заводского воспроизводства в данном регионе. Однако, учитывая высокий уровень численности этого вида при скате из рек и последующей откочевке в открытые воды Охотского моря в нечетные годы, когда продуцируется урожайное поколение возвратов четных лет, понятно, что на определенном этапе осенне-нагула западнокамчатская группировка стад также может заметно влиять на структуру скоплений охотоморской горбушки.

У молоди кеты образование скоплений заводских рыб России и Японии также напрямую зависит от общего распределения плотности уловов вида в бассейне Охотского моря (рис. 17–20). При этом, в отличие от горбушки, значительную часть запасов охотоморской кеты формируют именно рыбы искусственного воспроизводства. Поэтому закономерности распределения заводской молоди этого вида могут более объективно отражать закономерности миграций кеты из различных регионов Охотоморского бассейна в период осенне-откочевки.

Несмотря на продолжительный, по сравнению с горбушей, нагул кеты во время морского/океанического периода жизни, на данном этапе онтогенеза взаимодействие молоди обоих видов может максимально зависеть от динамики численности их региональных запасов. Исходя из представленных схем среднемноголетнего распределения уловов, можно отметить более высокую плотность скоплений молоди кеты заводского происхождения в центральной и восточной частях Охотского моря в четные годы наблюдений. В нечетные годы ее уловы заметно ниже. При этом основные скопления формируются в акватории Курильских проливов в средней и южной частях гряды.

В значительной степени высокий уровень встречаемости заводской кеты в траловых уловах определяют особи, выпущенные с ЛРЗ Японии. Из российских стад наиболее часто встречаются рыбы, воспроизводящиеся на ЛРЗ Сахалина. Поэтому можно констатировать, что, по аналогии с горбушей, кета южноохотоморской группировки

стад совершает масштабные миграции в северном и северо-восточном направлении, достигая в масце $55\text{--}57^{\circ}$ с. ш. При этом восточная граница ее распространения достигает территориальных вод юго-западного побережья Камчатки.

Наиболее вероятно, что уровень проникновения молоди кеты из южной части Охотского моря в северо-восточную напрямую зависит от численности поколений горбушки Западной Камчатки. Об этом свидетельствует то, что в нечетные годы плотность скоплений заводской кеты заметно ниже, чем в четные годы. По сути, возможно, наблюдается процесс замещения нагульной экологической ниши одним видом в зависимости от межгодовых флуктуаций численности другого. На наш взгляд, это утверждение достаточно обоснованно, принимая во внимание, что в четные годы (2012, 2014, 2016, 2018) на Западной Камчатке ежегодно добывали в среднем порядка 135 тыс. т горбушки, а в нечетные (2013, 2015, 2017) — около 5 тыс. т (рис. 10). Причем разница в уровнях вылова остается весьма существенной даже при исключении 2018 г., когда был отмечен экстремально высокий возврат западнокамчатской горбушки более чем за 100-летний период наблюдений (2012, 2014, 2016 гг. — в среднем 71 тыс. т, 2018 г. — 301 тыс. т). Кроме того, свою роль в этой закономерности может играть и горбуша Сахалина, численность возвратов которой в рассматриваемые четные годы (2012, 2014, 2016, 2018) достигала впечатительных размеров, определивших уловы на уровне 50–70 тыс. т.

В целом, проведенные исследования закономерностей распределения и миграций молоди заводских стад горбушки и кеты в Охотском море в осенний период позволяют утверждать, что циклические миграции, совершаемые этими видами из южной части бассейна на север и северо-восток с последующим смещением на запад, юго-запад и юг, являются системным и масштабным явлением. Учитывая сходство данных тенденций при анализе ежегодного характера встречаемости маркированных особей лососей в траловых уловах, понятно, что в этот процесс вовлечены не только рыбы искусственного, но и естественного происхождения. Данное предположение основано на том, что количественное и пространственное распределение заводских лососей согласуется с общей плотностной структурой уловов каждого вида на уровне межгодовой изменчивости.

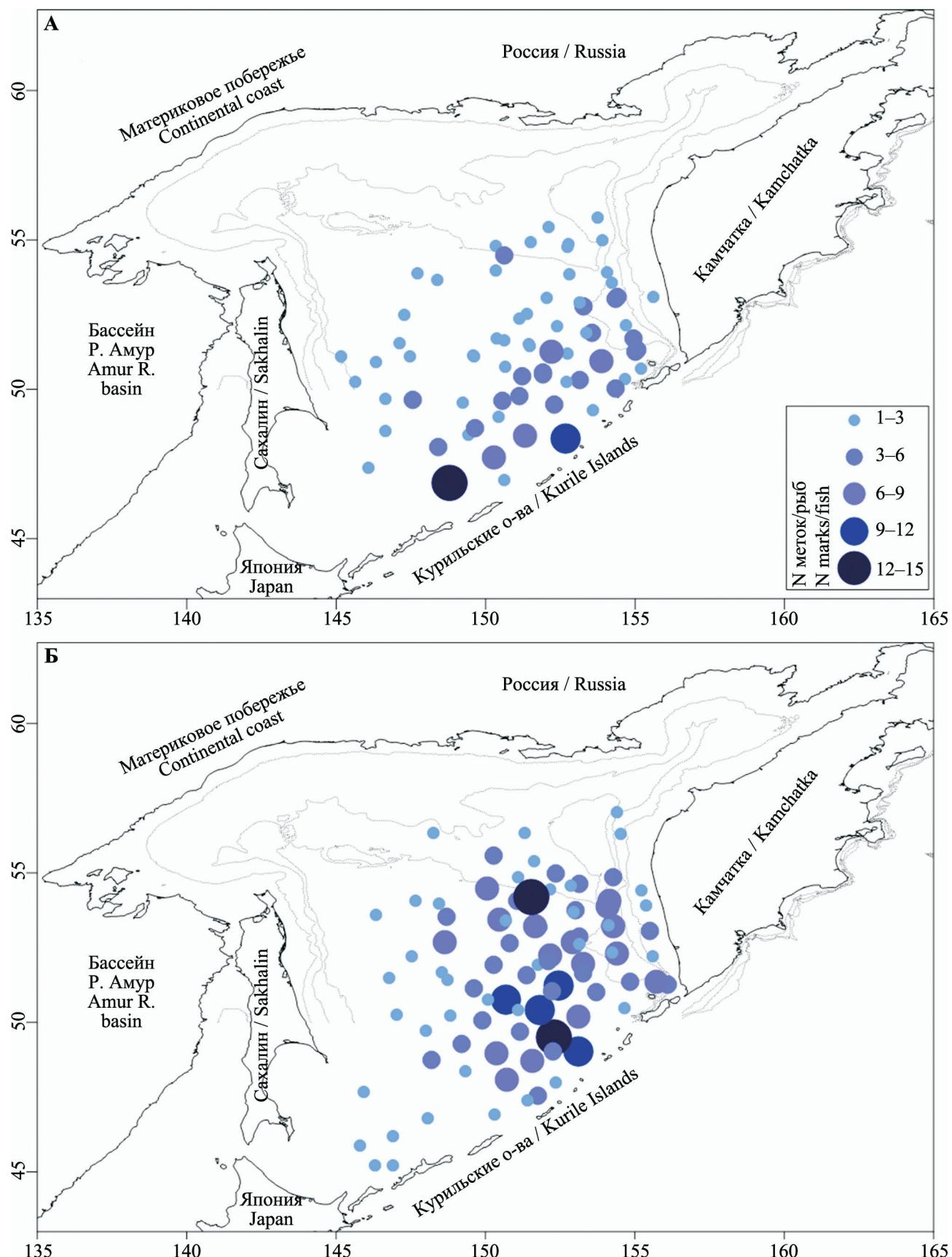


Рис. 17. Общее многолетнее распределение маркированной молоди кеты ЛРЗ Дальнего Востока России и Японии в период осенних миграций в бассейне Охотского моря: А — 2011–2017 гг. (нечетные годы), Б — 2012–2016 гг. (четные годы)

Fig. 17. General long-term distribution of juvenile marked chum salmon from the SHs of Russian Far East and Japan during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk: А – 2011–2017 (odd years), Б – 2012–2016 (even years)

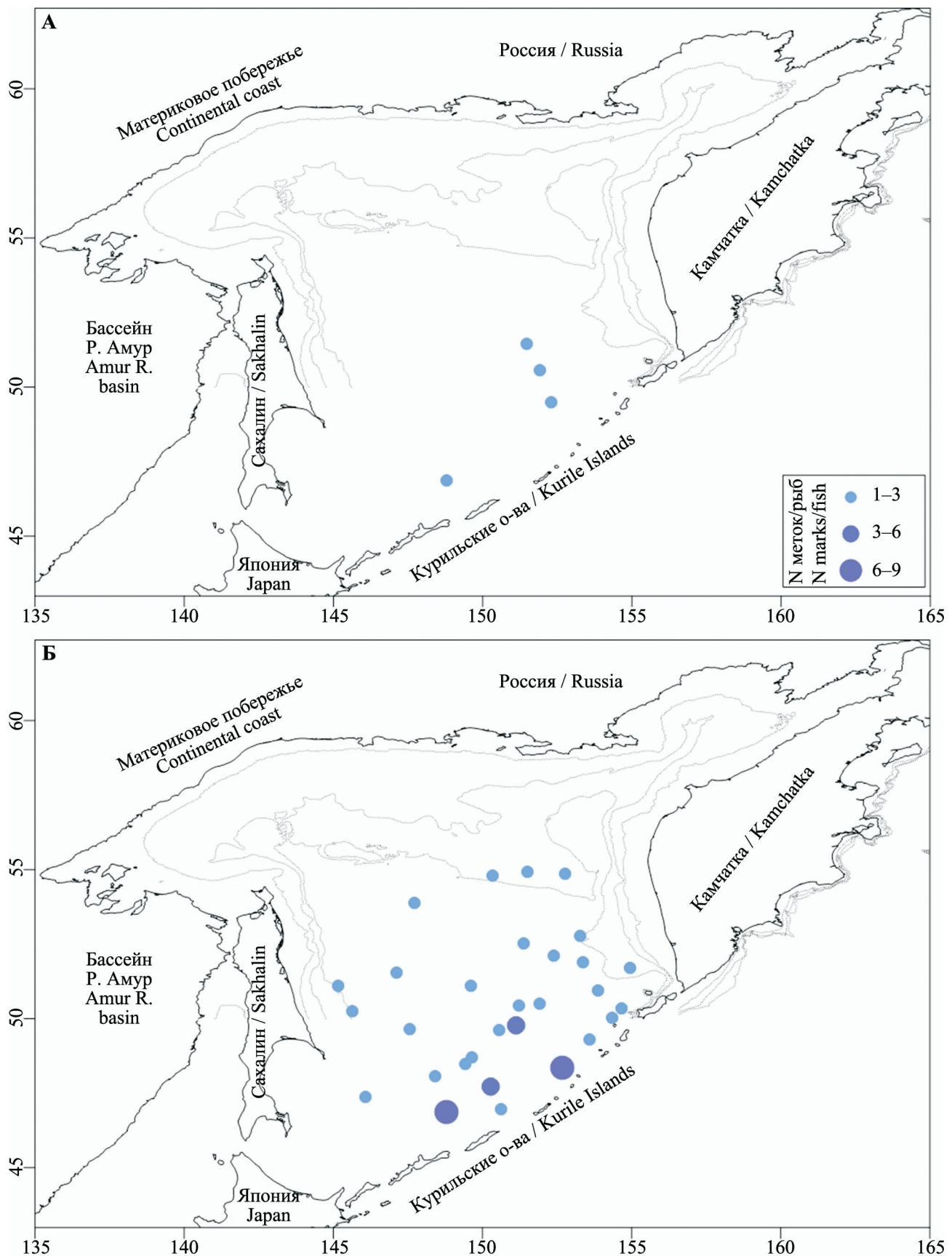


Рис. 18 (начало). Многолетнее распределение маркированной молоди кеты ЛРЗ Дальнего Востока России в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг. (нечетные годы): А — ЛРЗ Курильских о-вов, Б — ЛРЗ Сахалина

Fig. 18 (beginning). The long-term distribution of juvenile marked chum salmon from the SHs of Russian Far East during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017 (odd years): A – the SHs of the Kurile Islands, B – the SHs of Sakhalin

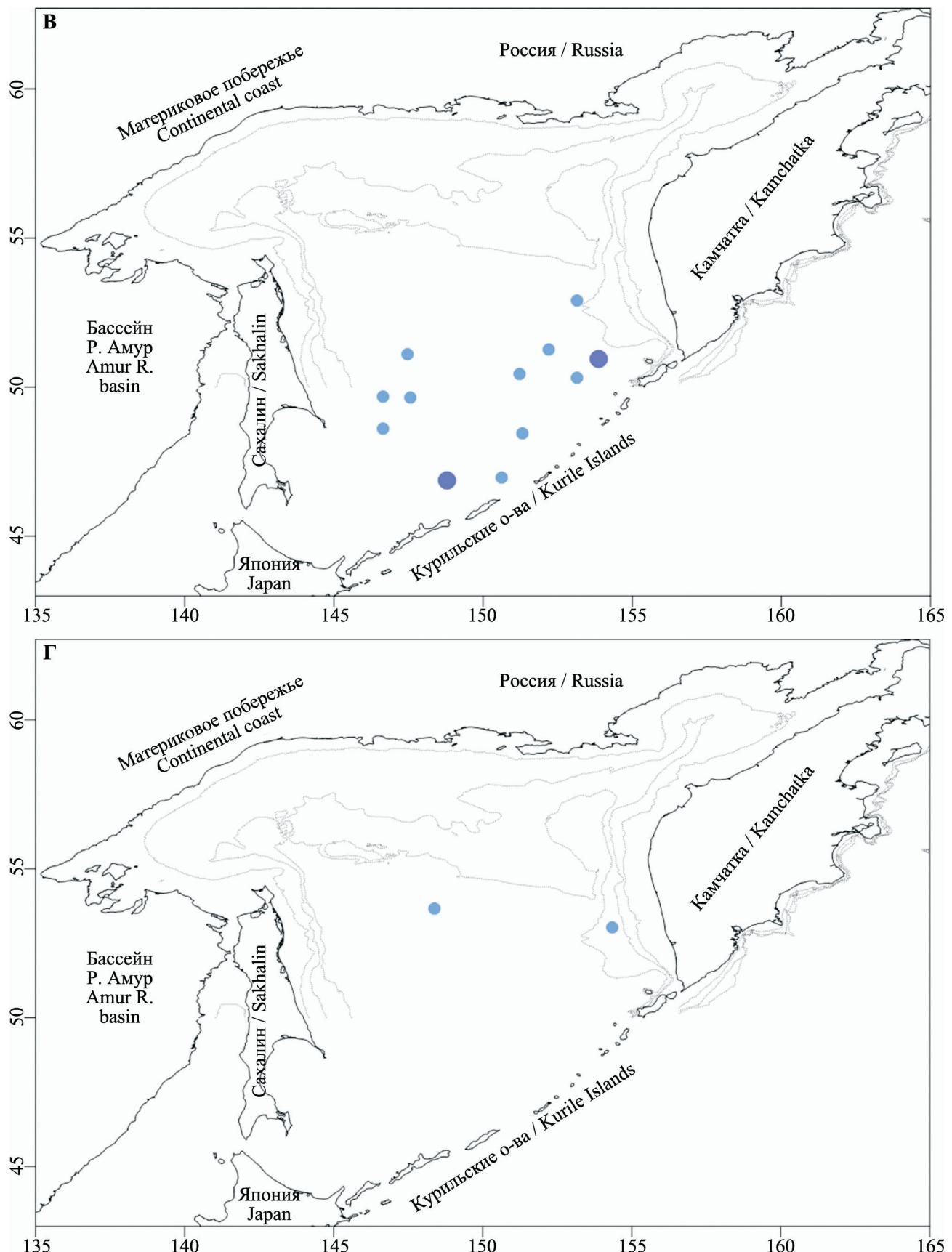


Рис. 18 (окончание). Многолетнее распределение маркированной молоди кеты ЛРЗ Дальнего Востока России в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2011–2017 гг. (нечетные годы): В — ЛРЗ материкового побережья Охотского моря, Г — ЛРЗ Западной Камчатки

Fig. 18 (the end). The long-term distribution of juvenile marked chum salmon from the SHs of Russian Far East during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2011–2017 (odd years): B — the SHs of the continental coast of the Sea of Okhotsk, Г — the SHs of West Kamchatka

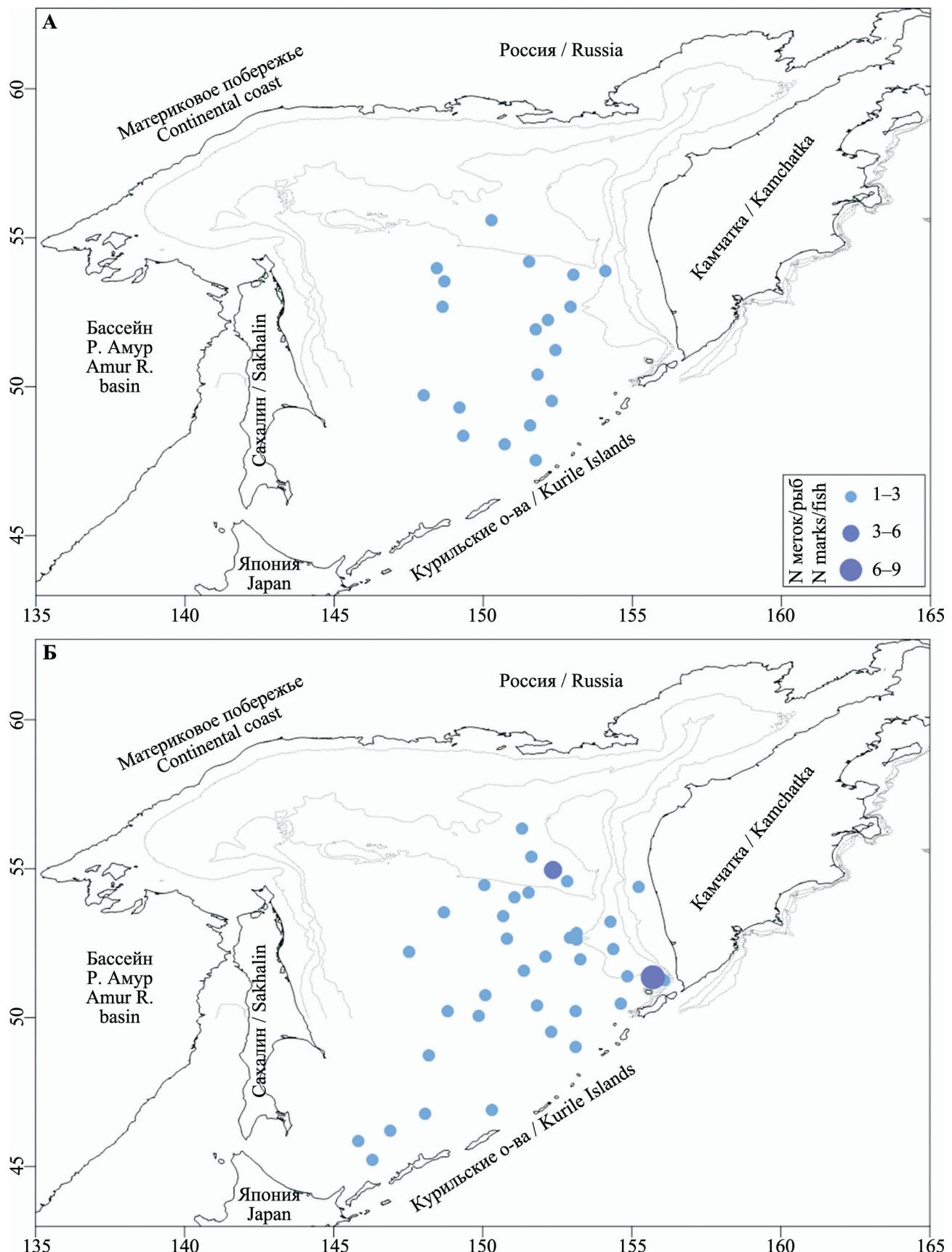


Рис. 19 (начало). Многолетнее распределение маркированной молоди кеты ЛРЗ Дальнего Востока России в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2012–2016 гг. (четные годы): А — ЛРЗ Курильских о-вов, Б — ЛРЗ Сахалина

Fig. 19 (beginning). The long-term distribution of juvenile marked chum salmon from the SHs of Russian Far East during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2012–2016 (odd years): A – the SHs of the Kurile Islands, B – the SHs of Sakhalin

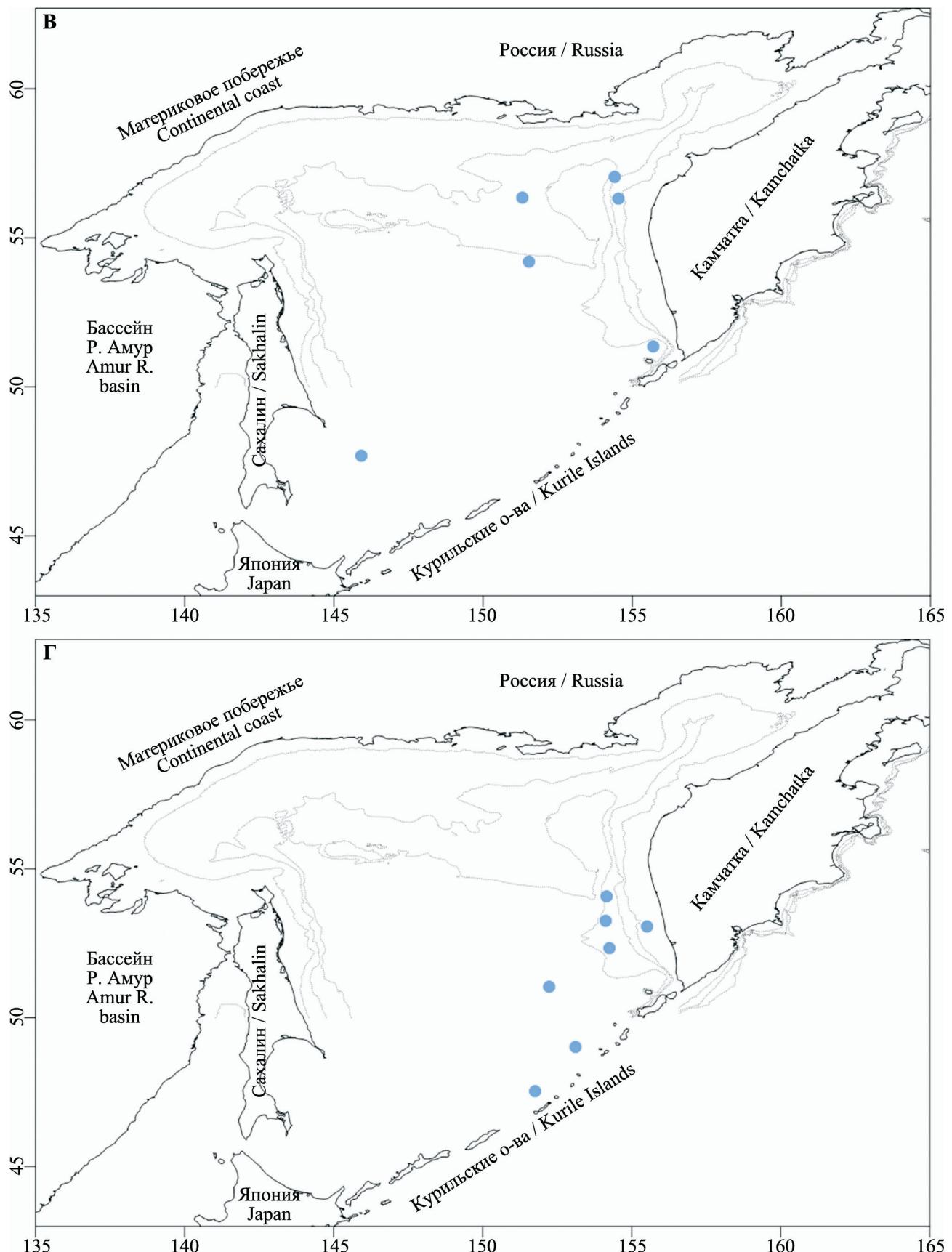


Рис. 15 (окончание). Многолетнее распределение маркированной молоди кеты ЛРЗ Дальнего Востока России в период осенних миграций в бассейне Охотского моря в 2012–2016 гг. (четные годы): В — ЛРЗ материкового побережья Охотского моря, Г — ЛРЗ Западной Камчатки

Fig. 15 (the end). The long-term distribution of juvenile marked chum salmon from the SHs of Russian Far East during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk in 2012–2016 (odd years): B — the SHs of the continental coast of the Sea of Okhotsk, Г — the SHs of West Kamchatka

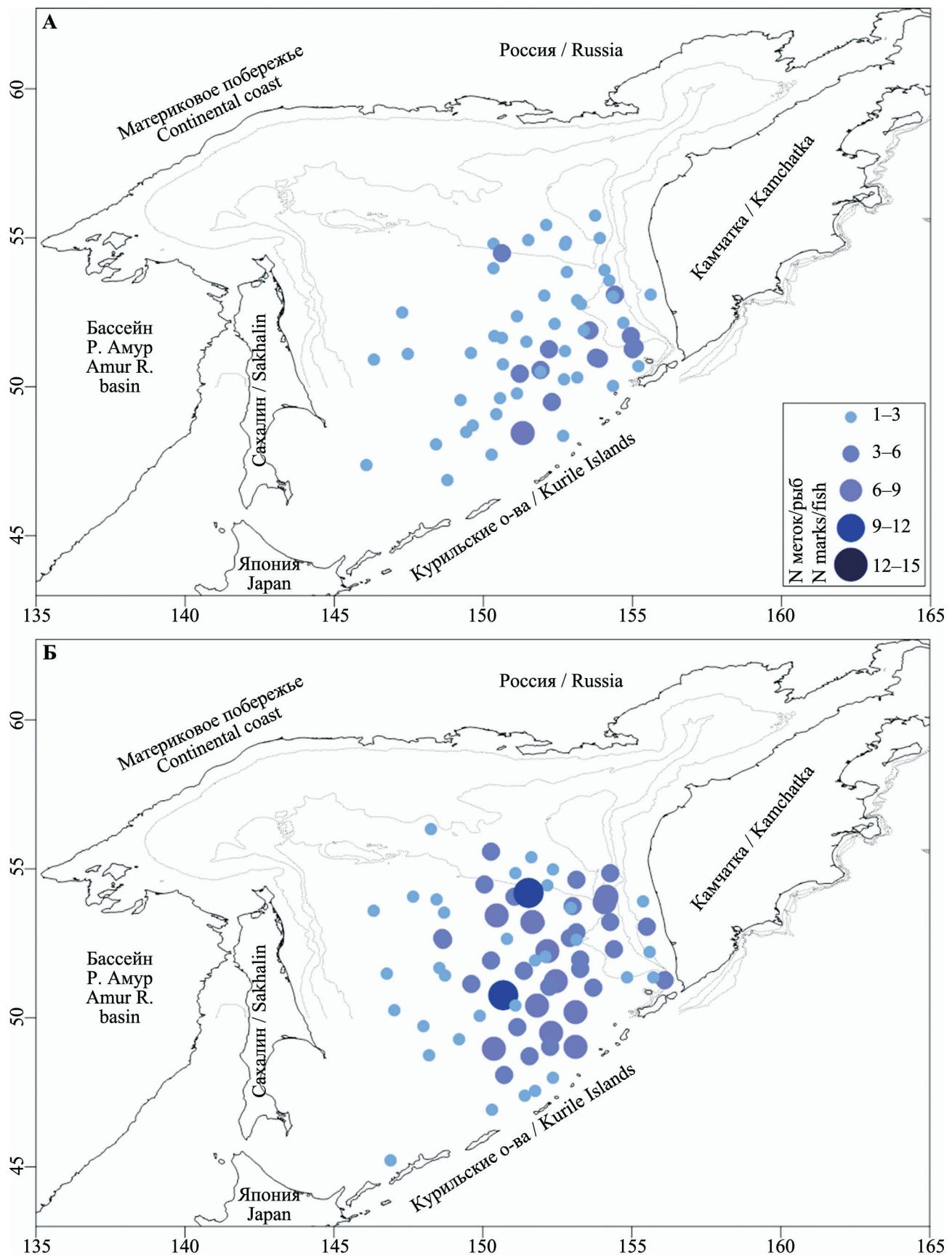


Рис. 20. Многолетнее распределение маркированной молоди кеты ЛРЗ Японии в период осенних миграций в бассейне Охотского моря: А — 2011–2017 гг. (нечетные годы); Б — 2012–2016 гг. (четные годы)
 Fig. 20. The long-term distribution of juvenile marked chum salmon from Japan SHs during autumn migrations in the basin of the Sea of Okhotsk: А — 2011–2017 (odd years); Б — 2012–2016 (even years)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований обозначены основные тенденции многолетнего пространственного распределения и относительной численности молоди горбуши и кеты заводского происхождения в бассейне Охотского моря в осенний период 2011–2017 гг.

Полученные результаты указывают на то, что циклическая миграция молоди горбуши и кеты в бассейне Охотского моря во время посткатаадромных миграций имеет системный и массовый характер. В процесс вовлечены как рыбы заводского, так и естественного происхождения. Подобная схема распределения молоди характерна для периодов четных и нечетных лет.

Заводские особи горбуши и кеты южноокеанской группировки стад (о. Сахалин, Южные Курильские о-ва, о-ва Хоккайдо и Хонсю) после ската из рек мигрируют на север и северо-восток, достигая 55–57° с. ш. и территориальных вод юго-западного побережья Камчатки. Затем молодь мигрирует обратно в юго-западном и южном направлениях, спускаясь к южным Курильским проливам для выхода в тихоокеанские воды.

Плотность скоплений заводской горбуши в нечетные годы более высока в центральной и восточной частях Охотского моря, а в четные — в западной и южной. Распределение данного вида в значительной степени зависит от формируемых продукционных показателей наиболее массовых региональных группировок заводских стад Сахалина и Южных Курильских о-вов.

Распределение молоди заводской кеты в бассейне Охотского моря в значительной степени может зависеть от флюктуаций численности урожайных и неурожайных поколений горбуши Западной Камчатки. Об этом свидетельствует плотностная структура формируемых посткатаадромных скоплений этого вида в нечетные и четные годы. В первом случае (годы ската высокочисленных поколений западнокамчатской горбуши) плотность скоплений молоди кеты в восточной части Охотского моря значительно ниже, чем во втором. При этом основу формируемой численности заводских рыб составляют особи, выпускаемые с ЛРЗ Хоккайдо и Сахалина.

Однако полагаем, что накопленной информации недостаточно для оценки эффективности работы рыбоводных предприятий Дальнего Востока России и Японии, осуществляющих выпуск лососей в воды Охотоморского бассейна и прилегаю-

щих акваторий. Основной причиной этого следует считать недостаточный уровень маркирования тихоокеанских лососей на ЛРЗ обеих стран. Поэтому для развития дальнейших исследований с выходом на практическое использование получаемых результатов необходимо расширение комплекса мер по организации масштабного маркирования тихоокеанских лососей на ЛРЗ России и Японии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бондаренко А.Л., Рудых Н.И. 2003. О крупномасштабных течениях Охотского моря и их природе // Метеорология и гидрология. № 12. С. 74–79.
- Варнавская Н.В. 2006. Генетическая дифференциация популяций тихоокеанских лососей. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 488 с.
- Волченко И.В. 2003. Морфометрические характеристики стандартных биостатистических районов для биоценологических исследований рыболовной зоны России на Дальнем Востоке // Изв. ТИНРО. Т. 132. С. 27–42.
- Ерохин В.Г. 2002. Биология молоди тихоокеанских лососей в прикамчатских водах Охотского моря. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 24 с.
- Иванов О.А., Глебов И.И., Свиридов В.В. 2006. Вертикальная структура пелагических траловых уловов тихоокеанских лососей // Изв. ТИНРО. Т. 147. С. 64–70.
- Кузнецов М.Ю. 2004. Опыт использования научного эхолота ЕК-500 для исследования распределения и количественных оценок лососей в Беринговом море в летне-осенний период // Изв. ТИНРО. Т. 139. С. 404–417.
- Лучин В.А., Жигалов И.А. 2006. Межгодовые изменения типовых распределений температуры воды в деятельном слое Охотского моря и возможность их прогноза // Изв. ТИНРО. Т. 147. С. 183–204.
- Лучин В.А., Лаврентьев В.М. 1998. Водные массы Охотского моря // Гидрометеорология и гидрохимия морей. Т. 9: Охотское море; вып. 1: Гидрометеорологические условия. СПб.: Гидрометеоиздат. С. 166–174.
- Новиков Ю.В., Самко Е.В. 2005. Сезонная изменчивость термохалинных характеристик вод эпипелагиали южной части Охотского моря // Изв. ТИНРО. Т. 142. С. 188–195.
- Чистякова А.И., Бугаев А.В. 2016. Оценка происхождения и пути миграций заводской молоди горбуши и кеты в бассейне Охотского моря в осен-

- ний период 2011–2014 гг. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 40. С. 5–23.
- Чистякова А.И., Бугаев А.В. 2013. Применение результатов отолитного маркирования для определения происхождения и путей миграций заводской молоди горбуши и кеты в Охотском море в осенний период // Изв. ТИНРО. Т. 173. С. 77–102.
- Шевляков Е.А., Чистякова А.И. 2017. Миграции молоди кеты в Охотском море, сравнительный анализ эффективности деятельности предприятий рыбоводного комплекса Дальнего Востока России и Японии // Изв. ТИНРО. Т. 191. С. 79–96.
- Шунтов В.П., Темных О.С. 2008. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Владивосток: ТИНРО-Центр. Т. 1. 481 с.
- Шунтов В.П., Темных О.С. 2011. Тихоокеанские лососи в морских и океанических экосистемах. Владивосток: ТИНРО-Центр. Т. 2. 473 с.
- Urawa S., Beacham T.D., Fukuwaka M., Kaeriyama M. 2018. Ocean ecology of chum salmon / Ed. R.J. Beamish. The ocean ecology of pacific salmon and trout. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. P. 161–317.

REFERENCES

- Bondarenko A.L., Rudykh N.I. About large-scale currents of the Sea of Okhotsk and their nature. *Meteorologiya i gidrologiya*, 2003, no. 12, pp. 74–79. (In Russian)
- Varnavskaya N.V. *Geneticheskaya differentsiatsiya populyatsiy tikhookeanskikh lososey* [Genetic Differentiation of Pacific Salmon Populations]. Petropavlovsk-Kamchatskiy: KamchatNIRO, 2006, 488 p.
- Volvenko I.V. Morphometric characteristic of standard biostatistical regions for biocenological researches of Russian Fishing Zone on Far East. *Izvestiya TINRO*, 2003, vol. 132, pp. 27–42. (In Russian)
- Erokhin V.G. *Biologiya molodi tikhookeanskikh lososey v prikamchatskikh vodakh Okhotskogo morey. Avtoreferat disertacii kandidata biologicheskikh nauk* [Biology of juvenile Pacific salmon in the Kamchatka waters of the Sea of Okhotsk. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2002, 24 p.
- Ivanov O.A., Glebov I.I., Sviridov V.V. Vertical structure of pelagic trawl catches of Pacific Salmons. *Izvestiya TINRO*, 2006, vol. 147, pp. 64–70. (In Russian)
- Kuznetsov M.Y. Experience of use of the EK-500 scientific echo sounder for research of distribution and

- quantitative calculation of Pacific Salmons in Bering Sea in summer–autumn period. *Izvestiya TINRO*, 2004, vol. 139, pp. 404–417. (In Russian)
- Luchin V.A., Zhigalov I.A. Types of water temperature distribution in active layer of the Okhotsk Sea and possibility of its prediction. *Izvestiya TINRO*, 2006, vol. 147, pp. 183–204. (In Russian)
- Luchin V.A., Lavrentiev V.M. Water masses of the Sea of Okhotsk. Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas. Vol. 9: Sea of Okhotsk; issue. 1: Hydrometeorological conditions. SPb.: Gidrometeoizdat, 1998, pp. 166–174. (In Russian)
- Novikov Y.V., Samko E.V. Seasonal variability of water thermochaline properties in epipelagic layer in the southern part of the Okhotsk Sea. *Izvestiya TINRO*, 2005, vol. 142, pp. 188–195. (In Russian)
- Chistyakova A.I., Bugaev A.V. Using the results of otolith marking for determination of origin and migration routes for hatchery juvenile pink and chum salmons in the Okhotsk Sea in autumn period. *Izvestiya TINRO*, 2013, vol. 173, pp. 77–102. (In Russian)
- Chistyakova A.I., Bugaev A.V. An assessment of the origin and migration routes of juvenile hatchery pink and chum salmon in the basin of the Okhotsk Sea in autumn in 2011–2014. *The researchers of the biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2016, vol. 40, pp. 5–23. (In Russian with English abstract.) doi: 10.15853/2072-8212.2016.40.5-23
- Shevlyakov E.A., Chistyakova A.I. Migrations of juvenile chum salmon in the Okhotsk Sea; comparative analysis of efficiency for fish hatchery complexes in Far East of Russia and in Japan. *Izvestiya TINRO*, 2017, vol. 191, pp. 79–96. (In Russian)
- Shuntov V.P., Temnykh O.S. *Tikhookeanskie lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh* [Pacific salmon in the sea and ocean ecosystems]. Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2008, vol. 1. 481 p.
- Shuntov V.P., Temnykh O.S. *Tikhookeanskie lososi v morskikh i okeanicheskikh ekosistemakh* [Pacific salmon in the sea and ocean ecosystems]. Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2011, vol. 2. 473 p.
- Urawa S., Beacham T.D., Fukuwaka M., Kaeriyama M. Ocean ecology of chum salmon. Ed. R.J. Beamish. The ocean ecology of pacific salmon and trout. American Fisheries Society, Bethesda, Maryland, 2018, pp. 161–317.

Статья поступила в редакцию: 02.06.2019

Статья принята после рецензии: 18.06.2019

УДК 597.562

DOI: 10.15853/2072-8212.2020.57.99-116

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ И БИОЛОГИИ ТИХООКЕАНСКОЙ НАВАГИ *ELEGINUS GRACILIS (TILESIUS)* ЮГО-ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

О.В. Новикова



Вед. н. с., к. б. н., Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («КамчатНИРО»)
683600 Петропавловск-Камчатский, Набережная, 18
Тел./факс: (4152) 41-27-01, 42-19-88. E-mail: Novikova.o.v@kamniro.ru

НАВАГА, ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА, СЕЗОННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ, ВСТРЕЧАЕМОСТЬ, ДИНАМИКА ВЫЛОВА, РАЗМЕРНО-ВЕСОВОЙ СОСТАВ, СОЗРЕВАНИЕ

В результате проведенных анализов снурреводных уловов в прибрежных водах Юго-Восточной Камчатки было установлено, что распределение наваги в исследуемые сезоны приурочено к районам с выраженной материковой отмелью, в зоне действия круговоротов, и повышенной биомассой бентоса, где уловы достигают 2,5 т/замет. По данным траловых и снурреводных съемок, запасы, встречаются, доля в общем вылове и уловы наваги в районе исследований характеризуются незначительными величинами, увеличиваясь в осенне-зимний период. В исследуемые годы (2003–2018 гг.) вылов наваги при снурреводном промысле колебался в пределах 1–189 т и в среднем составил 31,8 т. В снурреводных уловах встречаются рыбы длиной от 11 до 56 см и массой от 20 до 750 г. Средняя длина и масса наваги, пойманной в летний период, составляет 30,8 см и 241,7 г, а в зимний — 31,2 см и 301,6 г. На основании данных о распределении численности рыб, различий размерных составов и сроков созревания в заливах и на шельфе у юго-восточной оконечности побережья Камчатки, высказано предположение о существовании самостоятельных воспроизводящихся группировок наваги.

SOME PECULIARITIES OF SAFFRON COD *ELEGINUS GRACILIS (TILESIUS)* BIOLOGY AND DISTRIBUTION ON SOUTH-EAST KAMCHATKA

Olga V. Novikova

Leading Scientist, Ph. D. (Biology); Kamchatka Branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography ("KamchatNIRO")
683000 Petropavlovsk-Kamchatsky, Naberezhnaya, 18
Tel./fax: (4152) 41-27-01, 42-19-88. E-mail: Novikova.o.v@kamniro.ru

SAFFRON COD, SOUTHEAST KAMCHATKA, SEASONAL DISTRIBUTION, FREQUENCY, CATCH DYNAMICS, LENGTH-WEIGHT COMPOSITION, MATURATION

Analysis of Danish seine catches from the coastal waters of South-East Kamchatka has revealed all seasonal distribution of saffron cod connected to the sites of the continental sandbanks influenced by aquatic vortexes with increased benthic biomass, where the catches could reach 2.5 t/fishing operation. Based on the data of the trawl and Danish seine surveying, the stock abundance, the occurrence frequency, the catches of saffron cod and the contribution into the total catch in the area mentioned increased in the fall-winter period, but could not be characterized as significant. In the period of the research (2003–2018) the Danish seine catches of saffron cod varied as 1–189 t, averaged 31.8 t. The fish in the Danish seine catches had the body length from 11 to 56 cm and the body weight from 20 to 750 g. The mean length and weight of saffron cod in summer was 30.8 cm and 241.7 g and in winter – 31.2 cm and 301.6 g respectively. Occurrence of independent reproductive groups of saffron cod in the coastal bays and on the shelf of South-East Kamchatka can be suggested based on the data of stock abundance distribution, differences in the size composition and the time of maturity.

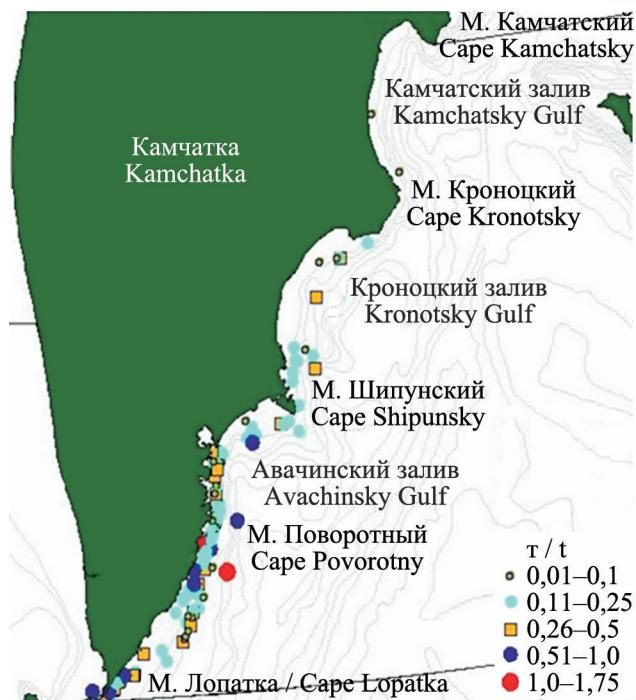
Восточнокамчатский шельф — традиционный район снурреводного и тралового промысла донных видов рыб (камбал, трески, палтусов) маломерным и среднетоннажным флотом различных предприятий Дальневосточного региона. Камчатский, Кроноцкий, Авачинский заливы и юго-восточная часть шельфа Камчатки, входящие в Петропавловско-Командорскую рыбопромысловую подзону, являются районами интенсивного зимне-весеннего снурреводного промысла на зимовальных и нерестовых скоплениях минтая, трески и

двуухлинейной камбалы (Василенец, Терентьев, 2008; Варкентин, Сергеева, 2017). Одним из объектов прилова этих видов промысла является навага.

Сведения в литературе о пространственном распределении и биологии тихоокеанской наваги, обитающей у Юго-Восточной Камчатки, до сих пор были весьма ограничены. Так, по данным траловой съемки, проведенной в августе–сентябре 1999 г., опубликованы две работы, в которых представлена некоторая информация о биологии и распределении наваги в заливах (Коростелев,

2000а, 2000б). Проведены исследования по питанию наваги в Авачинской губе (Авачинский залив) в два первых года жизни (Василенец, Доценко, 2001) и ее молоди (Максименков, 2007). Определены пищевые предпочтения взрослой наваги, обитающей в оз. Нерпичьем (Камчатский залив) (Данилин и др., 2012). П.М. Василенец и В.С. Доценко в 2003 г. опубликовали информацию о биологии наваги Авачинской губы в первые два года жизни. По данным снурреводных уловов был проведен обзор промысла наваги в исследуемом районе (Новикова, 2013). На основе материалов, собранных из сетных, неводных и удебных уловов наваги в Авачинской губе, были охарактеризованы ее биологический цикл в этом водоеме и некоторые другие показатели (Трофимов, Сергеева, 2014). Таким образом, сведения о наваге Юго-Восточной Камчатки ограничены достаточно разрозненной информацией.

Цель работы — выяснить некоторые особенности распределения и биологии тихоокеанской наваги, обитающей в заливах и на шельфе у юго-восточного побережья Камчатки. Для достижения этой цели были поставлены следующие задачи: охарактеризовать условия обитания наваги, пространственно-батиметрическое распределение, сезонную и многолетнюю динамику уловов, встречаемость, а также особенности биологии.



МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Район исследований включает шельф у юго-восточной оконечности п-ова Камчатка и заливы Камчатский, Кроноцкий и Авачинский от м. Лопатка до м. Камчатского (рис. 1).

Источником сведений о промысле и сезонной изменчивости распределения наваги в течение года являются материалы отраслевой системы мониторинга Росрыболовства (ОСМ) на основе анализа данных судовых суточных донесений (ССД) (Положение..., 1996; Vasilets, 2015) за период с 2003 по 2018 гг., содержащих информацию по 281 судосуткам снурреводного лова.

Для исследования сезонной и многолетней динамики обилия и встречаемости наваги использовали материалы, собранные во время учетных донных траловых съемок в 1999 г. (август–сентябрь), в 2002 г. (август–сентябрь), в 2005 г. (октябрь–ноябрь) и в 2017 г. (июнь–сентябрь). Исследования проводили по стандартным методикам. Траления продолжительностью 30 мин выполняли в светлое время суток. В работе также использованы результаты снурреводных съемок, проведенных в 2004 г. (октябрь–ноябрь), в 2010 г. (июнь, август, ноябрь), в 2013 г. (август, ноябрь) и в 2014 г. (март–апрель, июль–август). Всего обработаны результаты 354 тралений и 339 заметов снурревод-

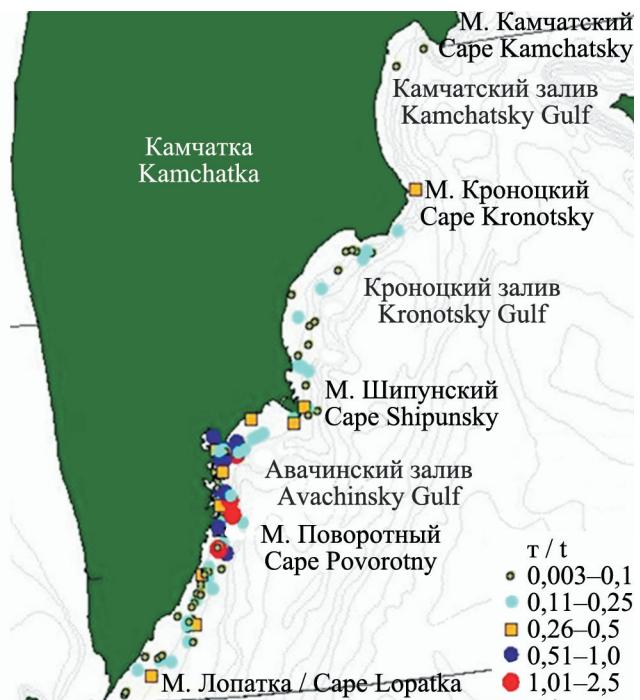


Рис. 1. Распределение промысловых скоплений нагульной (А) и зимующей (Б) наваги в районе Юго-Восточной Камчатки в 2003–2018 гг., т/замет
Fig. 1. The distribution of the commercial aggregations of feeding (A) and wintering (B) saffron cod near the southeastern part of Kamchatka in 2003–2018, t/effort

вода (табл. 1). Данные по уловам наваги пересчитаны для трала на час траления, для снурревода — на замет.

Для биологической характеристики наваги Юго-Восточной Камчатки были использованы биостатистические данные, собранные в разные сезоны с 1996 по 2017 гг. во время промысловых операций в количестве: полный биологический анализ — 692 экз., массовый промер — 2236 экз. Промысел осуществлялся тресково-камбальным снурреводом на глубинах от 20 до 260 м.

Для математического выражения величины упитанности применяли предложенную Фультоном формулу (Правдин, 1966):

$$Q = w * 100 / l^3,$$

где w — вес тела рыбы, г; l — ее длина, см; Q — коэффициент упитанности.

Средний гонадосоматический индекс (%) самок и самцов наваги из разных районов Юго-Восточной Камчатки определяли по формуле: ГСИ = масса гонады, г / масса тела без внутренностей (порки), г * 100%.

Для размерных составов наваги в заливах и на шельфе Юго-Восточной Камчатки рассчитывали средний показатель, ошибку, коэффициент вариации по формуле:

$$CV = 100 * \delta / M,$$

где δ — стандартное отклонение, M — среднее значение признака (Рокицкий, 1973). Достоверность различий размерного состава наваги из четырех районов Юго-Восточной Камчатки (шельф у юго-восточной оконечности п-ова Камчатка и заливы

Камчатский, Кроноцкий и Авачинский) определяли с помощью критерия Стьюдента (Лакин, 1990).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Экология обитания наваги

Район обитания исследуемой группировки наваги является обособленной (в океанологическом отношении) акваторией. Субарктические воды, заполняющие этот район, подвержены постоянному влиянию холодных и менее соленых вод западной части Берингова моря и материковому воздействию Камчатки (Ростов и др., 2005).

Шельф юго-восточной оконечности Камчатки (от м. Лопатка до м. Поворотного) является открытым участком прибрежной зоны, характеризуется относительно спокойным рельефом дна и находится под воздействием вод холодного Камчатского течения и океанских вод. Авачинский залив является самым южным из трех восточно-камчатских заливов. Он широко открыт в океан и слабо вдается в сушу. Береговая линия относительно изрезана. Залив также находится под влиянием вод холодного Камчатского течения и более теплых океанских вод (Голиков, Скарлато, 1982). Существенное влияние на распределение и изменчивость гидрологических характеристик Кроноцкого и Камчатского заливов оказывает Восточно-Камчатское течение, выносящее через Камчатский пролив холодные воды из западной части Берингова моря и распространяющееся вдоль берегов полуострова (Храпченков, 1991; Ростов и др., 2005).

Таблица 1. Материалы донных траловых и снурреводных съемок, выполненных в районе Юго-Восточной Камчатки в 1999–2017 гг.

Table 1. Data of the bottom trawl and Danish seine surveys carried near the southeastern coast of Kamchatka in 1999–2017

Период проведения съемок Survey period	Судно / Ship	Кол-во операций Number of stations	Тип орудия лова Fishing gear	Диапазон глубин, м Depth range, m
1999 Август–сентябрь August–September	CPTM-K «Шурша» SRTM-K “Shursha”	103	ДТ 28,0 bottom trawl	20–200
2002 Август–октябрь August–October	PKMPT «Фортуна» RKMRT “Fortuna”	122	ДТ 27,1 bottom trawl	22–204
2005 Октябрь–ноябрь October–November	CPTM «Юмир» SRTM “Umir”	82	Fiska II-55	20–200
2017 Июнь–сентябрь June–September	MPTK «Инженер Мартынов» MRTK “Inzhener Martynov”	47	ДТ 18,8	27–206
2004 Октябрь–ноябрь October–November	MPTK-316 MRTK-316	38	Снур. 40,3/39,3 Danish seine	54–290
2010 Июнь, август, ноябрь June, August, November	MPTK-316 MRTK-316	82	Снур. 40,3/39,3 Danish seine	34–147
2013 Август / August Октябрь–декабрь October–December	MPTK-316 MRTK-316	52 49	Снур. 40,3/39,3 Danish seine	36–196 63–320
Март / March 2014 Июль–август July–August	MPTK-316 MRTK-316	118	Снур. 40,3/39,3 Danish seine	38–268

Характерной чертой Юго-Восточной Камчатки (от м. Лопатка до м. Камчатского) является слабо выраженный шельф. Его ширина обычно находится в пределах от 1–3 до 10–15 миль, но в некоторых местах (большие заливы, район м. Лопатка) она достигает 30 миль. Для сравнения: ширина шельфа у северо-восточного и западного побережий Камчатки, где численность и биомасса наваги достигает высоких значений, составляет от 40 до 50 миль (Шунтов, 2001). Соответственно, и количество обитающего у Юго-Восточной Камчатки бентоса, являющегося основным коровьим объектом наваги (Николотова, 1954; Семененко, 1970; Дулепова, Борец, 1985; Токранов, Толстяк, 1990; Чучукало и др., 1999; Новикова, 2012), значительно уступает таковому у западного и северо-восточного побережий Камчатки. Так, средние биомассы бентоса для диапазона от 0 до 300 м для юго-восточной оконечности шельфа Камчатки составляют 280 г/м², для Авачинского залива — 264 г/м², для Кроноцкого — 247 г/м², для Камчатского — 158 г/м². Для всего восточно-камчатского района средняя биомасса определена в 251 г/м², тогда как средняя биомасса бентоса на шельфе Охотского моря составляет 394 г/м², а в Беринговом море — 287 г/м² (Шунтов, 2001). По данным Г.М. Беляева (Зенкевич, 1963), биомасса зообентоса на некоторых участках дна заливов Северо-Восточной Камчатки составляет 500–1000 и более г/м².

Все эти факторы оказывают существенное влияние на биологию наваги Юго-Восточной Камчатки, ее численность, распределение и промысел.

Пространственное распределение

Сведения о распределении наваги в районе исследований до сих пор весьма ограничены. Ранее

было отмечено, что она в своем распределении не выходит за границы шельфовой зоны (Сафонов, 1986), что подтверждается и результатами наших исследований.

Пространственное распределение в районе исследований в летний период характеризовалось наличием трех участков с повышенными концентрациями: у юго-восточной оконечности побережья Камчатки к югу от м. Поворотного до м. Лопатка и у побережий Авачинского и Кроноцкого заливов (рис. 1, табл. 2). К северу от Кроноцкого залива навага на протяжении всего периода исследований практически не встречалась и отмечена в Камчатском заливе лишь единичными поимками. У юго-восточного шельфа Камчатки, несмотря на высокую частоту встречаемости, уловы большой величиной не отличались и не превышали 1,75 т/замет. Несколько меньшей величиной (до 1,0 т/замет) характеризовались уловы в Авачинском заливе. В Кроноцком заливе максимальные уловы были зарегистрированы на глубинах от 100 до 133 м, где их величина немногим превышала 0,4 т/замет (рис. 1, табл. 2).

Зимой характер распространения промысловых концентраций наваги начинает меняться. Скопления ее значительно сокращаются в Кроноцком заливе и увеличиваются концентрации в районе м. Шипунского. Наряду с этим, на акваториях, расположенных в центре Авачинского залива и на юго-восточной оконечности шельфа южнее м. Поворотного, сохраняются промысловые скопления с уловами, достигающими, соответственно, 2,5 и 1,8 т/замет. При этом средние глубины их сосредоточения значительно увеличиваются, что связано с сезонной миграцией наваги.

Обращает на себя внимание факт формирования наиболее плотных скоплений как нагульной,

Таблица 2. Некоторые количественные показатели наваги в снурреводных уловах в заливах и на шельфе у юго-восточной оконечности Камчатки в 2003–2018 гг.

Table 2. Some of the quantitative characteristics of saffron cod in the Danish seine catches in the gulfs and on the shelf near the southeastern part of Kamchatka in 2003–2018

Район District	Летние уловы / Summer catches		Зимние уловы / Winter catches	
	Глубина, м Depth, m	Средний улов на замет, т Average catch per a haul, t	Глубина, м Depth, m	Средний улов на замет, т Average catch per a haul, t
Юго-Восточная Камчатка South-East Kamchatka	142 25–315	0,21 0,01–1,75	183 67–340	0,25 0,002–2,5
Авачинский залив Avachinsky Gulf	136 40–258	0,23 0,03–1,0	242 130–346	0,33 0,007–1,8
Кроноцкий залив Kronotsky Gulf	114 23–207	0,17 0,01–0,44	227 50–335	0,11 0,005–0,25
Камчатский залив Kamchatsky Gulf	160 129–170	0,08 0,03–0,18	199 130–147	0,14 0,01–0,13
Весь район Area in the whole	139 25–315	0,208 0,01–1,75	209 67–346	0,251 0,0025–2,5

так и зимующей наваги в одних и тех же районах Юго-Восточной Камчатки (южная часть Авачинского залива и шельф юго-восточной оконечности побережья Камчатки), что связано с образованием в этих зонах антициклонических вихрей (Храпченков, 1989, 1991). Формирование скоплений наваги в зоне действия круговоротов отмечено также в Корфо-Карагинском районе западной части Берингова моря, на шельфе Западной Камчатки и в тихоокеанских водах Северных Курильских островов (Новикова, 2002; Антонов, Новикова, 2003; Орлов и др., 2011).

Таким образом, промысловые скопления наваги в водах Юго-Восточной Камчатки в исследуемые сезоны приурочены, главным образом, к районам с более выраженной материковой отмелью, в зоне действия круговоротов, и повышенной биомассой бентоса.

Батиметрическое распределение

О сезонных изменениях глубин обитания наваги, связанных со сменой фаз жизненного цикла, хорошо известно. Согласно литературным данным, глубины обитания наваги ограничены 450-метровой изобатой. В осенне-зимний период

навага обитает на относительно больших глубинах, а в летний период, во время нагула — в прибрежных водах (Сафонов, 1986; Антонов, Новикова, 2003; Орлов и др., 2011; Новикова, 2009, 2014).

В юго-восточной части Камчатского полуострова навага в уловах встречалась на глубинах от 25 до 346 м при средней глубине поимок 168,6 м. Средняя глубина обитания наваги с февраля по июль последовательно уменьшалась со 278 до 55 м. При этом в летний период (с июня по сентябрь) навага распределялась в достаточно узком диапазоне средних глубин — от 55 до 80 м. К январю она вновь широко рассредоточивалась на глубине от 102 до 346 м (рис. 2).

Распределение уловов по глубинам было обусловлено сезонным изменением глубин обитания (рис. 3). Максимальные уловы (свыше 0,5 т/замет) отмечались в летних снюорреводных уловах до 50 м (34% от улова) и в зимних уловах (около 0,9 т/замет) на глубине от 301–350 м (50,2% от улова). Низкие уловы наваги в апреле–июне связаны с ее нахождением в это время в прибрежных водах, недоступных для промысла. По литературным данным (Сафонов, 1986; Антонов, Новикова, 2003), во время летнего нагула (до августа) навага

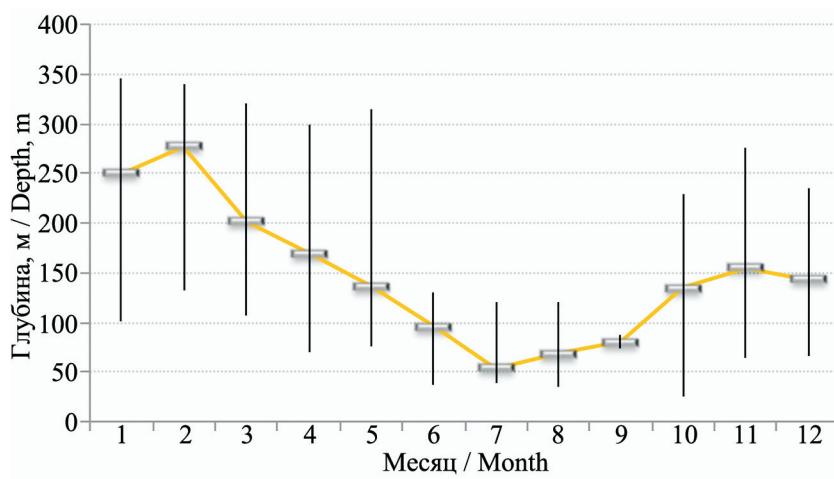


Рис. 2. Среднемноголетние изменения глубин обитания наваги в течение года в районе Юго-Восточной Камчатки в 2003–2018 гг. по данным промысловых уловов (вертикальные линии — пределы глубин обитания, маркеры — средние значения)

Fig. 2. The average annual dynamics of saffron cod habitat depth round the year near the southeastern part of Kamchatka in 2003–2018 on the data of commercial catches (the vertical lines — the habitat depth limits, the markers — the mean values)

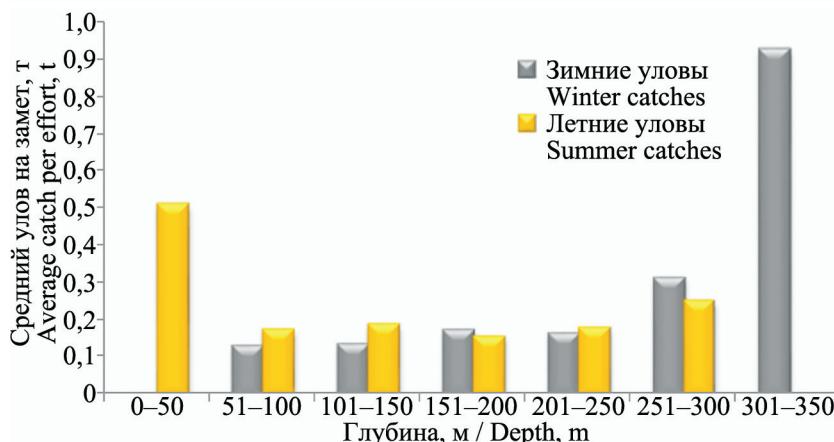


Рис. 3. Распределение уловов наваги по глубинам у юго-восточного побережья Камчатки в летних и зимних снюорреводных уловах в 2003–2018 гг., т/замет

Fig. 3. The depth range distribution of saffron cod near the southeastern part of Kamchatka in the summer and winter Danish seine catches in 2003–2018, t/effort

населяет прибрежные участки с глубинами преимущественно до 40 м. Отход крупных особей от берегов происходит в июле (Сафонов, 1986; Новикова, 2009). Вероятно, этим фактором обусловлен рост ее уловов в августе (рис. 4). В осенне-зимний период (сентябрь–декабрь) менее плотные скопления наваги рассредоточиваются на средних глубинах от 80 до 150 м, увеличиваясь к январю–марту, когда преимущественно молодые особи наваги начинают концентрироваться в диапазоне в среднем от 200 до 280 м, что отразилось на повышении интенсивности промысла (рис. 2 и 4).

В целом, характер вертикального распределения наваги в районе исследований схож с таковым в других частях ареала (Сафонов, 1986; Антонов, Новикова, 2003; Орлов и др., 2011; Новикова, 2014).

Встречаемость и динамика уловов

Проведенная донная траловая съемка в заливах Восточной Камчатки в августе–сентябре 1999 г. на глубинах 20–200 м показала отсутствие промысловых запасов наваги, несмотря на то, что остались необследованными глубины до 20 м. Навага встречалась единичными экземплярами на глубинах до 100 м. Максимальное обилие отмечено в Кроноцком заливе в районе, прилегающем к оз. Калыгирь. Размеры особей наваги изменились от 21 до 33 см. Средняя масса составила 0,18 кг. В пересчете на 1 час траления ее уловы изменились от 0,02 до 0,28 кг (среднее — 0,19 кг). Ученная биомасса на глубинах выше 20 м составила 35 т (табл. 3).

Выполненная в августе–сентябре 2002 г. донная траловая съемка показала, что основные скопления наваги находятся в Камчатском заливе и составляют 510 тыс. экз. (более 86% от

учтеноной численности) и 83 т (около 80% от учтеноной биомассы). Частота встречаемости в этот период в исследованных заливах была менее 0,01%. Оцененная биомасса наваги в Камчатском заливе в ноябре 2005 г. составила уже 465 т, а численность — 1110 тыс. экз. При этом частота ее встречаемости увеличилась до 37,5% (табл. 3). Облавливались достаточно крупные особи, однако уловы не превышали 21 кг за получасовое траление. Длина наваги варьировала от 30,5 до 41,5 см (в среднем 36,3 см), то есть достигала вполне промысловых величин. Несмотря на то, что величина средних уловов на одну промысловую операцию была, в целом, невелика (13 экз., или 5,5 кг), отдельные уловы достигали 96 экз. (40,4 кг) (табл. 4). В июне–сентябре 2017 г. общая биомасса наваги на обследованном участке на шельфе у юго-восточного побережья и в Авачинском заливе оценена в 42,81 т. Доля в траловых уловах составила 0,02%. Частота встречаемости возросла, по сравнению со сходным периодом проведенной съемки в 2002 г., и составила 5,0% (табл. 3).

В отличие от донных траловых съемок, результаты проведенных снуррреводных съемок показали, что наибольшие скопления навага образует в районе юго-восточной оконечности побережья Камчатки и в Авачинском заливе. Так, учтенная численность и биомасса наваги в 2013 г. в районе юго-восточной оконечности побережья Камчатки составили 1475 тыс. экз. и 316,9 т, а в Авачинском заливе — 790 тыс. экз. и 156,2 т. Однако съемка, проведенная в следующем году в схожий период, показала сокращение запасов в обоих районах почти в 20 раз. Возможно, этот факт связан с особенностями проведения данной

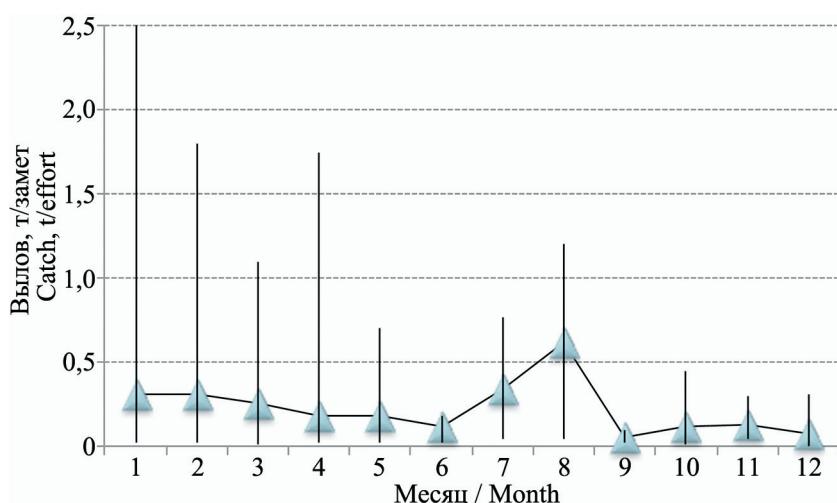


Рис. 4. Сезонная динамика величины уловов наваги в течение года в районе Юго-Восточной Камчатки в 2003–2018 гг.

Fig. 4. The seasonal dynamics of the catches of saffron cod round the year near the southeastern part of Kamchatka in 2003–2018

снурреводной съемки. Как следует из таблиц 5 и 6, частота встречаемости и доля в общем вылове в снурреводных уловах возрастает в осенний период.

Таким образом, в траловых и снурреводных уловах навага наблюдается единично и ни в одном заливе Юго-Восточной Камчатки промысловых скоплений не образует. Тем не менее Авачинский залив остается основным районом промысла наваги на акватории Юго-Восточной Камчатки. Промысел ее в этом районе ведется как с судов, так и с берега. При этом на долю судового промысла приходится около 11% от общего вы-

лова (Васильтев, Терентьев, 2008). В исследуемые годы (2003–2018 гг.) вылов наваги при снурреводном промысле колебался в пределах 1–189 т и в среднем составил 31,8 т (рис. 5). Как следует из рисунка, наибольшая частота встречаемости наблюдалась в 2004–2005 гг., а максимальные уловы были характерны для 2004, 2009 гг. и 2015–2017 гг.

Характер динамики уловов наваги в районах Юго-Восточной Камчатки по месяцам имеет ярко выраженную сезонную изменчивость. Минимальный относительный среднемноголетний улов за месяц, равный 0,9% от общегодового,

Таблица 3. Ученная численность, биомасса и частота встречаемости (%) наваги Юго-Восточной Камчатки по результатам донных траловых съемок

Table 3. The abundance, the biomass and the frequency (%) of saffron cod near the South-East Kamchatka observed on the data of the bottom trawl surveys

Период проведения съемки Survey period	Количественные показатели Quantitative indices	Юго-Восточная Камчатка South-East Kamchatka	Авачинский залив Avachinsky Gulf	Кроноцкий залив Kronotsky Gulf	Камчатский залив Kamchatsky Gulf	Всего Total
1999 г. Август–сентябрь August–September	Численность, тыс. экз. Stock, thous. specs	–	70,0	79,0	11,0	160,0
	%	–	0,04	0,02	0,02	0,03
	Биомасса, т / Biomass, t	–	15,5	14,3	5,4	35,2
	%	–	0,03	+*	0,01	0,02
2002 г. Август–сентябрь August–September	Частота встречаемости, % Occurrence frequency, %	–	+	+	+	+
	Численность, тыс. экз. Stock, thous. specs	–	9,0	71,0	510,0	590,5
	%	–	+	0,03	0,12	0,07
	Биомасса, т / Biomass, t	–	3,0	17,0	83,0	102,8
2005 г. Октябрь–ноябрь October–November	%	–	0,01	0,03	0,37	0,14
	Частота встречаемости, % Occurrence frequency, %	–	+	+	+	+
	Численность, тыс. экз. Stock, thous. specs	–	–	–	1109,7	–
	%	–	–	–	3,69	–
2017 г. Июнь–сентябрь June–September	Биомасса, т / Biomass, t	–	–	–	464,9	–
	%	–	–	–	1,56	–
	Частота встречаемости, % Occurrence frequency, %	–	–	–	37,5	–
	Численность, тыс. экз. Stock, thous. specs	160,0	–	–	–	–
	%	0,02	–	–	–	–
	Биомасса, т / Biomass, t	42,8	–	–	–	–
	%	0,02	–	–	–	–
	Частота встречаемости, % Occurrence frequency, %	5,0	–	–	–	–

*— <0,01%

Таблица 4. Основные характеристики тралений за период проведения донных траловых съемок в 1999 и 2005 гг.

Table 4. General characteristics of trawlings for the period of the bottom trawl surveys in 1999 and 2005

Длина, см Length, cm	Масса, кг Weight, kg	Улов на траление, кг Catch per haul, kg	Улов на ч/трапл., кг Catch per hour/haul, kg	Улов на ч/трапл., экз. Catch per hour/haul, specs	Доля в улове (по массе), % Part (weight) in the catch, %	Доля в улове (по численности), % Part (number) in the catch, %
1999 г. Август–сентябрь / August–September						
21,0–33,0	0,180	0,04–0,14 0,09	0,02–0,28 0,19	0,42–1,08 0,65	0,01–0,03 0,02	0,02–0,04 0,03
2005 г. Октябрь–ноябрь / October–November						
30,5–41,5 36,3	0,3–0,4 0,38	0,0–20,2 2,9	0,0–40,4 5,5	0,0–96,0 13,1	0,0–0,3 0,1	0,0–0,2 0,1

отмечается в сентябре, а максимальный, 24,3% — в марте (рис. 6). С декабря по март наблюдается его бурный рост, соответственно с 2,8 до 24,3%. В июне он заметно снижается до 1,2%, но затем в июле–августе следует новый подъем, после чего

в сентябре происходит спад. С октября по декабрь уловы незначительны и колеблются от 3,0 до 5,0% от годового улова. Таким образом, уловы наваги достигают существенных величин с января по апрель при максимальных значениях в марте (не-

Таблица 5. Ученная численность, биомасса и частота встречаемости (%) наваги Юго-Восточной Камчатки по результатам снурреводных съемок

Table 5. The abundance, the biomass and the frequency (%) of saffron cod observed near the South-East Kamchatka on the data of the Danish seine surveys

Период проведения съемки Survey period	Количественные показатели Quantitative indices	Юго-Восточная Камчатка South-East Kamchatka	Авачинский залив Avachinsky Gulf	Кроноцкий залив Kronotsky Gulf	Всего Total
2013 г. Август August	Численность, тыс. экз. Stock, thous. specs	1475,0	790,0	125,0	2390,0
	%	0,79	0,20	0,07	0,35
	Биомасса, т / Biomass, t	316,9	156,2	30,8	503,8
	%	0,33	0,30	0,04	0,22
2014 г. Июль–август July–August	Частота встречаемости, % Occurrence frequency, %	—	—	—	17,3
	Численность, тыс. экз. Stock, thous. specs	63,4	46,3	—	109,7
	%	0,04	0,02	—	0,03
	Биомасса, т / Biomass, t	13,6	9,2	—	—
	%	0,01	0,02	—	0,015
	Частота встречаемости, % Occurrence frequency, %	—	—	—	13,1
	Численность, тыс. экз. Stock, thous. specs	63,4	46,3	—	109,7
	%	0,04	0,02	—	0,03

Таблица 6. Частота встречаемости (%), общий вылов и улов на замет (кг) и доля в общем вылове наваги Юго-Восточной Камчатки по результатам снурреводных съемок

Table 6. The frequency (%), the total catch, the catch per an effort (kg) and the contribution into the total catch of saffron cod near the South-East Kamchatka on the data of the Danish seine surveys

Период проведения съемки Survey period	Частота встречаемости, % Occurrence frequency, %	Улов, кг Catch, kg	Доля в уловах, % Part in the catches, %	Доля в общем вылове, % Part in the total catch, %	Улов на замет, кг Catch per haul, kg	Средний вес, кг Average weight, kg	Длина, см Length, cm
2004 Октябрь–ноябрь October–November	31,9	635,0	—	0,54	—	—	27,0–38,0
2010 Июнь / June	21,4	7,4	0,15	0,93	0,26	0,15	17,0–37,0
Август / August	37,0	66,9	1,1	0,37	2,47	0,17	22,0–34,0
Ноябрь / November	66,7	550,0	3,0	2,30	34,67	0,18	14,0–36,0
2013 Ноябрь / November	22,4	224,4	0,10	0,10	4,58	0,43	27,0–35,0
Март / March	22,2	138,9	0,72	0,15	5,80	0,35	31,0–49,0
2014 Июль / July	12,5	7,7	0,06	0,01	0,16	0,20	21,0–37,0
Август / August	17,3	323,4	1,85	0,40	6,20	0,23	26,0–39,0

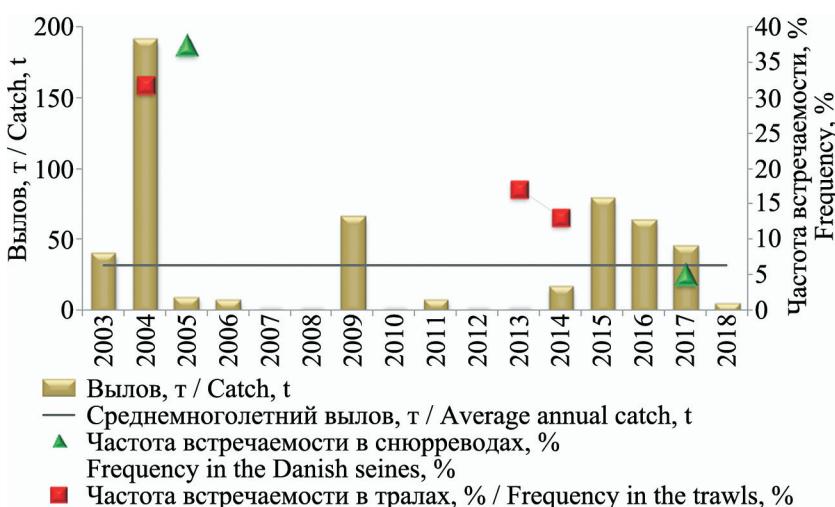


Рис. 5. Вылов и частота встречаемости наваги в районах Восточной Камчатки в 2003–2018 гг. (среднемноголетнее значение — 31,8 т)

Fig. 5. The catch and the frequency of saffron cod near the coast of Eastern Kamchatka in 2003–2018 (the average annual is 31.8 t)

рестовая навага) и в июле–августе (нагульная навага) (рис. 6). Как видно из рисунка, на этом участке промысла наблюдаются спады вылова в июне и сентябре на фоне его подъема в предыдущие и последующие месяцы. Такая ситуация прослеживается для всех лет, по которым использовались данные промысловой статистики. Подобная динамика, вероятно, не является случайной, а вызвана активными миграциями наваги за пределы рассматриваемого рыбопромыслового района.

В целом, несмотря на то, что проведенными в разные годы и периоды траловыми и снурреводными съемками был охвачен не весь исследуемый район, можно заключить, что запасы, встречаемость и уловы наваги в районе исследований характеризуются незначительными величинами, увеличиваясь в осенне-зимний период.

Биологическая характеристика наваги Юго-Восточной Камчатки

Характеризуя размерный состав наваги в уловах снурревода, отметим, что ее вылов в зимний и летний сезоны базируется на рыбах промысловой длины. В уловах встречались особи длиной от 11 до 56 см и массой от 20 до 750 г. Изымались преимущественно половозрелые особи длиной 28–34 см, составляющие около 70% от пойманных рыб (рис. 7). Средняя длина и масса наваги, пойманной в летний период, составила 30,8 см и 241,7 г, а в зимний — 31,2 см и 301,6 г. Таким образом, в районе исследований максимальные и средние размеры наваги значительно уступают размерам наваги, обитающей на западном и северо-восточном шельфе Камчатки (Новикова, 2007). Зависимость между длиной и массой тела в районе исследований характеризовалась высо-

ким значением достоверной аппроксимации ($R^2 = 0,953$) (рис. 7).

В летних и зимних уловах наваги четко прослеживается тенденция повышения среднего размера рыб с увеличением глубины промысла (табл. 7). Однако часть рыб из зимних уловов, имеющая более мелкие размеры, отмечалась на значительных глубинах. По данным Л.А. Борца (1997), в зимний период, когда все мелководье занято водами с отрицательными температурами, неполовозрелые особи наваги либо откочевывают на большие глубины, где сохраняются положительные придонные температуры, либо концентрируются в приустьевых участках крупных рек с температурой воды, близкой к 0 °C. Эти данные подтверждаются и нашими наблюдениями (табл. 7).

Сравнение величин коэффициента a и показателя степени b зависимости между общей длиной и массой тела показало наибольшее сходство между навагой, обитающей на шельфе у юго-восточного побережья Камчатки и в Авачинском заливе (рис. 8). Возможно, этот факт объясняется сходными условиями обитания, поскольку, как упоминалось выше, в этих районах схожи термический режим и уровень кормовой базы. Размерные и морфофизиологические показатели наваги (длина, масса, коэффициент упитанности, гонадосоматический индекс) представлены в таблице 8. Как следует из приведенной таблицы, наибольшей длиной и массой обладают рыбы, пойманные на шельфе Юго-Восточной Камчатки. Коэффициент упитанности у наваги из разных районов наименьший в летний период и возрастает в осенний, при этом наибольшая упитанность отмечена у рыб из Камчатского залива. Наиболее высокий гонадосоматический индекс самок и самцов наваги, в целом по району исследований, отмечены у созревающих

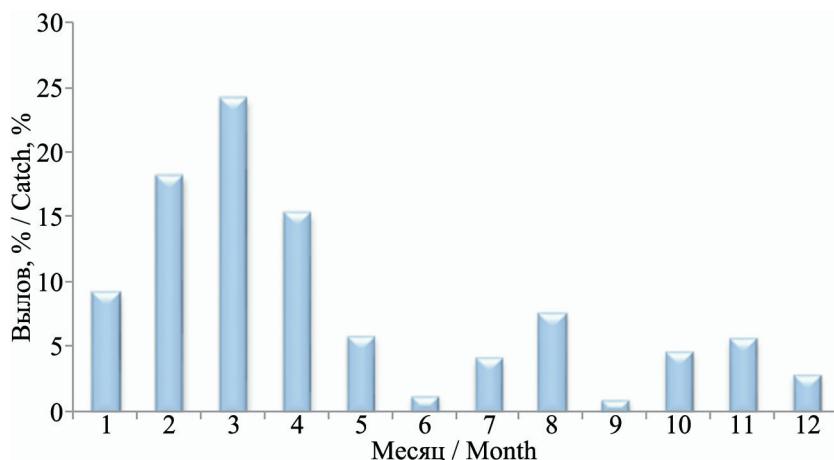


Рис. 6. Среднемноголетнее распределение промысловых уловов наваги в течение года в районе Юго-Восточной Камчатки в 2003–2018 гг.

Fig. 6. The average annual distribution of saffron cod commercial catches round the year near the southeastern part of Kamchatka in 2003–2018

особей (ноябрь), обитающих на шельфе юго-восточной оконечности Камчатки.

Как и у наваги, обитающей у западного и восточного побережий Камчатки, нерест наваги Юго-Восточной Камчатки также происходит в зимне-

весенне время (Новикова, 2007). Однако, как следует из приведенной таблицы 9, в марте у юго-восточной оконечности Камчатки в уловах встречались 4,2% самок и 31,8% самцов на II стадии зрелости, тогда как в Авачинском заливе их коли-

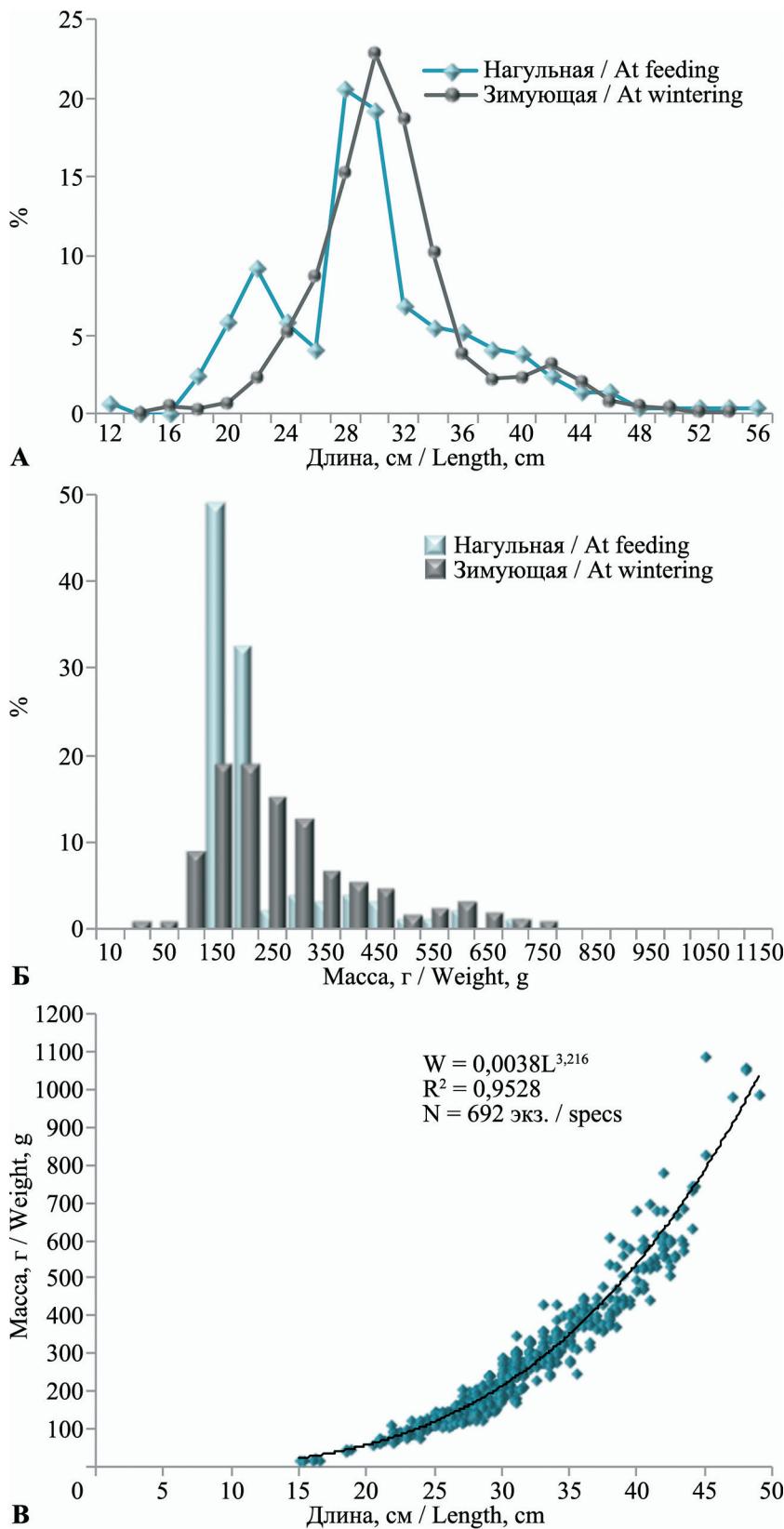


Рис. 7. Размерный (А), весовой (Б) составы наваги в летних и зимних снур-реводных уловах и зависимость массы тела от длины (В) в заливах и на шельфе у юго-восточного побережья Камчатки в 1996–2017 гг. (Средняя длина: нагульная — $30,8 \pm 0,69$ см, $N = 286$ экз., зимующая — $31,2 \pm 0,54$ см, $N = 1950$ экз.; средняя масса: нагульная — $241,7 \pm 11,2$ г, $N = 131$ экз., зимующая — $301,6 \pm 16,5$ г, $N = 583$ экз.)

Fig. 7. The body length (A) and weight (B) composition of saffron cod in the summer and winter Danish seine catches and the correlation between the body weight and length (B) in the gulfs and on the shelf near the southeastern part of Kamchatka in 1996–2017 (Average length: at feeding – $30,8 \pm 0,69$ cm, $N = 286$, at wintering – $31,2 \pm 0,54$ cm, $N = 1950$; average weight: at feeding – $241,7 \pm 11,2$ g, $N = 131$, at wintering – $301,6 \pm 16,5$ g, $N = 583$)

Таблица 7. Пределы колебаний и средние значения размеров наваги в заливах и шельфе у юго-восточного побережья Камчатки в летних и зимних сноррреводных уловах в зависимости от глубины промысла в 1996–2017 гг., см
Table 7. The fluctuation range and the mean body length of saffron cod in the gulfs and on the shelf near the southeastern part of Kamchatka in summer and winter catches of Danish seine depending on the depth of fishing in 1996–2017, cm

Глубина, м Depth, m	Летние уловы / Summer catches			Зимние уловы / Winter catches		
	L min–max	L cp. ± m	N, экз. / specs	L min–max	L cp. ± m	N, экз. / specs
>50	11,0–46,0	4,52 ± 0,79	75	14,0–28,0	20,5 ± 1,03	21
51–100	17,0–48,0	30,6 ± 0,35	196	16,0–49,0	30,2 ± 0,13	627
101–150	27,0–56,0	39,8 ± 2,74	15	15,0–51,0	31,8 ± 0,47	504
151–200	–	–		24,0–44,0	31,2 ± 0,24	27
201–250	–	–		20,0–54,0	33,6 ± 0,32	430
251–300	–	–		19,0–38,0	30,2 ± 0,16	341
Итого / Total			286			1950

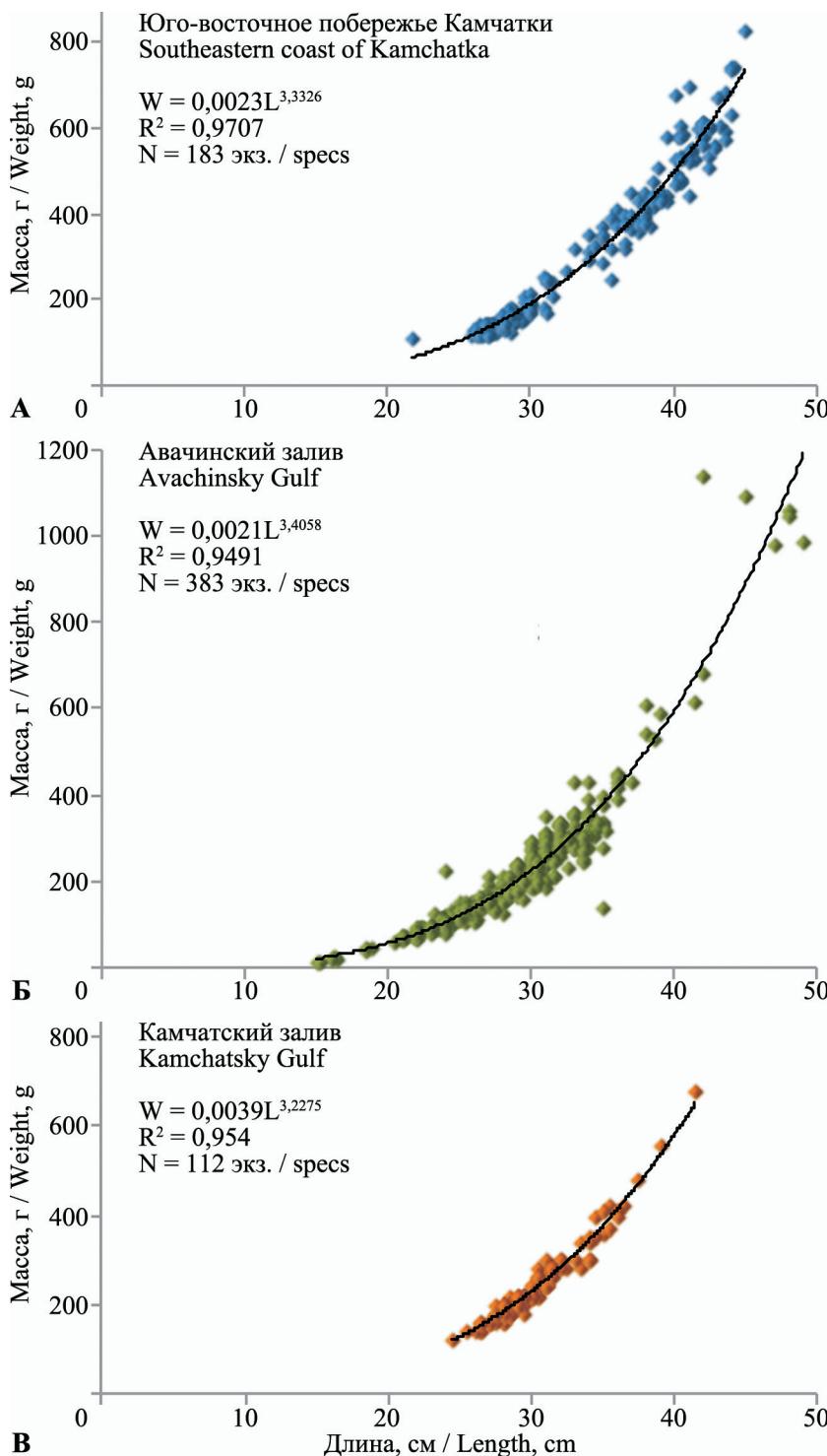


Рис. 8. Зависимость между длиной (L) и массой тела (W) наваги в заливах и шельфе у юго-восточного побережья Камчатки в 1996–2017 гг.

Fig. 8. The correlation between the body length (L) and weight (W) of saffron cod in the gulfs and on the shelf near the southeastern part of Kamchatka in 1996–2017

Таблица 8. Морфобиологические показатели наваги в заливах и шельфе у юго-восточного побережья Камчатки в 2004–2016 гг.

Таблица 9. Стадии зрелости гонад наваги в заливах и шельфе у юго-восточного побережья Камчатки в 2004–2016 гг. %
 Table 9 Stages of gonad maturity of saffron cod in the gulfs and on the shelf near the southeastern part of Kamchatka in 2004–2016. %

Стадии зрелости гонад / Stages of gonad maturation												Доля особей, % / Part of the fish	
Район / District	Месяц / Month	Пол / Sex	Стадии зрелости гонад / Stages of gonad maturation				N, экз. / Number of specimens				Доля особей, % / Part of the fish		
			II	III	IV	III-IV	IV	IV-V	V	VI	VI-II		
Юго-восточная оконечность Камчатки	Март / March	О+♂ О-♀	4,2	—	12,4	—	29,2	—	4,2	8,3	41,7	24	26,7
Северо-восточная оконечность Камчатки	Август / August	О+♂ О-♀	31,8	1,5	21,2	—	1,5	—	7,6	9,1	27,3	66	73,3
Северо-восточная оконечность Камчатки	Ноябрь / November	О+♂ О-♀	16,7	38,1	45,2	—	—	—	—	—	—	42	51,2
Северо-восточная оконечность Камчатки	Ноябрь / November	О+♂ О-♀	2,5	7,5	90,0	—	—	—	—	—	—	40	48,8
Февраль / February	Март / March	О+♂ О-♀	—	—	62,5	33,5	—	—	—	—	—	8	66,7
Февраль / February	Ноябрь / November	О+♂ О-♀	—	—	66,7	33,3	—	—	—	—	—	3	33,3
Авачинский залив	Март / March	О+♂ О-♀	68,2	4,5	—	—	—	7,7	15,4	23,1	53,8	13	62,0
Авачинский залив	Ноябрь / November	О+♂ О-♀	69,7	6,1	—	—	—	—	2,3	—	25,0	44	57,1
Кронцкий залив	Июнь / June	О+♂ О-♀	4,7	3,6	66,9	19,5	5,3	—	—	—	21,2	33	42,9
Кронцкий залив	Октябрь / October	О+♂ О-♀	2,6	55,2	6,0	36,2	—	—	—	—	—	169	59,3
Камчатский залив	Ноябрь / November	О+♂ О-♀	62,5	—	—	—	—	—	—	—	—	116	40,7
Камчатский залив	Ноябрь / November	О+♂ О-♀	90,0	—	—	—	—	—	—	25,0	8	57,1	83
									—	10,0	6	42,9	
									—	—	9	75,0	61
									—	—	3	25,0	58
									—	—	52	52,0	
									—	—	48	48,0	

чество достигало почти 70% у обоих полов. В этот период на шельфе у юго-восточной оконечности Камчатки преобладали отнерестившиеся особи (VI стадия) и рыбы с гонадами на стадии выбоя (VI–II стадия), которые имели 50% самок и 36,4% самцов. Вместе с тем отмечалось значительное количество пойманных рыб, готовящихся к нересту (IV стадия) и размножающихся (V стадия). В Авачинском заливе количество таких особей не превышало 3% (табл. 9).

С наступлением осеннего охлаждения вод (в сентябре и октябре) развитие половых желез наваги ускоряется. У наваги, обитающей у западного и северо-восточного побережий Камчатки, гонады в это время переходят в III и III–IV стадии зрелости, а у некоторых — в IV и IV–V стадии (Новикова, 2007). У наваги, обитающей на шельфе у юго-восточной оконечности побережья Камчатки, большинство особей в ноябре имело гонады III стадии зрелости, а часть рыб — III–IV стадии зрелости. В Авачинском заливе в ноябре также большинство пойманных рыб находилось на III стадии зрелости, однако в этот период гонады 5,3% самок и 36,2% самцов находились на IV стадии зрелости. Вместе с тем в ноябре в Камчатском заливе подавляющее большинство самок (88,5%) и самцов (64,6%) уже были готовы к нересту (табл. 9).

Таким образом, как убедительно свидетельствуют данные многолетних наблюдений, характер созревания гонад и сроки икрометания наваги на шельфе у юго-восточного побережья Камчатки и в заливах существенным образом различаются. Навага в Камчатском заливе созревает раньше, чем в других районах Юго-Восточной Камчатки, что, возможно, связано с гидрологическим режимом прибрежных вод. Как указывалось выше, шельф юго-восточной оконечности Камчатки и Авачин-

ский залив подвержены влиянию более теплых океанских вод, тогда как большое влияние на гидрологию Кроноцкого и Камчатского заливов оказывают холодные воды Восточно-Камчатского течения, вследствие чего в этих заливах уже в ноябре воды охлаждаются до необходимой температуры, когда развитие половых желез наваги значительно ускоряется.

Существенным образом отличается и размерный состав наваги в районах Юго-Восточной Камчатки (табл. 10). Наибольших значений размерного ряда и предельных значений длины достигают рыбы, обитающие на шельфе юго-восточной оконечности Камчатки и в Авачинском заливе. При этом коэффициент вариации достаточно высок, то есть эти группы рыб неоднородны и условия обитания довольно изменчивы. Размерный состав наваги из Кроноцкого и Камчатского заливов более однороден, что является следствием более стабильных условий обитания. В целом, как следует из таблицы 10, коэффициент вариации размерного состава наваги, обитающей на шельфе Юго-Восточной Камчатки и в заливах, уменьшается с юга на север. При сравнении по критерию Стьюдента размерного состава наваги из четырех районов Юго-Восточной Камчатки, наблюдается их различие с высокой степенью достоверности ($p \leq 0,001$) (табл. 11).

Популяционный состав тихоокеанской наваги изучен довольно слабо. Ранее подробное исследование популяционного статуса дальневосточной наваги Сахалино-Курильского района проведено С.Н. Сафоновым (1979, 1981), который по морфологическим различиям, а также по ряду биологических характеристик выделил здесь шесть пространственно обособленных популяций. Б.М. Козлов (1959) по различию в темпе роста выделяет три

Таблица 10. Биологическая характеристика наваги в заливах и шельфе у юго-восточного побережья Камчатки в 1996–2017 гг.

Table 10. The biological characteristics of saffron cod in the gulfs and on the shelf near the southeastern part of Kamchatka in 1996–2017

Район District	Показатели / Indices			
	$M \pm m$, см / cm	δ	CV	N, экз. / specs
Юго-Восточная Камчатка South-East Kamchatka	$36,4 \pm 0,31$ 21,0–56,0	6,80	18,6	477
Авачинский залив Avachinsky Gulf	$28,8 \pm 0,19$ 14,0–49,0	4,89	16,9	566
Кроноцкий залив Kronotsky Gulf	$29,1 \pm 0,17$ 14,0–36,0	3,11	10,7	324
Камчатский залив Kamchatsky Gulf	$30,1 \pm 0,11$ 11,0–42,0	3,18	10,6	869

Примечания. $M \pm m$ — средняя величина и ошибка (под чертой — минимальное и максимальное значение); δ — среднеквадратичное отклонение; CV — коэффициент вариации, %
Note. $M \pm m$ — the average value and the error (below — minimum and maximum values); δ — standard deviation; CV — variation coefficient, %

стада у дальневосточной наваги в водах Сахалина: первое занимает северную часть Татарского пролива, второе — Сахалинский залив, третье — восточное побережье острова. Он также предполагает, что эти стада наваги, в свою очередь, распадаются на более мелкие популяции. Г.Н. Покровская (1960), указывая на характерное свойство ледовитоморской и дальневосточной (тихоокеанской) наваги и в целом рода *Eleginus* образовывать местные стада, приводит ряд примеров, подтверждающих узкую локальность стад этих рыб. В частности, в зал. Петра Великого она, ссылаясь на И.В. Швидкина и Н.В. Дубровскую, отмечает два совершенно самостоятельных стада наваги (по различию в возрастном составе): одно в зал. Посьет, второе — в Амурском заливе. В 80-е годы XX века о местных группировках наваги северо-восточных районов Камчатки, имевших локальную обособленность и отличавшихся по биологическим показателям, сообщал А.Ф. Толстяк (Новикова, 2001). По его мнению, этот вид в западной части Берингова моря образует ряд мелких локальных группировок. Это предположение подтверждается данными морфометрии: по многим признакам достоверные различия обнаруживаются между навагой таких сравнительно близких участков, как залив Корфа, северная, центральная и южная части Карагинского залива. В таком случае вероятно существование самостоятельных воспроизведенных группировок также в заливах и шельфе у юго-восточной оконечности Камчатки. Именно к такому выводу можно прийти, рассмотрев распределение наваги, размерный состав и созревание рыб в этих водоемах.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В летний период пространственное распределение наваги в районе исследований характеризуется наличием трех участков с повышенными концентрациями: у юго-восточной оконечности побере-

жья Камчатки к югу от м. Поворотного до м. Лопатка и у побережий Авачинского и Кроноцкого заливов. Уловы не превышают 1,75 т/замет. Зимой скопления значительно сокращаются в Кроноцком заливе и увеличиваются концентрации в районе м. Шипунского, где уловы достигают 2,5 т/замет. Промысловые скопления наваги в водах Юго-Восточной Камчатки во все сезоны приурочены, главным образом, к районам с более выраженной материковой отмелю, в зоне действия круговоротов, и повышенной биомассой бентоса.

В уловах навага встречается на глубинах от 25 до 346 м при средней глубине поимок 168,6 м. Средняя глубина обитания наваги с февраля по июль последовательно уменьшается со 278 до 55 м. При этом в летний период (с июня по сентябрь) навага распределяется в достаточно узком диапазоне глубин — от 55 до 80 м. К январю навага вновь широко рассредоточивается на глубинах от 102 до 346 м.

По данным траловых и снурреводных съемок, запасы, встречаемость, доля в общем вылове и уловы наваги в районе исследований характеризуются незначительными величинами, увеличиваясь, в большинстве своем, в осенне-зимний период. В исследуемые годы (2003–2018 гг.) вылов наваги при снурреводном промысле колебался в пределах 1–189 т и в среднем составил 31,8 т.

В снурреводных уловах встречаются особи длиной от 11 до 56 см и массой от 20 до 750 г. Средняя длина и масса наваги, пойманной в летний период, составляет 30,8 см и 241,7 г, а в зимний — 31,2 см и 301,6 г. В летних и зимних уловах наваги четко прослеживается тенденция повышения среднего размера рыб с увеличением глубины промысла.

Характер созревания гонад и сроки икрометания наваги на шельфе у юго-восточной оконечности Камчатки и в заливах различаются. Навага в Камчатском заливе созревает раньше,

Таблица 11. Степень различий размерных составов наваги в заливах и на шельфе у юго-восточного побережья Камчатки в 1996–2017 гг.

Table 11. The difference in the body length composition of saffron cod in the gulfs and on the shelf near the southeastern part of Kamchatka in 1996–2017

Район District	Авачинский залив Avachinsky Gulf	Кроноцкий залив Kronotsky Gulf	Камчатский залив Kamchatsky Gulf
Юго-вост. побережье Камчатки Southeastern Kamchatka	20,90***	20,64***	19,15***
Авачинский залив Avachinsky Gulf		1,17	5,92***
Кроноцкий залив Kronotsky Gulf			4,94***

Примечание. Различия между показателями достоверны: * — при $p \leq 0,05$, ** — при $p \leq 0,01$, *** — при $p \leq 0,001$.
Note. The differences between the indices are reliable: * — at $p \leq 0,05$, ** — at $p \leq 0,01$, *** — at $p \leq 0,001$.

чем в других районах Юго-Восточной Камчатки. Существенным образом отличается и размерный состав рыб в этих водоемах. Наибольших значений размерного ряда и предельных значений длины достигают рыбы, обитающие на шельфе юго-восточной оконечности Камчатки и в Авачинском заливе. Достаточно высокий диапазон коэффициента вариации размерных составов наваги в заливах является результатом неоднородности этих групп рыб и различных условий обитания.

На основании данных о распределении численности рыб, различиях размерных составов и сроков созревания, в заливах и на шельфе у юго-восточного побережья Камчатки предполагается существование самостоятельных воспроизводящихся группировок наваги.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Антонов Н.П., Новикова О.В. 2003. Тихоокеанская навага / Состояние биологических ресурсов Северо-Западной Пацифики. Петропавловск-Камчатский. С. 51–57.
- Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: ТИНРО-Центр. 216 с.
- Варкентин А.И., Сергеева Н.П. 2017. Промысел минтая (*Theragra chalcogramma*) в прикамчатских водах в 2003–2015 гг. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 47. С. 5–45.
- Василенец П.М., Доценко В.С. 2001. Питание наваги Авачинской губы в два первых года жизни / Биол. основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем: Тез. докл. Межд. конф. Апатиты: Изд-во Кольского науч. центра РАН. С. 42–43.
- Василенец П.М., Доценко В.С. 2003. О некоторых аспектах биологии наваги Авачинской губы в первые два года жизни // Тр. КФ ТИГ ДВО РАН. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор, книжн. изд-во. Вып. IV. С. 279–286.
- Василенец П.М., Терентьев Д.А. 2008. Характеристика промысла водных биологических ресурсов в Петропавловско-Командорской подзоне в 2001–2006 гг. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 10. С. 116–135.
- Голиков А.Н., Скарлато О.А. 1982. Биоэнергетические ресурсы шельфа Восточной Камчатки и закономерности их распределения / Фауна гидробиологии шельфовых зон Тихого океана. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 35–42.
- Данилин Д.Д., Панфилова П.Н., Будникова Л.Л., Петряшев В.В., Травина Т.Н., Богданов А.В. 2012. Питание наваги (*Eleginus gracilis*) в солоноватоводном водоеме (оз. Нерпичье, Восточная Камчатка) в зимне-весенний период / Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Матер. XIII Междунар. науч. конф. Петропавловск-Камчатский. С. 81–84.
- Дулепова Е.П., Борец Л.А. 1985. Трофические связи и современная продукция бентофагов на западно-камчатском шельфе // Изв. ТИНРО. Т. 110. С. 13–19.
- Зенкевич Л.А. 1963. Биология морей СССР. М.: АН СССР. 721 с.
- Козлов Б. М. 1959. Биология и промысел наваги в северной части Татарского пролива // Изв. ТИНРО. Т. 47. С. 118–144.
- Коростелев С.Г. 2000а. Рыбные ресурсы Камчатского, Кроноцкого и Авачинского заливов / Проблемы охраны и рационального использования биоресурсов Камчатки. Тез. докл. 2-й Науч.-практ. конф. Петропавловск-Камчатский. С. 63–64.
- Коростелев С.Г. 2000б. Видовой состав прибрежной ихтиофауны Авачинского, Кроноцкого и Камчатского заливов / Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. Тез. докл. регион. науч. конф. Петропавловск-Камчатский. С. 135–136.
- Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия. М.: Высшая школа. 352 с.
- Максименков В.В. 2007. Питание и пищевые отношения молоди рыб, обитающих в эустариях рек и прибрежье Камчатки. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 278 с.
- Николотова Л.А. 1954. О питании дальневосточной наваги (*Eleginus navaga gracilis*) // Изв. ТИНРО. Т. 42. С. 286–288.
- Новикова О.В. 2001. Навага / Гидрометеорология и гидрохимия морей / Берингово море / Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. Санкт-Петербург: Гидрометеоиздат. Т. X. Вып. 2. С. 164–170.
- Новикова О.В. 2002. Промысел, распределение и некоторые особенности биологии наваги прикамчатских вод // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 4. С. 120–130.
- Новикова О.В. 2007. Дальневосточная навага (*Eleginus gracilis* (Til.)) прикамчатских вод / Ав-

- тореф. дис. канд. биол. наук. Петропавловск-Камчатский. 24 с.
- Новикова О.В.* 2009. Особенности распределения и промысла наваги в восточной части Охотского моря // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 13. С. 42–50.
- Новикова О.В.* 2012. Некоторые особенности питания дальневосточной наваги на западнокамчатском шельфе в 2010–2011 гг. // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 27. С. 69–81.
- Новикова О.В.* 2013. Обзор промысла дальневосточной наваги // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 31. С. 78–85.
- Положение по функционированию отраслевой иерархической информационно-аналитической автоматизированной системы управления использования водных биоресурсов (информационная система «Рыболовство»). 1996. М.: ВНИЭРХ. 78 с.
- Орлов А.М., Сабиров Р.М., Токранов А.М.* 2011. Некоторые особенности распределения и биологии наваги *Eleginus gracilis* в тихоокеанских водах Северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки // Ученые записки Казанского ун-та. Т. 153. Кн. 2. С. 274–291.
- Покровская Т.Н.* 1960. Географическая изменчивость биологии наваги (рода *Eleginus*) // Тр. ИО АН СССР. Т. 31. С. 19–110.
- Правдин И.Ф.* 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть. 375 с.
- Рокицкий Б.Ф.* 1973. Биологическая статистика. Минск: Высшая школа, 320 с.
- Ростов И.Д., Рудых Н.И., Дмитриева Е.В. Ростов В.И., Храпченков Ф.Ф., Рогачев К.А., Новотрясов В.В., Микрюков А.В., Попов О.Е.* 2005. Электронный атлас гидрофизических характеристик района юго-восточной части полуострова Камчатка // Океанология. Т. 45. № 4. С. 629–633.
- Сафонов С.Н.* 1979. Внутривидовая дифференциация тихоокеанской наваги в прибрежных водах Сахалино-Курильского бассейна / Состояние запасов и динамика численности пелагических рыб Мирового океана. Калининград: АтлантНИРО. С. 86–88.
- Сафонов С.Н.* 1981. Структура и численность популяций тихоокеанской наваги в прибрежных водах Сахалина и Курильских островов // Рыбное хозяйство. № 6. С. 32–35.
- Сафонов С.Н.* 1986. Тихоокеанская навага / Биологические ресурсы Тихого океана. М.: Наука. С. 201–212.
- Семененко Л.И.* 1970. Питание тихоокеанской наваги в Охотском, Беринговом и Чукотском морях в зимне-весенний период // Изв. ТИНРО. Т. 71. С. 78–96.
- Токранов А.М., Толстяк А.Ф.* 1990. Пищевая ниша дальневосточной наваги *Eleginus gracilis* (Tilesius) в прибрежных водах Камчатки // Изв. ТИНРО. С. 114–122.
- Трофимов И.К., Сергеева Н.П.* 2014. О биологии наваги *Eleginus gracilis* Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 33. С. 31–37.
- Храпченков Ф.Ф.* 1989. Гидрологическая структура и распределение энергии вихрей Камчатского течения // Метеорология и гидрология. № 1. С. 65–71.
- Храпченков Ф.Ф.* 1991. Исследование вихревых образований у восточного побережья полуострова Камчатка / Автореф. дис. канд. биол. наук. Владивосток. 27 с.
- Чучукало В.И., Лапко В.В., Кузнецова Н.А., Слабинский А.М., Напазаков В.В., Надточий В.А., Колбиков В.Н., Пущина О.И.* 1999. Питание донных рыб на шельфе и материковом склоне северной части Охотского моря летом 1997 г. // Изв. ТИНРО. Т. 126. Ч. 1. С. 24–57.
- Шунтов В.П.* 2001. Биология дальневосточных морей России: Моногр. Владивосток: ТИНРО-Центр. Т. 1. 580 с.
- Vasilets P.M.* 2015. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. Doi: 10.12140/RG.2.1.5186.0962

REFERENCES

- Antonov N.P., Novikova O.V. *Tikhookeanskaya navaga. Sostoyanie biologicheskikh resursov Severo-Zapadnoy Patsifiki* [Pacific navaga. State of biological resources of the Northwest Pacific]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2003, pp. 51–57.
- Borets L.A. *Donnye ikhtiotseny rossiyskogo shelfa dalevostochnykh morey: sostav, struktura, elementy funktsionirovaniya i promyslovoe znachenie* [Bottom ichthyocenes of the Russian shelf of the Far Eastern seas: composition, structure, elements of functioning and commercial significance]. Vladivostok: TINRO-Tsentr, 1997, 216 p.

- Varkentin A.I., Sergeeva N.P. Walleye pollock (*Theragra chalcogramma*) fishery in the waters adjacent to Kamchatka Peninsula in 2003–2015. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2017, vol. 47, pp. 5–45. (In Russian with English abstracts.) doi:10.15853/2072-8212.2017.47.5-45
- Vasilets P.M., Dotsenko V.S. Feeding of Navaga of Avacha Bay in the first two years of life. Abstracts of international conference “Biol. foundations for sustainable development of coastal marine ecosystems”. Apatity, 2001, pp. 42–43.
- Vasilets P.M., Dotsenko V.S. On some aspects of the biology of navaga of Avacha Bay in the first two years of life. *Trudy KB TIG FEB RAS*, 2003, issue 5, pp. 279–286. (In Russian)
- Vasilets P.M., Terentyev D.A. Characterization of fisheries in the Petropavlovsk-Commander subzone in 2001–2006 on the data of the SS Rybolovstvo. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2008, vol. 10, pp. 116–135. (In Russian with English abstracts) doi:10.5281/zenodo.264089
- Golikov A.N., Skarlato O.A. *Bioenergeticheskie resursy shelfa Vostochnoy Kamchatki i zakonomernosti ikh raspredeleniya. Fauna gidrobiologiya shel'fovyykh zon Tikhogo okeana* [Bioenergy resources of the East Kamchatka shelf and the patterns of their distribution. Fauna hydrobiology of the Pacific shelf zones]. Vladivostok: DVNTs AN SSSR, 1982, pp. 35–42.
- Danilin D.D., Panfilova P.N., Budnikova L.L., Petryashev V.V., Travina T.N., Bogdanov A.V. Feeding of codfish (*Eleginus gracilis*) in a brackish water body (Lake Nerpichye, Eastern Kamchatka) in winter-spring. Materials of XIII scientific conference “Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters”. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2012, pp. 81–84. (In Russian)
- Dulepova E.P., Borets L.A. Trophic relations and modern production of benthophages on the Western Kamchatka shelf. *Izvestiya TINRO*, 1985, vol. 110, pp. 13–19. (In Russian)
- Zenkevich L.A. *Biologiya morey SSSR* [Biology of the seas of the USSR]. Moscow: AN SSSR, 1963, 721 p.
- Kozlov B.M. Biology and fishing of navaga in the northern part of the Tatar Strait. *Izvestiya TINRO*, 1959, vol. 47, pp. 118–144. (In Russian)
- Korostelev S.G. Fish resources of Kamchatka, Kronotsky and Avachinsky Bays. Abstracts report 2nd Scientific-practical conference “Problems of protection and rational use of biological resources of Kamchatka”. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2000, pp. 63–64. (In Russian)
- Korostelev S.G. Species composition of the coastal ichthyofauna of Avachinsky, Kronotsky and Kamchatka Bays. Abstracts of scientific conference “Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters”. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2000, pp. 135–136. (In Russian)
- Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Vysshaya shkola, 1990, 352 p.
- Maksimenkov V.V. *Pitanie i pishchevyye otnosheniya molodi ryb, obitayushchikh v estuariyakh rek i pribrezhnye Kamchatki* [Feeding and nutritional relationships of juvenile fish inhabiting river estuaries and coastal Kamchatka]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2007, 278 p.
- Nikolotova L.A. On the nutrition of the Far Eastern navaga (*Eleginus navaga gracilis*). *Izvestiya TINRO*, 1954, vol. 42, pp. 286–288. (In Russian)
- Novikova O.V. Navaga. Hydrometeorology and hydrochemistry of the seas. Bering Sea. Hydrochemical conditions and oceanological foundations of the formation of biological productivity. Gidrometeoizdat, 2001, vol. 10, issue 2, pp. 164–170. (In Russian)
- Novikova O.V. Fishery, distribution and some biological features of saffron cod (*Eleginus gracilis* (Tilesius)) in the waters adjacent Kamchatka. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2002, issue 6, pp. 120–130. (In Russian with English abstracts)
- Novikova O.V. *Dalnevostochnaya navaga (Eleginus gracilis (Til.)) pri kamchatskikh vod* [Far Eastern saffron cod (*Eleginus gracilis* (Til.)) of the waters adjacent Kamchatka. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2007, 24 p.
- Novikova O.V. Peculiarity of distribution and industrial fishing of the Saffron Cod in East Part of the Okhotskoe Sea. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2009, issue 13, pp. 42–50. (In Russian with English abstracts)
- Novikova O.V. Some peculiarities of feeding by Saffron Cod on the Shelf of West Kamchatka in 2010–2011. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2012, issue 27, pp. 69–81. (In Russian with English abstracts)
- Novikova O.V. Review of Saffron Cod *Eleginus Gracilis* (Til.) fishery in the Far Eastern Seas. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and*

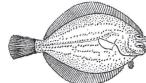
- the north-west part of the Pacific Ocean*, 2014, issue 33, pp. 38–48. (In Russian with English abstracts)
- Polozheniye po funktsionirovaniyu otrazhoy iyer-arkhicheskoy informatsionno-analiticheskoy avtomati-zirovannoy sistemy upravleniya ispolzovaniyu vodnykh bioresursov (informatsionnaya sistema "Rybolovstvo")* [Regulations on the functioning of the sectoral hierarchical information-analytical automated control system for the use of aquatic biological resources (information system "Fishing")]. Moscow, 1996, 78 p.
- Orlov A.M., Sabirov R.M., Tokranov A.M. Some features of distribution and biology of navaga *Eleginus gracilis* in the Pacific waters of the Northern Kuril Islands and South-Eastern Kamchatka. *Uchenyye zapiski Kazanskogo universiteta*, 2011, vol. 153, book 2, pp. 274–291. (In Russian)
- Pokrovskaya T.N. Geographical variability of the biology of navaga (genus *Eleginus*). *Trudy IO AS USSR*, 1960, vol. 31, pp. 19–110.
- Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [The guidance to the study of fish]. Moscow: Pishchevaya promyshlennost, 1966, 376 p.
- Rokitskiy B.F. *Biologicheskaya statistika* [Biological Statistics]. Minsk: Vysshaya shkola, 1973, 320 p.
- Rostov I.D., Rudykh N.I., Dmitrieva E.V., Rostov V.I., Khrapchenkov F.F., Rogachev K.A., Novotryasov V.V., Mikryukov A.V., Popov O.E. Electronic atlas of the hydrophysical characteristics of a region off the South-eastern Part of the Kamchatka Peninsula. *Oceanology*. 2005, vol. 45, no. 4, pp. 594–598.
- Safronov S.N. Intraspecific differentiation of Pacific navaga in the coastal waters of the Sakhalin-Kuril basin. State of stocks and dynamics of the abundance of pelagic fish in the World Ocean. Kaliningrad: AtlantNIRO, 1979, pp. 86–88. (In Russian)
- Safronov S.N. Population structure and abundance of Pacific navaga in the coastal waters of Sakhalin and the Kuril Islands. *Rybnoe khozyaystvo*, 1981, no. 6, pp. 32–35.
- Safronov S.N. Pacific saffron cod. The biological resources of the Pacific Ocean. Moscow: Nauka, 1986, pp. 201–212.
- Semenenko L.I. Feeding of the Pacific navaga in the Okhotsk, Bering and Chukotka Sea in winter-spring period. *Izvestiya TINRO*, 1970, vol. 71, pp. 78–96. (In Russian with English abstract)
- Tokranov A.M., Tolstyak A.F. Food niche of the Pacific navaga *Eleginus gracilis* (Tilesius) in coastal waters of Kamchatka. *Izvestiya TINRO*, 1990, vol. 111, pp. 114–122. (In Russian with English abstract)
- Trofimov I.K., Sergeeva N.P. About biology of Saffron Cod *Eleginus Gracilis* inhabiting the Avachinskaya Bay (Southeastern Kamchatka). *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2009, issue 13, pp. 42–50. (In Russian with English abstracts)
- Khrapchenkov F.F. Hydrological structure and energy distribution of the vortices of the Kamchatka current. *Meteorology and Hydrology*, 1989, no. 1, pp. 65–71.
- Khrapchenkov F.F. *Issledovaniye vikhrevykh obrazovaniy u vostochnogo poberezhya poluostrova Kamchatka* [Study of eddy formations off the eastern coast of the Kamchatka Peninsula. Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Vladivostok, 1991, 27 p.
- Chuchukalo V.I., Lapko V.V., Kuznetsova N.A., Slabinskiy A.M., Napazakov V.V., Nadtochiy V.A., Kolbikov V.N., Pushchina O.I. Feeding of bottom fish on the shelf and continental slope of the northern part of the Sea of Okhotsk in the summer of 1997. *Izvestiya TINRO*, 1999, vol. 126, part 1, pp. 24–57. (In Russian)
- Shuntov V.P. *Biologiya dalnevostochnykh morey Rossii* [Biology of the Far Eastern Seas of Russia]. Vladivostok: TINRO-Tsentr, 2001, vol. 1, 580 p.
- Vasilets P.M. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. 2015. Doi: 10.12140/RG.2.1.5186.0962

УДК 597.556.35:591.3(265.53)

DOI: 10.15853/2072-8212.2020.57.117-124

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О РАЗМЕРНО-ВОЗРАСТНОЙ И ПОЛОВОЙ СТРУКТУРЕ САХАЛИНСКОЙ КАМБАЛЫ *LIMANDA SAKHALINENSIS* (PLEURONECTIDAE) СЕВЕРНОЙ ЧАСТИ ОХОТСКОГО МОРЯ

Р.Р. Юсупов*, Е.А. Метелев*, А.С. Сергеев*, В.С. Данилов*



Ст. н. с., к. б. н.; Институт биологических проблем Севера Дальневосточного отделения РАН
685000 Магадан, Портовая, 18

Тел., факс: +8 (4132) 63-45-70. E-mail: ryusupov_mag@mail.ru

*Зам. дир. по науке; мл. н. с.; мл. н. н.; Магаданский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («МагаданНИРО»)
685000 Магадан, ул. Портовая, 36/10. E-mail: evgeniy_metelyov@mail.ru

САХАЛИНСКАЯ КАМБАЛА *LIMANDA SAKHALINENSIS*, ДЛИНА, МАССА, ВОЗРАСТ, СООТНОШЕНИЕ ПОЛОВ

По результатам исследований 2013 и 2019 гг. получены первые сведения о биологической структуре сахалинской камбалы *Limanda sakhalinensis*, населяющей северный шельф Охотского моря. Выяснено, что верхнюю границу шельфа на глубинах до 80 м населяют особи вида длиной в среднем 16,1 см, а на горизонтах 171–200 м — 22,1 см. Самые крупные особи, 30,5–35,0 см, отмечены в уловах у нижней границы исследованного района. Установлено, что в условиях северной части Охотского моря самцы сахалинской камбалы достигают длины 28 см и массы 206 г в возрасте 18 лет, самки — 35 см и 408 г в возрасте 21 год. При общем численном преобладании, самцы наиболее часто (73,4%) встречались в уловах среди рыб длиной до 21 см и возраста до 8 лет. С возрастом их относительное количество снижалось до 42,1%, а три старшие размерно-возрастные группы были представлены только самками. В сравнении с другими районами обитания, сахалинская камбала северо-западного шельфа — одна из самых крупных по ареалу, и по размерно-весовым и возрастным характеристикам более всего сходна с таковой из восточной части Охотского моря.

FIRST DATA ON SIZE-AGE AND SEXUAL STRUCTURE OF SAKHALIN SOLE *LIMANDA SAKHALINENSIS* (PLEURONECTIDAE) IN THE NORTHERN PART OF THE SEA OF OKHOTSK

Ravil R. Yusupov, Evgeniy A. Metelev*, Aleksandr S. Sergeev*, Vlagimir S. Danilov*

Senior Scientist, Ph. D. (Biology); Institute of Biological Problems of the North,
Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences
685000 Magadan, Portovaya, 18

Tel., fax: +7 (4132) 63-45-70. E-mail: ryusupov_mag@mail.ru

*Deputy Director for Science; Researcher; Researcher; Magadan Branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (“MagadanNIRO”)
685000 Magadan, Portovaya, 36/10. E-mail: evgeniy_metelyov@mail.ru

SAKHALIN SOLE *LIMANDA SAKHALINENSIS*, LENGTH, WEIGHT, AGE, SEX RATIO

First data about biological structure of Sakhalin sole *Limanda sakhalinensis* on the northern shelf of the Sea of Okhotsk were obtained as results of researches provided in 2013 and 2019. It is found that the upper part of the shelf to the depth of 80 m is used by Sakhalin sole individuals with the average body length 16.1 cm, and the horizons of 171–200 m – by the 22.1 cm long individuals. The largest individuals with the length 30.5–35.0 cm were observed in catches from the lowest boundary of the area of the research. It was found that in terms of the northern part of the Sea of Okhotsk, males reach 28 cm and 206 g at the age of 18 years, and females – 35 cm and 408 g at the age of 21 years. With a general numerical predominance of males, they often (73.4%) were in catches among individuals with the body length <21 cm and younger than 8 years. The older the males, the lower their relative number (to 42.1%), and 3 last size-age groups consisted of females only. Compared to other locations occupied by Sakhalin sole, the the north-western shelf is one of the most wide; the body length and the age structure demonstrated there has maximum similarity to Sakhalin sole in the eastern part of the Sea of Okhotsk.

Сахалинская камбала *Limanda sakhalinensis* (Hubbs, 1915) — широко распространенный вид в дальневосточных морях северной части Тихого океана. Преимущественно приазиатский. Проникает далеко на север, где наиболее многочислен в западной части Берингова моря, реже — у американского

побережья (Андряшев, 1954; Фадеев, 1987; Линдерг, Федоров, 1993; Черешнев и др., 2001; Федоров и др., 2003; Фадеев, 2005; Балыкин, Токранов, 2010; Дьяков, 2011; Андронов, Датский, 2014; Kramer et al., 1995; Mecklenburg et al., 2002). Известны случаи поимки этой камбалы в юго-западной и северо-восто-

точной части Чукотского моря (Barber et al., 1997; Mecklenburg et al., 2011, 2016). На юг проникает до побережья Японии и западного шельфа Японского моря (Соколовский и др., 2009; Дьяков, 2011; Amoaka et al., 1995; Evseenko, 2003).

В Охотском море сахалинская камбала распространена повсеместно (Борец, 1985; Шунтов, 1985). При этом в северной части Охотского моря основные ее скопления приурочены к северо-западному шельфу (Юсупов и др., 2016). По нашим оценкам, ее численность уступает только желто-перой и палтусовидной камбалам. В настоящее время промыслом не используется.

Изученность биологии сахалинской камбалы в целом по ареалу и, в частности, в северной части Охотского моря слабая. В опубликованных работах представлены лишь данные по размерному составу особей вида в траловых уловах (Вышегородцев, Панфилов, 2001; Юсупов и др., 2016). В то же время, исследование биологической структуры сахалинской камбалы представляет не только теоретический интерес в плане сравнительной оценки биологического разнообразия популяций вида по ареалу, но и прикладной — как потенциально промыслового объекта, составляющего резерв промышленного рыболовства. В этой связи, на основе собранного материала нами впервые проанализированы некоторые биологические характеристики сахалинской камбалы, обитающей в северо-западной части Охотского моря, и проведено их сравнение с аналогичными данными других популяций вида.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для исследований послужили результаты донной съемки на МРТМ «Акваресурс» в августе–сентябре 2013 г. Из 110 донных тралений

сахалинская камбала была отмечена в уловах на 46 станциях в общих координатах $58^{\circ}00'$ – $58^{\circ}47'$ с. ш. и $146^{\circ}58'$ – $150^{\circ}47'$ в. д. в диапазоне глубин 97–300 м (рис. 1). Из траловых уловов исследовано 1142 особи сахалинской камбалы. В качестве линейного параметра использовали полную длину TL (total length). Проводили определение пола и стадии зрелости половых продуктов. У 478 экз. дополнительно измерена масса тела и собраны отолиты для определения возраста.

Кроме этого, в начале сентября 2019 г. в прибрежной зоне с юго-западной стороны о. Спрафьева была собрана выборка этой камбалы из сетных уловов и крючковой снасти. У всех 87 отловленных здесь рыб проведен биологический анализ и собраны отолиты. Препараты из отолитов изготовлены методом “break-and-burn” (Чугунова, 1959; Beamish, 1979; Chilton, Beamish, 1982; MacLellan, 1997). Для этого отолит разламывали через ядро, поверхность разлома шлифовали и обжигали на спиртовой горелке. Для большей контрастности гиалиновых и опаковых зон, непосредственно перед просмотром наносили на поверхность готового препарата слой глицерина или технического масла. Подсчет годовых колец проводили с помощью микроскопа МБС-10 в падающем свете. Для объективной оценки распределения размерных групп сахалинской камбалы на разных глубинах лова к имеющимся материалам 2013 г. дополнительно привлекли архивные данные МагаданНИРО по донной съемке НИС «Зодиак» в 2000 г., в процессе которой часть тралений выполнили на мелководных участках шельфа, не охваченных нашими исследованиями. При этом объединение нескольких средних показателей длины камбал в отдельных тралениях и имеющих выборки разного объема проводили с помощью

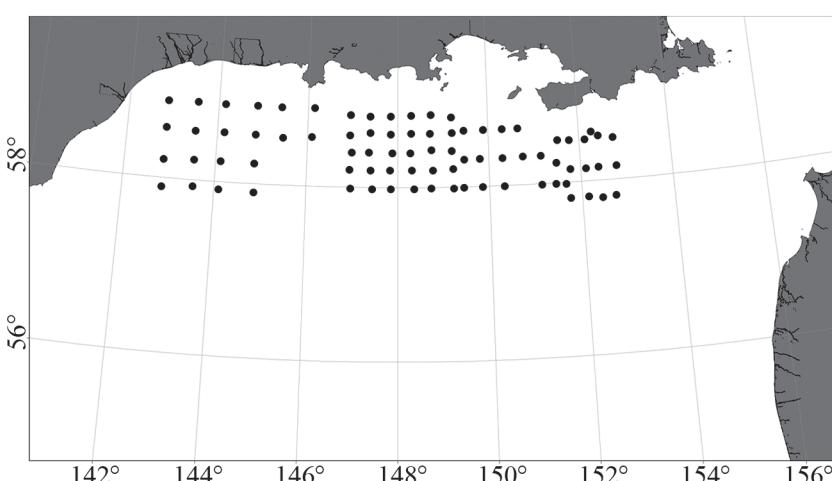


Рис. 1. Район проведения траловой съемки в северной части Охотского моря в 2013 г.
Fig. 1. The trawl survey area in the northern part of the Sea of Okhotsk in 2013

расчета взвешенной средней. Материал обработан общепринятыми в ихтиологии методами (Правдин, 1966; Лакин, 1980).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Структура популяции — это соотношение размерных и возрастных групп, это характер полового созревания и соотношения половозрелой и не-половозрелой частей стада, это и соотношение полов, как общее, так и по возрастным группам. У разных популяций предельный возраст и максимальные размеры могут быть весьма различными, отражая приспособленность популяции к условиям обитания (Никольский, 1974). Могут значительно различаться у разных популяций вида и размерно-весовые зависимости, позволяющие судить о характере роста (Зотина, Зотин, 1967; Винберг, 1971).

Как и в других дальневосточных морях, сахалинская камбала в северной части Охотского моря не достигает крупных размеров, существенно уступая по максимальным показателям палтусам, желтобрюхой, звездчатой, желтоперой и палтусовидной камбалам. В северо-западной и северной части Берингова моря максимальные размеры сахалинской камбалы варьируют в пределах 28,0–30,0 см (Питрук, 1988; Балыкин, 2006), а в американских водах — 35,0 см (Kramer et al., 1995). В.П. Шунтов (1985) отмечал в Охотском море преобладание в уловах особей длиной 18,0–26,0 см. Результаты проведенных Ю.П. Дьяковым (2002) промеров 2588 особей вида из Западной Камчатки показали, что в этом районе самцы и самки достигают 28,5 и 31,0 см соответственно. Самые крупные особи вида отмечены автором в восточной части Охотского моря, где максимальный размер самцов составил 34,0 см, самок — 36,0 см. На шельфе Восточно-Сахалина и в Татарском проливе максимальная длина тела *L. sakhalinensis* в уловах составила 28,0–30,0 см при средней величине 16,8–17,7 см (Сафонов, Тарасюк, 1989). Сходными размерами характеризуется сахалинская камба-

ла из зал. Петра Великого Японского моря (Соколовский и др., 2009).

По данным В.А. Вышегородцева и А.М. Панфилова (2001), проводивших в 2000 г. донную съемку в северной части Охотского моря, размеры сахалинской камбалы в уловах колебались в пределах 10,0–30,0 см, составив в среднем 17,5 см.

В наших сборах 2013 и 2019 гг. на северо-западном шельфе сахалинская камбала была представлена в уловах более крупными особями. В совокупной выборке их средняя длина и полная масса тела составили 21,1 см и 91 г. Самая крупная из отловленных особей (самка) достигала 35,0 см и 408 г, что является одним из самых высоких показателей для вида по ареалу.

По нашему мнению, причина различий в размерном составе сахалинской камбалы в уловах разных лет не связана с изменением условий обитания или антропогенным воздействием. Промышленный лов сахалинской камбалы, способный повлиять на ее биологическую структуру, отсутствует, так как район ее обитания приурочен, главным образом, к открытому шельфу, в то время как основной вылов камбал проходит в прибрежной зоне. Поэтому различие размерного состава сахалинской камбалы в уловах разных лет может быть обусловлено особенностями батиметрического распределения особей разного размера и участками сбора материала в разные годы исследований (табл. 1).

Наши данные о распределении сахалинской камбалы на исследованной акватории подтверждают высказанное раньше предположение (Вышегородцев, Панфилов, 2001) об изменении ее размеров с глубиной обитания. Проведенное нами группирование частных средних показателей длины сахалинской камбалы в отдельных уловах и итоговый расчет взвешенной средней величины по батиметрическим горизонтам показали тесную сопряженность размеров рыб с глубиной обитания (рис. 2).

Было установлено, что участки элиторали глубиной 51–80 м насыщали преимущественно мелкие

Таблица 1. Размерный состав сахалинской камбалы в северной части Охотского моря в разные годы наблюдений
Table 1. Sakhalin flounder body length composition in the northern part of the Sea of Okhotsk in different years of observation

Год Year	Размерные классы, см / Size classes, cm											N, экз. specs		
	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	
2000*	0,3	3,2	10,4	15,2	17,1	16,1	18,7	11,9	5,8	0,9	0,2	—	—	1382
2013	—	0,2	0,6	3,7	12,3	26,4	30,3	17,0	7,5	1,7	0,1	—	0,2	1229

Примечание. * — по данным В.А. Вышегородцева и А.М. Панфилова (2001)
Note. * — on the data by B.A. Вышегородцев и А.М. Панфилов (2001)

камбалы, средняя длина которых не превышала 16,1 см, тогда как на горизонтах в 171–200 м от поверхности моря она возрастала до 22,1 см.

Самые крупные особи сахалинской камбалы длиной 30,5–35,0 см и массой 267–408 г отмечены при облове участков на глубинах выше 200 м.

У подавляющего числа видов северотихоокеанских камбаловых рыб по предельному размеру и максимальному возрасту наблюдается половой диморфизм. Вне зависимости от географической изменчивости этих признаков, во всех исследованных районах самки достигают значительно большей предельной длины и возраста, чем самцы (Моисеев, 1953; Фадеев, 1987; Дьяков, 2014).

В наших сборах самцы сахалинской камбалы были заметно мельче, чем самки, и имели длину 12,5–28,0 см и 17–206 г (в среднем 20,5 см и 82 г). Из них наиболее часто в уловах (78,0%) встречались особи длиной 19,0–23,0 см (рис. 3А). В общей выборке самок аналогичные параметры характеризовались большей вариабельностью. Значения длины тела колебались в пределах 13,0–35,0 см, а массы — 19–408 г, при средних значениях 21,9 см и 103 г. В уловах численно доминировали (75,8%) рыбы длиной 21,0–25,0 см.

В диапазоне выявленных размерно-весовых классов сахалинской лиманды изменение полной массы тела W (г) с длиной TL (см) тесно коррелирует ($r = 0,98–0,99$) и описывается степенными уравнениями $W = 0,0084TL^{3,0254}$ (для самцов), $W = 0,0066TL^{3,1118}$ (для самок) и $W = 0,0071TL^{3,0864}$ (для рыб обоего пола). Показатель степени, превышающий 3, свидетельствует об увеличении упитанности особей с линейным ростом. Этот параметр также показывает, что нарастание массы тела на единицу длины у самок происходит с большей скоростью, чем у самцов. По мнению Ю.П. Дьякова (2002), по всей вероятности, у кам-

бал это происходит за счет более высокой массы яичников самок, в сравнении с массой семенников самцов.

Данных по размерно-весовым зависимостям для сахалинской камбалы других районов немногого. В водах Сахалина линейный и степенной коэффициенты уравнения рассматриваемого вида соответственно составляют 0,0172 и 2,8066 (Сафонов, Тарасюк, 1989), а на Западной Камчатке у самцов они имеют значения 0,0175 и 2,7686, у самок — 0,0077 и 3,0544 (Дьяков, 2002).

В северо-западной части Охотского моря самки сахалинской камбалы при длине 35 см (максимальная отмеченная длина в уловах) достигают массы соответственно 408 г (по данным прямых наблюдений) и 414 г (теоретически рассчитанная). На Сахалине рассчитанная по формуле масса тела при соответствующей длине теоретически составляет 371 г, а на Западной Камчатке — 330 г (самцы) и 401 г (самки). Сравнительно высокая скорость прироста массы тела у сахалинской камбалы исследуемого района может быть обусловлена не только региональной особенностью ее весового роста, но и высокой плодовитостью, требующей, соответственно, большей массы яичников.

В наших сборах возраст особей *L. sakhalinensis*, от которых были собраны отолиты, колебался от 3 до 21 лет. Максимальный возраст самцов составил 17 лет, самок — 21 год. Связь между размером и возрастом у самцов и самок описывается уравнениями степенного вида, в том числе у первых — $TL = 9,1754t^{0,3891}$ ($r = 0,93$), у вторых — $TL = 8,8296t^{0,408}$ ($r = 0,88$), где: TL — длина тела, см; t — возраст, лет. Показатели степени в уравнениях связи длины с возрастом показывают, что скорость нарастания длины тела у самок выше, чем у самцов. По этим уравнениям рассчитывали возраст рыб из массовых промеров раздельно по полу. В частности,

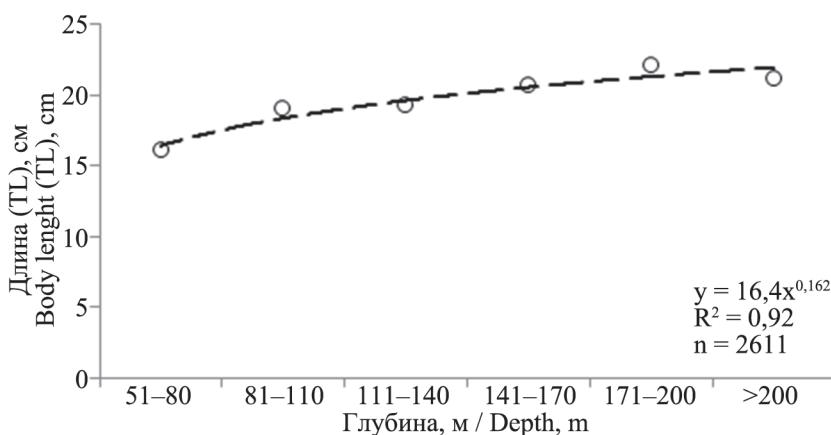


Рис. 2. Изменение длины тела сахалинской камбалы в зависимости от глубины лова в северной части Охотского моря

Fig. 2. The body length of Sakhalin flounder depending on the depth of fishing in the northern Sea of Okhotsk

было установлено, что возраст самого крупного отловленного самца длиной 28,0 см и массой 206 г теоретически составляет 18 лет. С учетом проведенной реконструкции, общий возрастной состав сахалинской камбалы в уловах был представлен непрерывным рядом 16 поколений возрастом 3–18 лет (рис. 3Б). Наряду с ними две крупные самки имели возраст 20 и 21 год. У самцов доминировали (73,7%) возрастные классы 6–10 лет. У самок численно преобладали (77,3%) особи возрастом 8–13 лет. Соответственно, средний возраст первых составил 8,5 лет, вторых — 9,0 полных лет.

Согласно классификации Д.Ф. Замахаева (1959), сахалинская камбала исследуемого района характеризуется вторым типом размерно-половых соотношений. В таких популяциях среди мелких половозрелых особей преобладают самцы, а среди крупных — самки. По данным Ю.П. Дьякова (2014), на востоке Охотского моря самцы и самки сахалинской камбалы, в целом, встречаются в уловах примерно в равном соотношении, с небольшим преимуществом последних. Причем в его

северной части доля самок у мелких рыб ниже, а начиная с особей длиной более 21 см — выше, чем у камбалы из восточной части водоема. У камбалы размером около 21 см и в этих районах соотношение полов равно. В первом районе размерная группа рыб 28–30 см полностью представлена самками, а во втором отсутствие самцов отмечается у особей длиной 34–36 см в возрасте 14 лет.

В наших сборах сахалинской камбалы отмечено общее численное преобладание самцов, доля которых составила 58,4%. Наиболее часто они встречались среди рыб длиной до 21 см и возрастом до 8+ лет. В этой группе их относительное количество колебалось от 64,1 до 76,6% при среднем показателе 73,4%. Среди рыб возрастных классов 9–18 лет количество самцов снижалось до 42,1%, а все старшие размерно-возрастные группы были представлены только самками.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований получены первые сведения о биологической структуре саха-

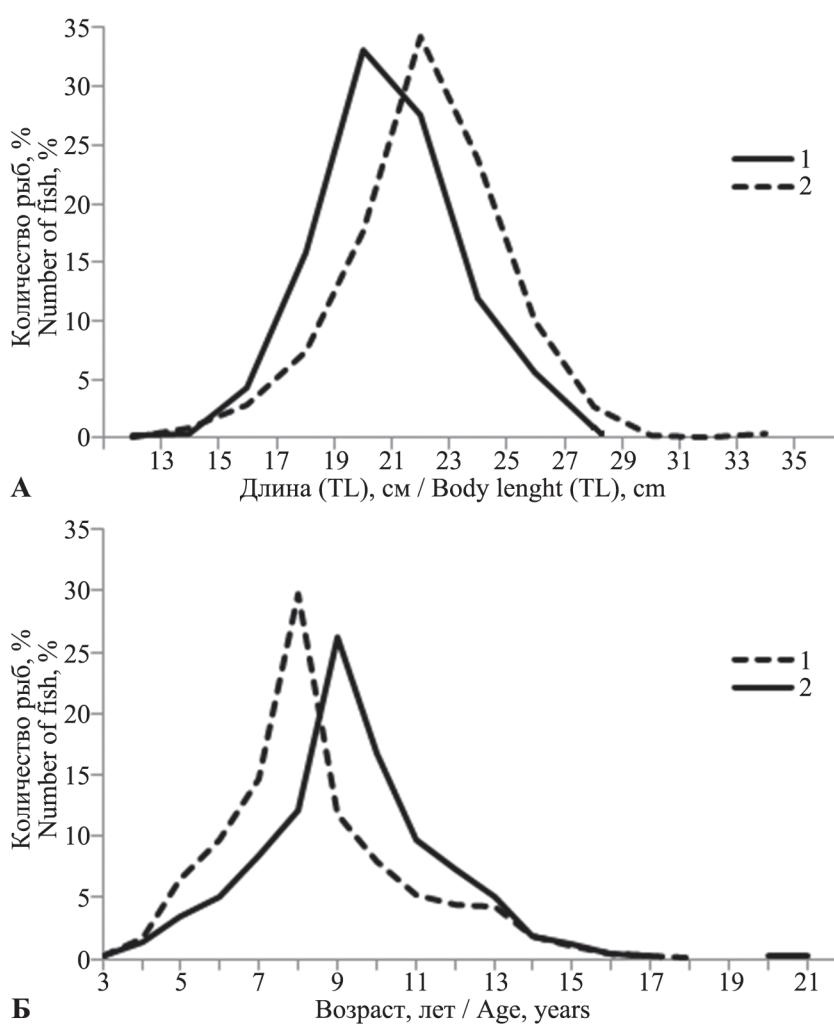


Рис. 3. Размерный (А) и возрастной (Б) состав уловов сахалинской камбалы в северной части Охотского моря: 1 — самцы, 2 — самки
Fig. 3. The body length (A) and age (B) composition of Sakhalin flounder in the northern part of the Sea of Okhotsk: 1 — males, 2 — females

линской камбалы, населяющей северо-западный шельф Охотского моря. Достоверно выяснено, что с увеличением глубины обитания размеры сахалинской камбалы возрастают. Верхнюю границу шельфа на глубинах 51–80 м населяют, в основном, молодые особи вида, имеющие длину в среднем с 16,1 см, которая возрастает до 22,1 см на горизонтах 171–200 м. Самые крупные особи длиной 30,5–35,0 см отмечены в уловах у нижней границы исследованного района. Установлено, что самцы достигают длины 28 см и массы 206 г в возрасте 18 лет, а самки — 35 см, 408 г в возрасте 21 лет. При общем численном преобладании самцов, наиболее часто (64,1–76,6%, в среднем 73,4%) они встречались среди рыб длиной до 21 см возраста до 8 лет. С возрастом их относительное количество снижалось до 42,1%, а старшие размерно-возрастные группы были представлены только самками. В сравнении с другими районами обитания, сахалинская камбала северо-западного шельфа — одна из самых крупных по ареалу, и по максимальным размерно-весовым и возрастным показателям более всего сходна с таковой из восточной части Охотского моря.

ЛИТЕРАТУРА

- Андряшев А.П. 1954. Рыбы северных морей СССР. М.; Л.: АН СССР. 566 с.
- Андронов П.Ю., Датский П.В. 2014. Закономерности пространственной изменчивости структуры донных сообществ рыб шельфа северо-западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. Т. 177. С. 40–76.
- Балыкин П.А. 2006. Состояние и ресурсы рыболовства в западной части Берингова моря. М.: ВНИРО. 142 с.
- Балыкин П.А., Токранов А.М. 2010. Ихтиофауна и рыболовство северо-западной части Берингова моря // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана. Вып. 17. С. 48–65.
- Борец Л.А. 1985. Состав и сравнительная рыбо-продуктивность сообществ донных рыб на шельфе Охотского моря // Биология моря. Т. 41. С. 54–60.
- Винберг Г.Г. 1971. Линейные размеры и масса тела животных // Общая биология. Т. 32. № 6. С. 714–723.
- Вышегородцев В.А., Панфилов А.М. 2001. О результатах донной траловой съемки в северной части Охотского моря на НИС «Зодиак» в августе–сентябре 2000 г. // Сб. науч. тр. Магаданского НИИ рыб. хоз-ва и океанографии. Вып. 1. С. 7–36.
- Дьяков Ю.П. 2002. Западнокамчатские камбалы (распределение, биология и динамика популяций) // Изв. ТИНРО. Т. 130. Ч. 3. С. 954–1000.
- Дьяков Ю.П. 2011. Камбалообразные дальневосточных морей России. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 428 с.
- Дьяков Ю.П. 2014. Размерно-половая и половозрастная структура популяций дальневосточных камбал (Pleuronectidae) // Изв. ТИНРО. Т. 177. С. 77–113.
- Замахаев Д.Ф. 1959. О типах размерно-половых соотношений у рыб // Тр. Моск. ин-та рыб. пром. и хоз-ва. Вып. 10. С. 183–209.
- Зотина Р.С., Зотин А.И. 1967. Количественные соотношения между весом, длиной, возрастом, размерами яиц и плодовитостью у животных // Общая биология. Т. 28, № 1. С. 82–92.
- Лакин Г.Ф. 1980. Биометрия. М.: Высшая школа. 293 с.
- Линдберг Г.У., Федоров В.В. 1993. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 6. Teleostomi. 31. Pleuronectiformes. СПб.: Наука, 272 с.
- Моисеев П.А. 1953. Треска и камбала дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. Т. 40. 288 с.
- Никольский Г.В. 1974. Теория динамики стада рыб. М.: Пищ. пром-сть. 448 с.
- Питрук Д.Л. 1988. Новые данные о сахалинской камбала *Limanda sakhalinensis* Hubbs // Вопр. ихтиологии. Т. 28. Вып. 1. С. 147–149.
- Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть. 376 с.
- Сафронов С.Н., Тарасюк С.Н. 1989. Морфоэкологическая характеристика и таксономический статус сахалинской лиманды *Limanda sakhalinensis* // Вопр. ихтиологии. Т. 29. Вып. 4. С. 539–549.
- Соколовский А.С., Соколовская Т.Г., Яковлев Ю.М. 2009. Рыбы залива Петра Великого. Владивосток: Дальнаука. 376 с.
- Фадеев Н.С. 1987. Северотихоокеанские камбалы (распространение и биология). М.: Агропромиздат. 175 с.
- Фадеев Н.С. 2005. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. Владивосток: ТИНРО-Центр, 366 с.
- Федоров В.В., Черешнев И.А., Назаркин М.В., Шестаков А.В., Волобуев В.В. 2003. Каталог морских и пресноводных рыб северной части Охотского моря. Владивосток: Дальнаука, 204 с.
- Черешнев И.А., Волобуев В.В., Хованский И.Е., Шестаков А.В. 2001. Прибрежные рыбы северной

- части Охотского моря. Владивосток: Дальнаука, 197 с.
- Чугунова Н.И. 1959. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: АН СССР, 162 с.
- Шунтов В.П. 1985. Биологические ресурсы Охотского моря. М.: Агропромиздат. 224 с.
- Юсупов Р.Р., Шилин Ю.А., Лачугин А.С., Вышегородцев В.А., Метелев Е.А., Назаркин М.В., Шершенков С.Ю., Каика А.И. 2016. Распределение и биологическая структура камбаловых рыб (Pleuronectidae) в северной части Охотского моря // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. № 4. С. 72–88.
- Amaoka K., Nakaya K., Yabe M. 1995. The Fishes of Northern Japan / Sapporo: Hokkaido University. 390 p.
- Barber W.E., Smith R.L., Vallerino M., Meyer R.M. 1997. Demersal fish assemblages of the Northeastern Chukchi Sea, Alaska // Fish. Bull. № 95. P. 195–209.
- Beamish R.J. 1979. New information on the longevity of Pacific ocean perch (*Sebastodes alutus*) // J. Fish. Res. Board Can. 36 (11):1395–1400.
- Chilton D.E., Beamish R.J. 1982. Age determination methods for fishes studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological Station // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. 60, 102 p.
- Evseenko S.A. 2003. Annotated Catalog of Pleuronectiformes Fishes (Order Pleuronectiformes of the Seas of Russia and Adjacent Countries) // Jour. of Ichthyol. Vol. 43. Suppl. 1. P. 557–574.
- Kramer D.E., Barss W.H., Paust B.C., Bracken B.E. 1995. Guide to Northeast Pacific flatfishes // Fairbanks: Univers. of Alaska. Mar. Advis. Bull. № 47. 104 p.
- MacLellan S.E. 1997. How to age rockfish (*Sebastodes*) using *S. alutus* as an example – the otolith burnt section technique // Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci. 2146, 39 p.
- Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Sheiko B.A., Steinke D. 2016. Pacific Arctic marine Fishes // CAFF Monitoring Series Report № 23. 408 p.
- Mecklenburg C.W., Moller P.R., Steinke D. 2011. Biodiversity of arctic marine fishes: taxonomy and zoogeography // Mar. Biodivers. № 41. P. 109–140.
- Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. 2002. Fishes of Alaska // American Fisheries Society, Bethesda, Maryland. 1037 p.
- Andronov P.Y., Datsky A.V. Patterns of spatial variability for demersal fish communities on the shelf of the Northwestern Bering Sea. *Izvestiya TINRO*, 2014, vol. 177, pp. 40–76. (In Russian)
- Balykin P.A. *Sostoyaniye i resursy rybolovstva v zapadnoy chasti Beringova morya* [State and Resources of Fisheries in the Western Bering Sea]. Moscow: VNIRO, 2006, 142 p.
- Balykin P.A., Tokranov A.M. Ichthiofauna and fishery in the North-Western Bering Sea. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2010, vol. 17, pp. 48–65. (In Russian with English abstract)
- Borets L.A. Composition and biomass of bottom fish on the shelf of the Sea of Okhotsk. *Biologia morya*, 1985, no. 4, pp. 54–60. (In Russian)
- Vinberg G.G. Linear dimensions and body weight of animals. *General Biology*, 1971, vol. 32, no. 6, pp. 714–723. (In Russian)
- Vyshegorodtsev V.A., Panfilov A.M. On the results of bottom trawl survey in the northern part of the Sea of Okhotsk on the R/V “Zodiak” in August–September 2000. *Coll. scientific. tr. Magadan Research Institute of Fish. households and oceanography*, 2001, issue 1, pp. 7–36. (In Russian)
- Diakov Y.P. West Kamchatkan flounders (distribution, biology and population dynamics). *Izvestiya TINRO*, 2002, vol. 130, pp. 954–1000. (In Russian)
- Diakov Y.P. *Kambaloobraznyye dalnevostochnykh morey Rossii* [Flounders of the Far Eastern Seas of Russia]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2011, 428 p.
- Diakov Y.P. Size-sex and sex-age structure in populations of Far-Eastern Flounders (Pleuronectidae). *Izvestiya TINRO*, 2014, vol. 177, pp. 77–113. (In Russian)
- Zamakhayev D.F. On the types of size-sex relationships in fish. *Tr. Mosk. in-ta ryb. prom. i khoz-va*, 1959, issue 10, pp. 183–209. (In Russian)
- Zotina R.S., Zotin A.I. Quantitative relationships between weight, length, age, egg size and fertility in animals. *General Biology*, 1967, vol. 28, no. 1, pp. 82–92. (In Russian)
- Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Higher school, 1980, 93 p.
- Lindberg G.U., Fedorov V.V. *Ryby Yaponskogo morya i sopredelnykh chastej Okhotskogo i Zheltoego morey. Ch. 6. Teleostomi. 31. Pleuronectiformes* [Fishes of the Sea of Japan and the Adjacent Parts of the Sea of Okhotsk and Yellow Sea. Part 6: Teleostomi]. Sankt-Petersburg: Nauka, 1993, 272 p.

REFERENCES

- Andriyashev A.P. *Ryby severnykh morey SSSR* [Fish of the northern seas of the USSR]. Moscow, Leningrad: Academy of Sciences of the USSR, 1954, 566 p.

- Moiseev P.A. Cod and flounders of Far-Eastern seas. *Izvestiya TINRO*, 1953, vol. 40, 287 p. (In Russian)
- Nikolsky G.V. *Teoriya dinamiki stada ryb* [Theory of fish herd dynamics]. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost, 1974, 448 p.
- Pitruk D.L. New data on the Sakhalin flounder *Limanda sakhalinensis* Hubbs. *Vopr. Ikhtiol.*, 1988, vol. 28, Issue 1, pp. 147–149. (In Russian)
- Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb* [Manual of Studies on Fishes]. Moscow: Pishchevaya Promyshlennost, 1966. 376 p.
- Safronov S.N., Tarasyuk S.N. Morpho-ecological characteristics and taxonomic status of the Sakhalin limanda *Limanda sakhalinensis*. *Vopr. Ikhtiol.*, 1989, vol. 29, issue 4, pp. 539–549.
- Sokolovskiy A.S., Sokolovskaya T.G., Yakovlev Y.M. Ryby zaliva Petra Velikogo [Fish of the Peter the Great Bay]. Vladivostok: Dalnauka, 2009, 376 p.
- Fadeyev N.S. *Severotikhookeanskiye kambaly (rasprostraneniye i biologiya)* [North Pacific flounders (distribution and biology)]. Moscow: Agropromizdat, 1987, 175 p.
- Fadeev N.S. *Spravochnik po biologii i promyslu ryb severnoy chasti Tikhogo okeana* [Guide to biology and fisheries of fishes of the North Pacific Ocean]. Vladivostok: TINRO-Center, 2005, 366 p.
- Fedorov V.V., Chereshnev I.A., Nazarkin M.V., Shestakov A.V., Volobuev V.V. *Katalog morskikh i presnovodnykh ryb severnoy chasti Okhotskogo morya* [Catalog of marine and freshwater fishes of the northern part of the Sea of Okhotsk]. Vladivostok: Dalnauka, 2003, 204 p.
- Chereshnev I.A., Volobuev V.V., Khovansky I.E., Shestakov A.V. *Pribrezhnyye ryby severnoy chasti Okhotskogo morya* [Coastal fishes of the northern part of the Sea of Okhotsk]. Vladivostok: Dalnauka, 2001, 197 p.
- Chugunova N.I. *Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb* [Guidelines for the Study of Age and Growth of Fish]. Moscow: AN SSSR, 1959, 162 p.
- Shuntov V.P. *Biologicheskiye resursy Okhotskogo morya* [Biological Resources of the Sea of Okhotsk]. Moscow: Agropromizdat, 1985, 224 p.
- Yusupov R.R., Shilin Yu.A., Lachugin A.S., Vishegorodtsev V.A., Meteliov E.A., Nasarkin M.V., Shershenkov S.Yu., Kaika A.I. Distribution and biological structure of Flatfishes (Pleuronectidae) in the Northern Part of the Sea of Okhotsk. *Bulletin of the North-East Research Center FEB RAS*, 2016, no. 4, pp. 72–88. (In Russian)
- Amaoka K., Nakaya K., Yabe M. The Fishes of Northern Japan. Sapporo: Hokkaido University, 1995, 390 p.
- Barber W.E., Smith R.L., Vallarino M., Meyer R.M. Demersal fish assemblages of the Northeastern Chukchi Sea, Alaska. *Fish. Bull.*, 1997, no. 95, pp. 195–209.
- Beamish R.J. New information on the longevity of Pacific Ocean perch (*Sebastes alutus*). *J. Fish. Res. Board Can.*, 1979, 36 (11), pp. 1395–1400.
- Chilton D.E., Beamish R.J. Age determination methods for fishes studied by the Groundfish Program at the Pacific Biological Station. *Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci.*, 1982, no. 60, 102 p.
- Evseenko S.A. Annotated Catalog of Pleuronectiformes Fishes (Order Pleuronectiformes of the Seas of Russia and Adjacent Countries). *Jour. of Ichthyol.*, 2003, vol. 43, Suppl. 1, pp. 557–574.
- Kramer D.E., Barss W.H., Paust B.C., Bracken B.E. Guide to Northeast Pacific flatfishes. Fairbanks: *Univers. of Alaska. Mar. Advis. Bull.*, 1995, no. 47, 104 p.
- MacLellan S.E. How to age rockfish (*Sebastes*) using *S. alutus* as an example – the otolith burnt section technique. *Can. Tech. Rep. Fish. Aquat. Sci.*, 1997, no. 2146, 39 p.
- Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Sheiko B.A., Steinke D. Pacific Arctic marine Fishes. *CAFF Monitoring Series Report*, 2016, no. 23, 408 p.
- Mecklenburg C.W., Moller P.R., Steinke D. Biodiversity of arctic marine fishes: taxonomy and zoogeography. *Mar. Biodivers.*, 2011, no. 41, pp. 109–140.
- Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. Fishes of Alaska. *American Fisheries Society, Bethesda, Maryland*, 2002, 1037 p.

Статья поступила в редакцию: 02.07.2019

Статья принята после рецензии: 08.11.2019

УДК 597-116:597.5(265)

DOI: 10.15853/2072-8212.2020.57.125-134

О ПОИМКЕ В ОЗЕРЕ ЧЕРВЯЧНОМ (О. САХАЛИН) КРАСНОГО ПАКУ *PIARACTUS BRACHYPOMUS* (SERRASALMIDAE)

Ю.Н. Полтев



Вед. н. с., к. б. н.; Сахалинский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («СахНИРО»)
693023 Южно-Сахалинск, ул. Комсомольская, д. 196
Tel.: 8 (4242) 45-67-79. E-mail: y.poltev@sakhniro.ru

КРАСНЫЙ ПАКУ *PIARACTUS BRACHYPOMUS*, ОЗЕРО ЧЕРВЯЧНОЕ (О. САХАЛИН), ПРЕДНАМЕРЕННАЯ ИНТРОДУКЦИЯ

В мае 2010 г. в оз. Червячном (о. Сахалин) была поймана особь красного паку *Piaractus brachypomus* стандартной длиной 271,8 мм и массой 691 г. В озере она провела непродолжительное время, на что указывает отсутствие у нее паразитов. Заполненность ее брюшной полости жиром показывает хорошее физическое состояние. В питании отмечены беспозвоночные, характерные для пресных озер Сахалина. Угрозы для местной экосистемы данный вид не представляет, поскольку минимальные температуры водотоков и водоемов Сахалина в холодный период года меньше нижнего предела выживания красных паку. В озеро особь была выпущена, скорее всего, аквариумистом-любителем.

ABOUT THE CAPTURE OF RED-BELLIED PACU *PIARACTUS BRACHYPOMUS* (SERRASALMIDAE) IN THE LAKE CHERVYACHNOYE (SAKHALIN ISLAND)

Yu. N. Poltev

Leading Scientist, Ph. D. (Biology); Sakhalin Branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (SakhNIRO)
693023 Yuzhno-Sakhalinsk, Komsomolskaya Str., 196
Tel.: +7 (4242) 45-67-79. E-mail: y.poltev@sakhniro.ru

RED-BELLIED PACU *PIARACTUS BRACHYPOMUS*, CHERVYACHNOYE LAKE (SAKHALIN ISLAND), INTENTIONAL INTRODUCTION

An example of red-billed pacu *Piaractus brachypomus* with standard length 271.8 mm and weight 691 g was captured in the Lake Chervyachnoye (Sakhalin island) in May of 2010. This fish was without parasites, what indicates spending a short period in the Lake. Plenty fat in the abdominal cavity says in favour of good physical condition. Stomach content included typical Sakhalin freshwater invertebrates. The species does not threat local ecosystem, because minimum temperatures in the rivers and lakes of Sakhalin during cold period of the year are lower than red-billed pacu survival temperature limit. Most likely the fish was released into the lake by an amateur aquariumist.

Красный паку — тропическая рыба, родиной которой являются бассейны рек Амазонка и Ориноко. Достигает длины 85 см и массы 20 кг (Nico et al., 2019). Ценился за мясо и высокие показатели роста, делающие его отличным объектом аквакультуры (Fresneda et al., 2004). В настоящее время вид интродуцирован в Колумбию, Эквадор, Перу, Венесуэлу, Иран, Индию, Бангладеш, Непал, Малайзию, Филиппины и во многие другие страны (Kumar et al., 2018, по: Singh, 2018). В США отмечен в 43 штатах (Nico et al., 2019).

Одиночные поимки красного паку отмечались в водах многих европейских стран: Словакии (Hensel, 2004), Испании (Leunda, 2010), Хорватии (Caleta et al., 2011), Дании (Carl et al., 2016), Венгрии (Harka et al., 2017), Польше (Boeger et al., 2002; Wiegas et al., 2016; Witkowski, Kotusz, 2003, по: Witkowski et al., 2012; Maciaszek et al., 2019). В рос-

сийских водах особей данного вида вылавливали в бассейне р. Кубань (Емтыль и др., 2008). В представленной работе описывается поимка красного паку в водах о. Сахалин и рассматриваются вопросы, связанные с этой поимкой.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В последних числах мая 2010 г. в оз. Червячном, связанном протокой с более крупным оз. Тунайча (рис. 1), при удильном лове на червяка была поймана рыба, которая по внешнему виду предварительно отнесена к сем. Serrasalmidae — пираньевых. Особенность строения ее зубов, напоминающих зубы моляры человека, указывала на принадлежность к растительноядным видам. Видовую идентификацию выловленной особи провели на основе опубликованных работ (Campos-Baca, Kohler, 2005; Goulding, 1980; СЕРТА, 1986, по: Woynarovich, Van Anrooy, 2019). Параметры для

морфометрических измерений выбирали согласно ранее проведенных исследований (Hensel, 2004; Caleta et al., 2011; Zeena, Beevi, 2014; Dharan, Williams, 2017; Harka et al., 2017; Zarei, Rajabi-Maham, 2017): стандартная длина (SL) — от вершины верхней челюсти до конца гипуралий; длина по Смитту (FL) — от вершины верхней челюсти до выемки хвостового плавника; общая длина (TL) — от вершины верхней челюсти до конца хвостового плавника; преорбитальное расстояние (длина рыла) (aO) — от вершины верхней челюсти

до переднего края глазницы; диаметр глаза (по горизонтали) (lO); посторбитальное расстояние (pO) — от заднего края глазницы до заднего костного края жаберной крышки; интерорбитальная ширина (iO) — расстояние между орбитами; расстояние от заднего края глазницы до переднего края *preoperculum* (PM); длина головы (lC) — расстояние между вертикалями от вершины верхней челюсти и заднего костного края жаберной крышки; высота головы (hC) (через середину глаза); антедорсальное расстояние (aD) — от вершины

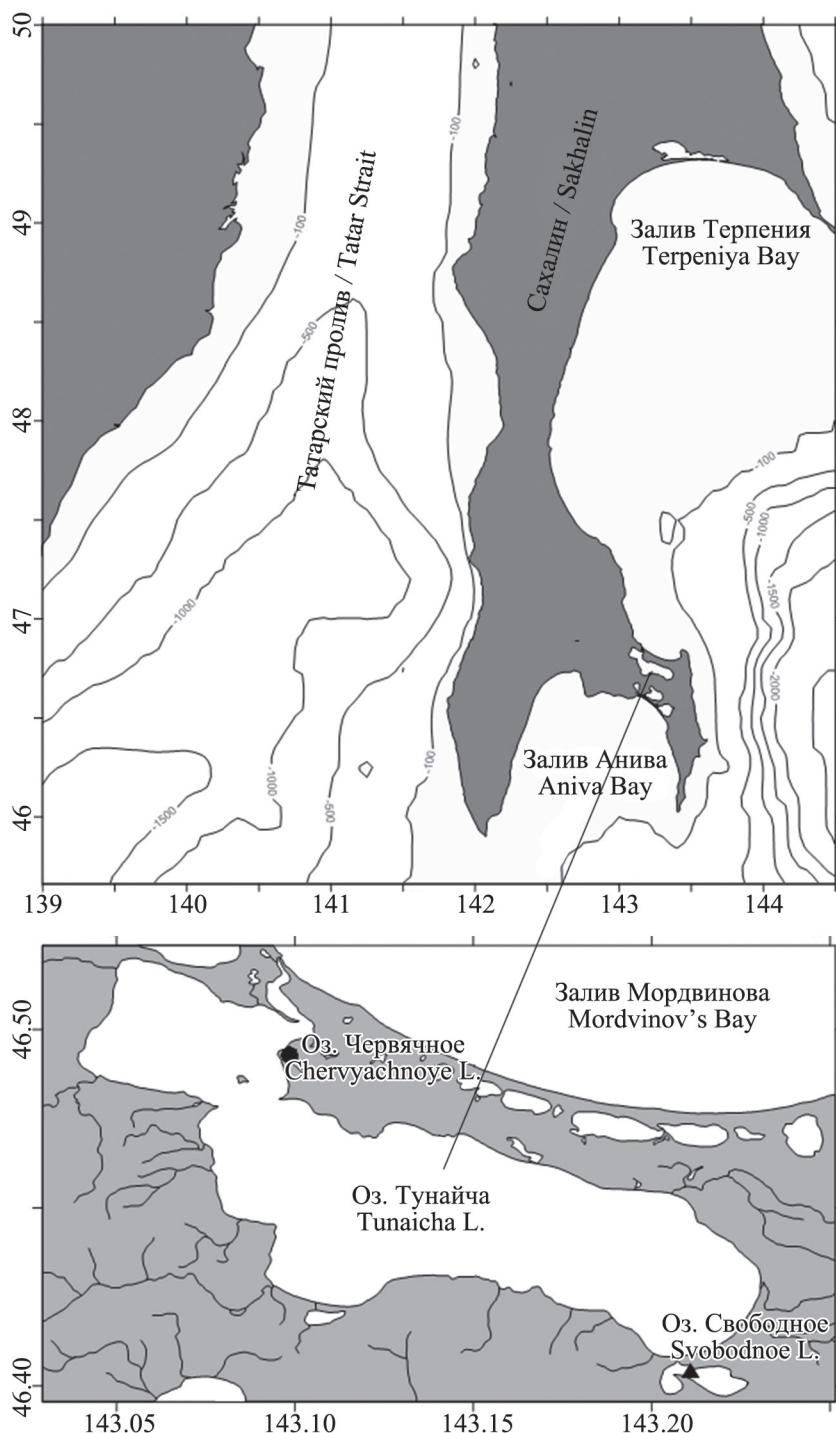


Рис. 1. Место поимки красного паку
Fig. 1. The site of the capture of red-billed pacu

верхней челюсти до первого луча спинного плавника; антепекторальное расстояние (aP) — от вершины верхней челюсти до основания 1-го (верхнего) луча грудного плавника; антевентральное расстояние (aV) — наименьшее расстояние от вершины верхней челюсти до основания лучей брюшного плавника; антеанальное расстояние (aA) — от вершины верхней челюсти до первого луча анального плавника; расстояние между последним лучом дорсального плавника и жировым плавником (Dad); максимальная высота тела (H) — от основания первого луча спинного плавника до основания первого луча анального плавника; минимальная высота тела (h) — высота хвостового стебля, длина хвостового стебля (plc) — на уровне середины расстояния между последним лучом спинного плавника и первым краевым лучом хвостового плавника; длина грудного (lP) и брюшного (lV) плавников; длина основания спинного (lD), жирового (lAd) и анального (lA) плавников; длина наибольшего луча спинного (lmaxD), анального (lmaxA), грудного (lmaxP) и брюшного (lmaxV) плавников, высота жирового плавника (hAd). Морфометрические измерения выполнили с использованием электронного штангенциркуля.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В аквариумной торговле распространены три расщепительноядных вида семейства пираньевых: паку *Piaractus mesopotamicus* (Holmberg, 1887), красный паку *P. brachypomus* (G. Cuvier, 1818) и бурый паку *Colossoma macropomum* (Cuvier, 1816). Из них лишь у последнего в жировом плавнике имеются лучи (Campos-Baca, Kohler, 2005). У выловленной особи лучей в жировом плавнике не было. Красный паку и паку отличаются количеством чешуй в боковой линии, выше и ниже ее по вертикали. По одним данным (Nico et al., 2019), количество чешуй в боковой линии этих видов составляет соответственно 84–100 и 107–128, выше — 31–37 и 50–60, ниже — 33–37 и 49–56. Согласно другим источникам (Goulding, 1980; СЕРТА, 1986, по: Woynarovich, Van Anrooy, 2019), в боковой линии красного паку и паку 88–98 и 108–128 чешуй соответственно, выше — 37–42 и 50–60, ниже — 27–34 и 49–56. У обследованной особи количество чешуй в боковой линии составило 94, выше — 33, ниже — 34. Таким образом, она была идентифицирована как красный паку.

Красный паку хорошо известен не только как аквакультура, но и как распространенный объект аквариумистики. Считается, что именно аквариумисты-любители являются ответственными за появление особей этого вида в водотоках и водоемах с неблагоприятными для их обитания условиями. Характеризуясь высокой скоростью роста, красный паку достигал размеров, при которых их дальнейшее содержание в аквариуме становилось проблематичным, после чего владельцы от них избавлялись (Hanke et al., 2006; Wieczaszek et al., 2016), переселяя в ближайшие водные объекты. Особей красного паку ловили у берегов Дании (пролив Эресунн; Carl et al., 2016), в озерах Канады (Грин Лейк, о. Ванкувер; Hanke et al., 2006) и Польши (Дабье; Wieczaszek et al., 2016), реках Хорватии (Драва и Дунай; Caleta et al., 2011) и Польши (Бзура; Maciaszek et al., 2019), каналах с теплой водой (электростанция «Поморзаны» в г. Щецин; Boeger et al., 2002), лагунах (Щецин; Wieczaszek et al., 2016) и карьерах (Witkowski, Kotusz, 2003, по: Witkowski et al., 2012) Польши, прудах Венгрии (Harka et al., 2017). Что касается поимок красного паку в Хорватии, то их связывали с выносом рыб в р. Драва из рыбоводных прудов в Венгрии, затопленных в результате высокого уровня в реке и ее притоков весной 2010 г. (Caleta et al., 2011).

В странах, куда красный паку был интродуцирован, его особи через какое-то время оказывались за пределами заселенных ими водных объектов. Происходило это или из-за неуправляемого расселения с целью улучшения местного рыболовства (Иран: оз. Зеривар) (Zarei, Rajabi-Maham, 2017), или из-за межбассейновой переброски вод (Индия: воды р. Перияр в р. Муватупужа) (Zeena, Beevi, 2014), или из-за слабой системы изоляции рыбоводных ферм (Индия: оз. Вембанад (Roshni et al., 2014) и рек Gadi (Katwate et al., 2012) и Муватупужа (Zeena, Beevi, 2014)). При этом не исключалось и распространение вида любителями-аквариумистами (Zarei, Rajabi-Maham, 2017).

В российских водах, согласно опубликованным данным (Емтыль и др., 2008), поимки красного паку отмечены в 2007 г. в бассейне р. Кубань. В первой декаде июня особь длиной 30,5 см и массой 615 г была поймана в районе Федоровского гидроузла. Чуть позже, в районе станицы Федоровская (примерно в 2 км от Федоровского гидроузла), выловлена вторая особь. И, наконец, 4 декабря 2007 г. на теплой воде сброса Краснодарской

ТЭЦ (по прямой примерно 20 км от Федоровского гидроузла) поймана третья особь длиной 25 см и массой 400 г.

В других публикациях сообщалось о поимках бурого (черного) паку: Кармановское водохранилище и устье р. Буй (левый приток р. Кама) (Вдовина, Подушка, 2013), теплый (сбросный) канал Беловской ГРЭС (Кемеровская область, весна 2009 г.) (Романов, 2014; Пушкарев, 2017); паку неопределенного вида (около 43 см): оз. Удомля (водоем-охладитель Калининской АЭС, 14 августа 2016 г.) (Подушков, 2016); краснобрюхой пираны *Rygoocentrus nattereri* Kner (33 см): оз. Лахтинский разлив Приморского района г. Санкт-Петербург, лето 2012 г. (Попов, 2014); пиранай *Serrasalmus* sp.: Куйбышевское водохранилище (Семенов, 2011;

Шакирова и др., 2015) и р. Большой Черемшан (в границах г. Димитровград), впадающая в данное водохранилище, летний период (Котельников, Семенов, 2012); «пиранай»: водохранилище ГРЭС-2 с водой около 30 °C (г. Сургут, Ханты-Мансийский автономный округ), июль 2018 г. (Белых, 2018), а также Новосибирская область и Алтайский край (Пушкарев, 2017). Как и в случаях с европейскими странами, поимка в водах Российской Федерации особей красного паку и других экзотических видов рыб связывается с их выпускниками любителями-аквариумистами.

Паразитологический анализ внутренностей красного паку из оз. Червячного не выявил наличия каких-либо паразитов, что предполагает не-продолжительное нахождение в озере. Вся брюш-

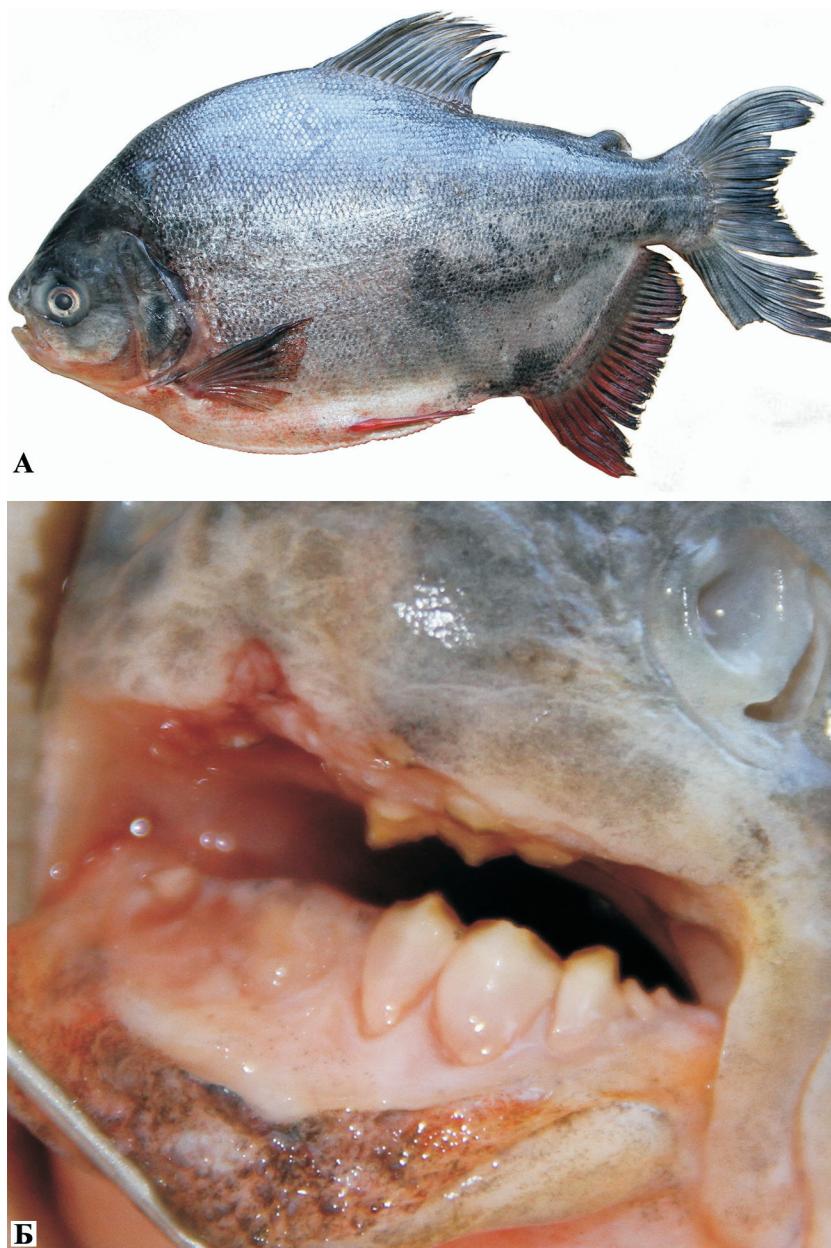


Рис. 2. Особь красного паку длиной SL 271,8 мм, пойманная в оз. Червячном (А — внешний вид, Б — зубы
Fig. 2. The example of red-billed pacu (SL 271.8 mm) captured in the Lake Chervyachnoye (A – the general view, B – the teeth)

ная полость была заполнена жиром, указывая на хорошее физическое состояние рыбы. Также заполненность брюшной полости жиром отмечалась для особи, выловленной в районе Федоровского гидроузла (Емтыль и др., 2008).

Красный паку всеяден, предпочтая в родных местах обитания фрукты, семена и зеленые листья, падающие в воду с деревьев (Goulding, 1980, по: Woynárovich, Van Anrooy, 2019). В питании особи из оз. Червячного были отмечены беспозвоночные, характерные для пресных озер Сахалина: остатки брюхоногих моллюсков р. *Lymnaea*, куколок комаров-звонцов (Chironomidae) и личинок поденок *Ephemera sakhalinensis* Mats, личинки хирономид *Glyptotendipes gripekoveni* Kieffer, 1913 и ручейников сем. Leptoceridae. Доминирующим пищевым объектом особи из канадского озера Green Lake являлся тысячелистник (Hanke et al., 2006), возможно *Myriophyllum spicatum*, а особи из пруда в Венгрии — кукуруза, используемая рыбаками в качестве прикормки (Harka et al., 2017). В желудке особи из вод Федоровского гидроузла были обнаружены остатки годовика длиннопалого рака *Pontastacus leptodactylus* (Eschscholtz, 1823) и нитчатые водоросли (Емтыль и др., 2008), а особи из вод Польши — чешуя жереха обыкновенного *Aspius aspius* (Linnaeus, 1758) и фрагмент пластикового аквариумного растения, подтверждающего аквариумное происхождение рыбы. В питании особей из бассейна р. Сепик-Раму (Папуа - Новая Гвинея), куда вид интродуцировали более двадцати лет назад, отмечены, преимущественно, рыбные останки и водные растения (Correa et al., 2014). Таким образом, наши данные согласуются с тем, что, попадая в новые условия обитания, красный паку показывает высокую пищевую пластичность, переходя на питание кормовыми объектами, характерными для данной местности (Correa et al., 2014).

Исследования показали, что красный паку способен процветать в различных условиях водной среды и выживать в случаях неблагоприятной окружающей обстановки (Singh, Lakra, 2011). Взрослые особи хорошо адаптируются к гипоксии среды обитания, а на выживаемость их эмбрионов существенно влияет лишь концентрация кислорода ниже 4 мг/л (Dabrowski et al., 2003). Поимка красного паку в прол. Эресунн показывает, что взрослые рыбы могут определенное время переносить и морскую воду (Carl et al., 2016). Резкий перенос из пресной воды в слабосоленую и об-

ратно не оказывает влияния и на выживаемость их личинок (Jomori et al., 2012).

При температурном диапазоне обитания от 16,5 до 35 °C критическими значениями являются 10,3 и 44,4 °C (Di Santo et al., 2018). Поскольку минимальные температуры вод европейских стран и Российской Федерации в холодный период года меньше нижнего предела выживания пираньевых, то случаи поимок их представителей научным сообществом не воспринимаются как угроза для местной экосистемы (Jomori et al., 2012; Caleta et al., 2011; Семенов, 2011; Котельников, Семенов, 2012; Шакирова и др., 2015; Wieczak et al., 2016). На территории этих стран круглогодичное обитание пираньевых возможно лишь в обогреваемых водах, например в водах электростанций (Caleta et al., 2011). Предполагается, что особь бурого (черного паку) массой более 4 кг, выловленная весной 2009 г. в теплом (сбросном) канале Беловской ГРЭС (Кемеровская область), провела в нем не менее одной зимы (Романов, 2014; Пушкарев, 2017). Тем не менее в Польше торговля красным паку с 2014 г. была ограничена Министерством окружающей среды, поскольку вид посчитали чужеродным и потенциально негативно влияющим на окружающую среду (Wieczak et al., 2016). Что касается азиатских стран с благоприятными для обитания красного паку температурами, то поимки его особей за пределами рыбоводных ферм вызывают у исследователей тревогу из-за возможного негативного влияния на местную ихтиофауну (Roshni et al., 2014; Zeena, Beevi, 2014; Zarei, Rajabi-Maham, 2017).

Температурные данные по оз. Червячному отсутствуют. Однако известна температура воды оз. Свободного за 11 июня 2010 г. (примерно через две недели после поимки красного паку). Этот водоем, как и оз. Червячное, связан с оз. Тунайча протокой. На глубине 1 м в оз. Свободном температура воды в 9.00 утра составляла 11,5 °C, а в 20.00 — 13,5 °C. Представляется, что в оз. Червячном, более мелководном и меньшем по размеру, минимальная суточная температура воды в конце мая была, по крайней мере, не выше этих значений. Поимка красного паку на рыболовную снасть с наживкой показывает, что и при условиях, близких к критическим, рыба пытаться не прекратила, находясь в хорошем физическом состоянии. Можно предположить, что для этой особи нижний предел выживания ниже известных критических значений 10,3 (Di Santo et al., 2018).

В таблице 1 представлены данные морфометрических измерений красного паку из оз. Червячного и вод различных европейских и азиатских

стран. Относительно широкая вариабельность отдельных параметров рыб может быть обусловлена тем, что некоторые из исследованных особей

Таблица 1. Данные морфометрических измерений красного паку из оз. Червячного и вод некоторых европейских и азиатских стран

Table 1. Measurements of red-billed pacu from the Lake Chervyachnoye and from the waters of some Europe and Asian countries

Измерения Measurements	Оз. Червячное Chervyachnoye L.	Река Памба, Индия (Dharan, Williams, 2017), 2 экз. Pamba R., India, 2 examples	Пруд, Венгрия (Harka et al., 2017) Pond, Hungary	Река Муватупужа, Индия (Zeena, Beevi, 2014), 2 экз. Muvatupuzha R., India, 2 examples	Оз. Заревар, Иран (Zarei, Rajabi-Maham, 2017) Zarevar L., Iran	Реки Драва и Дунай, Хорватия (Caleta et al., 2011), 2 экз. Drava R. and Dunay R., Croatia, 2 examples	Водоем Зелена-Вода, Словакия (Hensel, 2004) Zelena-Voda, Slovakia
D	III+14	16/16	III+14	18/18	III+14	III+14/III+14	III+14
A	III+24	23/23	III+22	III+23/III+23	III+22	III+24/III+22	III+22
V	I+7	8/8	I+7	I+7/I+7	I+7	I+7/I+7	I+7
P	I+14	13/13	I+14	I+15/I+15	I+13	I+16/I+14	I+14
C	V+8+9+V			19/19	—	—	V+9+8+V
Vs	33+33		30+26		—		33+37
Ls	94	106/105	106	102/102	93	96/99	104
Vsc	53	54/45			57	57/61	53
TL	307,81	133/123			225,0	232,0/241,5	283
SL	271,82	102/97		327–347	177,0	179,8/203,6	222
FL	293,08				—	—	263
M	691				248	255,3/293,5	540
LC	73,2	38/37			52,0	52,3/60,3	
в % от LC							
aO	23,0	21,1/21,1	18,3	27,84–30,23	28,0	28,5/28,0	31,6
lO	19,6	23,6/23,6	17,2	15,46–23,26	21,0	23,9/23,5	20,8
pO	54,1	47,4/47,4	55,9		53,8	53,7/53,4	53,8
iO	42,9	44,7/44,7	38,7	52,33–53,61	46,8	46,3/47,1	52,7
PM	24,8				24,7	25,2/24,5	21,3
hC	85,3		69,9		84,0	84,5/84,2	89,5
в % от SL							
LC	26,9	37,3	29,2	26,23–27,95	28,7	29,1/29,6	29,0
aD	53,3	38,2	48,1	56,27–56,77	58,6	59,1/58,5	56,3
aP	25,8			24,46–24,50			
aV	50,82	47,1	41,5	50,46–51,00	51,4	53,7/53,4	51,1
aA	72,73	70,6	70,1	74,62–77,81	75,0	75,4/77,1	76,1
DAd	16,7	15,7	15,7		16,3	16,1/16,7	15,6
plc		8,8	14,8	8,07–8,87	11,0	10,8/11,7	10,0
H	53,7	55,9	45,3	51,38–55,62	54,6	55,6/53,3	50,9
h	12,2		12,3		11,5	11,3/11,7	12,0
ID	22,9	29,4	20,4	23,24–23,63	22,4	22,2/21,7	20,9
IA	27,3	22,6	22,3	25,38–27,67	18,9	27,8/26,0	24,3
lAd	2,5	3,9	5,0		3,3	3,1/2,8	3,0
lmaxP	19,4	18,6	23,6	19,27–21,61	25,8	21,9/22,2	21,5
lmaxV	16,8	19,6	20,4		21,1	20,1/18,4	18,7
lmaxD	19,3		19,8	23,05–23,24	25,2	25,7/26,1	22,5
lmaxA	16,8		17,6	18,04–18,73	21,7	23,3/21,0	16,5
hAd	4,9						

Примечание: D, A, V, P, C — количество лучей в спинном, анальном, брюшном, грудном и хвостовом плавниках; Vs — чешуй над и под боковой линией; Ls — чешуй в боковой линии; Vsc — брюшных щитков; TL, SL — общая и стандартная длины тела (мм); FL — длина тела по Смитту (мм); M — масса тела (г); LC — длина головы; aO — преорбитальное расстояние; lO — диаметр глаза (горизонтальный); pO — посторбitalное расстояние; iO — интерорбitalная ширина; PM — расстояние между глазом и preoperculum; hC — высота головы (через середину глаза); aD — антедорсальное расстояние; aP — антепекторальное расстояние; aV — антевентральное расстояние; aA — антеанальное расстояние; DAd — расстояние между последним лучом спинного плавника и жировым плавником; plc — длина хвостового стебля; H — максимальная высота тела; h — минимальная высота тела; ID, IA, lAd — длина основания спинного, анального и жирового плавников; lmaxP, lmaxV, lmaxD, lmaxA — длина максимального луча грудного, брюшного, спинного, анального плавников; hAd — высота жирового плавника.

Note: D, A, V, P, C — the number of the rays in the dorsal, anal, ventral, pectoral and caudal fins; Vs — the scales above and below the lateral line; Ls — the scales in the lateral line; Vsc — the ventral thoraxes; TL, SL — the general and standard body length (mm); FL — the Schmidt's length (mm); M — the body weight (g); LC — the head length; aO — the preorbital distance; lO — the eye diameter (horizontal); pO — the postorbital distance; iO — the interorbital distance; PM — the distance between the eye and the preoperculum; hC — the head height (through the middle of the eye); aD — the antedorsal distance; aP — the antepectoral distance; aV — the anteventral distance; aA — the anteanal distance; DAd — the distance between the last ray in the dorsal fin and the adipose fin; plc — the length of the caudal peduncle; H — the maximum body height; h — the minimum body height; ID, IA, lAd — the length of the doral, anal and adipose fin insertions; lmaxP, lmaxV, lmaxD, lmaxA — the length of the maximum ray in the pectoral, ventral, dorsal, anal fins; hAd — the height of the adipose fin.

являются гибридами. Генетическое различие импортированных в Европу особей от обитающих в естественных условиях красных паку предполагали ранее на основании того, что по количеству чешуек в боковой линии особь, выловленная в Венгрии, показывала большее сходство с паку (Harka et al., 2017). На возможность завоза с Южной Америки гибридов паку указывает тот факт, что в Бразилии в качестве аквакультуры используются так называемые *tambatinga* (самка бурого паку (*tambaqui*) и самец красного паку (*pirapitinga*)) и *ratinga* (самка паку (*rasu*) и самец красного паку (*pirapitinga*)) (IBGE, 2016, по: Jorge et al., 2018).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Выловленная в оз. Червячном особь красного паку, скорее всего, была выпущена в этот водоем аквариумистом-любителем. В озере она провела не-продолжительное время, на что указывает отсутствие у нее паразитов. Заполненность брюшной полости пойманной особи жиром указывает на хорошее физическое состояние. В питании отмечены беспозвоночные, характерные для пресных озер Сахалина. Угрозы для местной экосистемы данный вид не представляет, поскольку минимальные температуры водотоков и водоемов Сахалина в холодный период года меньше нижнего предела выживания красных паку.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Автор благодарит сотрудника Экологической компании Сахалин (ЭКС) П.С. Ващакидзе за представление красного паку, начальника отдела гидробиологии «СахНИРО», д. б. н. В.С. Лабая — за определение объектов его питания; вед. н. с. Лаборатории микробиологии и паразитологии, к. б. н. Е.В. Фролова — за проведение паразитологического анализа рыбы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Белых А. 2018. Не ждали // Русская рыба. Вчера. Сегодня. Завтра. № 4. Сентябрь–октябрь. С. 138.
- Вдовина Н.Е., Подушка С.Б. 2013. Черный паку в Кармановском водохранилище // Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭН-КО. СПб. Вып. 18. С. 19–20.
- Емтыль М.Х., Иваненко А.М., Сатаров В.В. Доронин Я.А. 2008. О нахождении красного паку — *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) в бассейне реки Кубани / Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий: Матер. XXI Межреспубл. науч.-практич. конф. КубГУ (г. Краснодар). С. 73–74.
- Котельников А.А., Семенов Д.Ю. 2012. Ихтиофауна реки Большой Черемшан в границах Ульяновской области / Любящевские чтения. Современные проблемы эволюции. Сб. матер. Междунар. конф. (Ульяновск, 5–7 апреля 2012 г.). Ульяновск: УлГПУ. С. 235–237.
- Подушков Д.Л. 2016. В озере-охладителе Калининской АЭС рыбак поймал рыбу паку — разновидность пираньи // Атомная стратегия XXI. № 117. С. 18.
- Попов И.Ю. 2014. Новые виды рыб в российской части Финского залива и в пресных водоемах Санкт-Петербурга и Ленинградской области // Российский журнал биологических инвазий. № 1. С. 52–63.
- Пушкирев А. 2017. Пираньи из Кузбасса // Русская рыба. Вчера. Сегодня. Завтра. № 5. Ноябрь–декабрь. С. 70–74.
- Романов В.И. 2014. Ихтиофауна России в системе рыб мировой фауны: учебное пособие. Томск: Изд. дом ТГУ. 410 с.
- Семенов Д.Ю. 2011. Антропогенная трансформация ихтиофауны Средней Волги в Куйбышевском водохранилище. Ульяновск: УлГУ. 113 с.
- Шакирова Ф.М., Северов Ю.А., Латыпова В.З. 2015. Современный состав чужеродных видов рыб Куйбышевского водохранилища и возможности проникновения новых представителей в экосистему водоема // Российский журнал биологических инвазий. № 3. С. 77–97.
- Boeger W.A., Piasecki W., Sobecka E. 2002. Neotropical monogenoidea. 44. *Mymarothecium viatorum* sp. N. (Ancyrocephalinae) from the gills of *Piaractus brachypomus* (Serrasalmidae, Teleostei) captured in a warm-water canal of a power plant in Szczecin, Poland // Acta ichthyologica et Piscatoria. Vol. XXXII. Fasc. 2. P. 157–162.
- Ćaleta M., Tutman P., Buj I., Zanella D., Mustafic P., Marcic Z., Mrakovcic M., Dulcic J. 2011. How was a Pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Serrasalmidae) introduced in Croatian freshwaters? // Cubium. Vol. 35. № 3. P. 259–261.
- Campos-Baca L., Kohler C.C. 2005. Aquaculture of *Colossoma macropomum* and related species in Latin America // American Fisheries Symposium. Vol. 46. P. 541–561.

- Carl H., Behrens J., Moler P.R. 2016. Statusrapport vedr. udbredelsen af ikke-hjemmehørende fiskearter i danske farvande. Statens Naturhistoriske Museum – Section for Evolutionary Genomics. 35 s.
- Correa S.B., Ricardo Betancur-R.R., de Mérone B., Armbruster J.W. 2014. Diet shift of Red Belly Pacu *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Serrasalmidae), a Neotropical fish, in the Sepik-Ramu River Basin, Papua New Guinea // Neotropical Ichthyology. Vol. 12. № 4. P. 827–833.
- Dabrowski K., Rihchard J., Ottobre J.S., Alcantara F., Padilla P., Ciereszko A., De Jesus M.J., Kohler C.C. 2003. Effect of Oxygen Saturation in Water on Reproductive Performances of Pacu *Piaractus Brachypomus* // Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 34. № 4. P. 441–449.
- Dharan R.S., Williams Sh. 2017. First record of the pirapitinga *Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818 (Actinopterygii: Serrasalmidae) in Pamba River Kerala, India // The Bioscan. Vol. 12. № 1. P. 121–124.
- Di Santo V., Jordan H.L., Cooper B., Beitinger T.L., Bennett W.A. 2018. Thermal tolerance of the invasive red-bellied paku and the risk of establishment in the United States // Journal of Thermal Biology. Vol. 74. P. 110–115.
- Fresnedo A., Lenis G., Agudelo E., Angel M.O. 2004. Espermicion inducida y crioconservacion de semen de Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*) // Rev. Col. Cienc. Pec. Suplemento. Vol. 17. P. 46–52.
- Hanke G.F., M. Mcnall C.E., Roberts J. 2006. First Records of the Yellow Bullhead, *Ameiurus natalis*, a Loricariid Catfish, *Panaque suttonorum*, and a Silver Pacu, *Piaractus* cf. *P. brachypomus*, in British Columbia // The Canadian field-naturalist. Vol. 120. P. 421–427.
- Harka A., Szepesi Sz., Nyeste K. 2017. First record of pirapitinga *Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818 in a natural waterbody of Hungary. Pisces Hungarici. Vol. 11. P. 35–39.
- Hensel K. 2004. First record of the pirapitinga *Piaractus brachypomus* (Actinopterygii: Serrasalmidae) in Slovakia // Biologia. Vol. 59. Suppl. 15. P. 205–210.
- Jomori R.K., Luz R.K., Portella M.C. 2012. Effect of Salinity on Larval Rearing of Pacu, *Piaractus mesopotamicus*, a Freshwater Species // Journal of the World Aquaculture Society. Vol. 43. № 3. P. 423–432.
- Jorge P.H., Mastrochirico-Filho V.A., Hata M.E., Mendes N.J., Ariede R.B., de Freitas M.V., Vera M., Porto-Foresti F., Hashimoto D.T. 2018. Genetic characterization of the fish *Piaractus brachypomus* by microsatellites derived from transcriptome sequencing // Frontiers in Genetics / www.frontiersin.org. Vol. 9. № 46. P. 1–12.
- Katwate U., Apte D., Raut R. 2012. Invasion in our Rivers // Hornbill, 201, pp. 42–45.
- Leunda P.M. 2010. Impacts of non-native fishes on Iberian freshwater ichthyofauna: current knowledge and gaps // Aquat. Inv. Vol. 5. № 3. P. 239–262.
- Maciaszek R., Eberhardt M., Wilk S., Sosnowski W., Szpakowski B. 2019. Alien aquarium fish species found in open waters of Poland with new record of Amazonian Red Pacu *Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818 (Serrasalmidae) from Bzura river // World Scientific News. Vol. 126. P. 276–282.
- Nico L.G., Fuller P.L., Neilson M.E. 2019. *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818): U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL, <https://nas.er.usgs.gov/queries/factsheet.aspx?SpeciesID=427>, Revision Date: 8/13/2019, Peer Review Date: 2/10/2016, Access Date: 12.15.2019.
- Roshni K., Renjithkumar C.R., Kurup B.M. 2014. Record of a newly introduced fish, red-bellied pacu *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) (Characiformes, Serrasalmidae), in a tropical wetland system, India // Journal of Applied Ichthyology. Vol. 30 (5), pp. 1037–1038.
- Singh A.K. 2018. Apprehensions and issues related to pacu *Piaractus brachypomus* (Cuvier 1818) farming in India // J. Fish. Res. Vol. 2. № 1. P. 19–23.
- Singh A.K., Lakra W.S. 2011. Risk and benefit assessment of alien fish species of the aquaculture and aquarium trade into India // Reviews in Aquaculture. Vol. 3. № 1. P. 3–18.
- Wiecaszek B., Keszka S., Dziaman R., Gorecka K., Dabrowski J. 2016. *Piaractus brachypomus* (Characiformes, Serrasalmidae) – an incidental alien species in Polish and world waters? // Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech. Vol. 330 (40) 4, pp. 187–198.
- Witkowski A., Kleszcz M., Blachuta J., Kotusz J., Kusznierz J., Napora K. 2012. Ichthyofauna of Wrocław – the Odra River, its tributaries and the selected city reservoirs // Fragmenta Faunistica. Vol. 55. № 1. P. 49–74.
- Woynarovich A., Van Anrooy. 2019. Field guide to the culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816). FAO Fisheries and aquaculture technical paper. № 624. Rome, FAO. 132 p.
- Zarei F., Rajabi-Maham H. 2017. First record of exotic *Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818 (Characiformes:

Serrasalmidae) from the Zarivar Lake, Western Iran // Journal of Applied Ichthyology. Vol. 33, issue 4, pp. 1–3. Zeena K.V., Beevi J.K.S. 2014. On a report of red-bellied pacu *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) from Muvattupuzha River, Kerala, India // Journal of Bombay Natural History Society. Vol. 111. № 2. P. 138–140.

REFERENCES

- Belykh A. *Ne zhiali* [We did not expect]. *Russkaya ryba. Vchera. Segodnya. Zavtra*, 2018, no. 4, p. 138.
- Vdovina N.Y., Podushka S.B. Black pacu in the Karmanovskoe reservoir. *Scientific and technical bulletin of the laboratory of ichthyology INENKO*, 2013, issue 18, pp. 19–20. (In Russian)
- Emtyl M.K., Ivanenko A.M., Satarov V.V., Doroshenko Y.A. About finding red pacu – *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) in the Kuban River basin. Actual problems of ecology and nature protection of ecosystems of the southern regions of Russia and adjacent territories: Mater. XXI Interrespubl. scientific-practical conf. KubSU (Krasnodar), 2008, pp. 73–74. (In Russian)
- Kotelnikov A.A., Semenov D.Y. Ichthyofauna of the Bolshoi Cheremshan River within the boundaries of the Ulyanovsk Region. Lyubishchev readings. Modern problems of evolution. Sat. mater. Int. conf. (Ulyanovsk, April 5–7, 2012), 2012, pp. 235–237. (In Russian)
- Podushkov D.L. In the cooling lake of the Kalinin NPP, a fisherman caught a fish pacu – a kind of piranha. *Atomic strategy XXI*, 2016, no. 117, p. 18. (In Russian)
- Popov I.Y. New fish species in the Russian part of the Gulf of Finland and in fresh water bodies of St. Petersburg and the Leningrad Region. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2014, no. 1, pp. 52–63. (In Russian)
- Pushkarev A. Piranhas from Kuzbass. *Russian fish. Yesterday. Today. Tomorrow*, 2017, no. 5, pp. 70–74. (In Russian)
- Romanov V.I. *Ikhtiofauna Rossii v sisteme ryb mirovoy fauny* [Ichthyofauna of Russia in the system of fish of the world fauna]. Tomsk, 2014, 410 p.
- Semenov D.Y. *Antropogennaya transformatsiya ikhtiofauny Sredney Volgi v Kuybyshevskom vodokhranilishche* [Anthropogenic transformation of the ichthyofauna of the Middle Volga in the Kuibyshev reservoir]. Ulyanovsk, 2011, 113 p.
- Shakirova F.M., Severov Y.A., Latypova V.Z. The modern composition of alien fish species of the Kuibyshev reservoir and the possibility of penetration of new representatives into the ecosystem of the reservoir. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2015, no. 3, pp. 77–97.
- Boeger W.A., Piasecki W., Sobecka E. Neotropical monogenoidea. 44. *Mymarothecium viatorum* sp. N. (Ancyrocephalinae) from the gills of *Piaractus brachypomus* (Serrasalmidae, Teleostei) captured in a warm-water canal of a power plant in Szczecin, Poland. *Acta ichthyologica et Piscatoria*, 2002, vol. XXXII, fasc. 2, pp. 157–162.
- Ćaleta M., Tutman P., Buj I., Zanella D., Mustafic P., Marcic Z., Mrakovcic M., Dulcic J. How was a Pirapitinga, *Piaractus brachypomus* (Serrasalmidae) introduced in Croatian freshwaters? *Cubium*, 2011, vol. 35, no. 3, pp. 259–261.
- Campos-Baca L., Kohler C.C. Aquaculture of *Colosoma macoporum* and related species in Latin America. *American Fisheries Symposium*, 2005, vol. 46, pp. 541–561.
- Carl H., Behrens J., Moler P.R. Statusrapport vedr. udbredelsen af ikke-hjemmehørende fiskearter i danske farvande. Statens Naturhistoriske Museum – Section for Evolutionary Genomics, 2016, 35 p.
- Correa S.B., Ricardo Betancur-R.R., de Mérona B., Armbruster J.W. Diet shift of Red Belly Pacu *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Serrasalmidae), a Neotropical fish, in the Sepik-Ramu River Basin, Papua New Guinea. *Neotropical Ichthyology*, 2014, vol. 12, no. 4, pp. 827–833.
- Dabrowski K., Rihchard J., Ottobre J.S., Alcantara F., Padilla P., Ciereszko A., De Jesus M.J., Kohler C.C. Effect of Oxygen Saturation in Water on Reproductive Performances of Pacu *Piaractus Brachypomus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2003, vol. 34, no. 4, pp. 441–449.
- Dharan R.S., Williams Sh. First record of the pirapitinga *Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818 (Actinopterygii: Serrasalmidae) in Pamba River Kerala, India. The Bioscan, 2017, vol. 12, no. 1, pp. 121–124.
- Di Santo V., Jordan H.L., Cooper B., Beitinger T.L., Benett W.A. Thermal tolerance of the invasive red-bellied pacu and the risk of establishment in the United States. *Journal of Thermal Biology*, 2018, vol. 74, pp. 110–115.
- Fresneda A., Lenis G., Agudelo E., Angel M.O. Espermicion inducida y crioconservacion de semen de Cachama Blanca (*Piaractus brachypomus*). *Rev. Col. Cienc. Pec. Suplemento*, 2004, vol. 17, pp. 46–52.
- Hanke G.F., M. Mcnall C.E., Roberts J. First Records of the Yellow Bullhead, *Ameiurus natalis*, a Loricariid

- Catfish, *Panaque suttonorum*, and a Silver Pacu, *Piaractus* cf. *P. brachypomus*, in British Columbia. *The Canadian field-naturalist*, 2006, vol. 120, pp. 421–427.
- Harka A, Szepesi Sz., Nyeste K. 2017. First record of pirapitinga *Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818 in a natural waterbody of Hungary. *Pisces Hungarici*. Vol. 11. P. 35–39.
- Hensel K. First record of the pirapitinga *Piaractus brachypomus* (Actinopterygii: Serrasalmidae) in Slovakia. *Biologia*, 2004, vol. 59, suppl. 15, pp. 205–210.
- Jomori R.K., Luz R.K., Portella M.C. Effect of Salinity on Larval Rearing of Pacu, *Piaractus mesopotamicus*, a Freshwater Species. *Journal of the World Aquaculture Society*, 2012, vol. 43, no. 3, pp. 423–432.
- Jorge P.H., Mastrochirico-Filho V.A., Hata M.E., Mendes N.J., Ariede R.B., de Freitas M.V., Vera M., Porto-Foresti F., Hashimoto D.T. Genetic characterization of the fish *Piaractus brachypomus* by microsatellites derived from transcriptome sequencing. *Frontiers in Genetics*, 2018, vol. 9, no. 46, pp. 1–12.
- Katwate U., Apte D., Raut R. Invasion in our Rivers. *Hornbill*, 201, pp. 42–45.
- Leunda P.M. Impacts of non-native fishes on Iberian freshwater ichthyofauna: current knowledge and gaps. *Aquat. Inv.*, 2010, vol. 5, no. 3, pp. 239–262.
- Maciaszek R., Eberhardt M., Wilk S., Sosnowski W., Szpakowski B. Alien aquarium fish species found in open waters of Poland with new record of Amazonian Red Pacu *Piaractus brachypomus*, Cuvier, 1818 (Serrasalmidae) from Bzura River. *World Scientific News*, 2019, vol. 126, pp. 276–282.
- Nico L.G., Fuller P.L., Neilson M.E. *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818): U.S. Geological Survey, Nonindigenous Aquatic Species Database, Gainesville, FL, <https://nas.er.usgs.gov/queries/factsheet.aspx?SpeciesID=427>, Revision Date: 8/13/2019, Peer Review Date: 2/10/2016, Access Date: 12.15.2019.
- Roshni K., Renjithkumar C.R., Kurup B.M. Record of a newly introduced fish, red-bellied pacu *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) (Characiformes, Serrasalmidae), in a tropical wetland system, India. *Journal of Applied Ichthyology*, 2014, vol. 30 (5), pp. 1037–1038.
- Singh A.K. Apprehensions and issues related to pacu *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) farming in India. *J. Fish. Res.*, 2018, vol. 2, no. 1, pp. 19–23.
- Singh A.K., Lakra W.S. Risk and benefit assessment of alien fish species of the aquaculture and aquarium trade into India. *Reviews in Aquaculture*, 2011, vol. 3, no. 1, pp. 3–18.
- Wiecaszek B., Keszka S., Dziaman R., Gorecka K., Dabrowski J. *Piaractus brachypomus* (Characiformes, Serrasalmidae) – an incidental alien species in Polish and world waters? *Folia Pomer. Univ. Technol. Stetin., Agric., Aliment., Pisc., Zootech.*, 2016, vol. 330 (40) 4, pp. 187–198.
- Witkowski A., Kleszcz M., Blachuta J., Kotusz J., Kusznierz J., Napora K. Ichthyofauna of Wroclaw – the Odra River, its tributaries and the selected city reservoirs. *Fragmenta Faunistica*, 2012, vol. 55, no. 1, pp. 49–74.
- Woynarovich A., Van Anrooy. Field guide to the culture of tambaqui (*Colossoma macropomum*, Cuvier, 1816). *FAO Fisheries and aquaculture technical paper*, 2019, no. 624. Rome, FAO. 132 p.
- Zarei F., Rajabi-Maham H. First record of exotic *Piaractus brachypomus* Cuvier, 1818 (Characiformes: Serrasalmidae) from the Zarivar Lake, Western Iran. *Journal of Applied Ichthyology*, 2017, vol. 33, issue 4, pp. 1–3.
- Zeena K.V., Beevi J.K.S. On a report of red-bellied pacu *Piaractus brachypomus* (Cuvier, 1818) (Characiformes: Characidae) from Muvattupuzha River, Kerala, India. *Journal of Bombay Natural History Society*, 2014, vol. 111, no. 2. pp. 138–140.

Статья поступила в редакцию: 03.04.2019

Статья принята после рецензии: 11.12.2019

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 редакцией, повторно не принимаются и не рассматриваются.

Редакция 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 — в формате PDF, таблицы — в формате Word, рисунки — TIF, JPEG, AI, EPS);
- файл с подрисуночными подписями.

Авторы обязаны сопровождать статью, направляемую в редакцию, двумя экземплярами подписанныго соглашения о передаче авторского права (форма соглашения доступна для скачивания по ссылкам: http://www.kamniro.ru/soglasiyu_avtor/ (статья с одним автором), http://www.kamniro.ru/soglasiyu_soavtor/ (соавторство)).

Исправленные после замечаний рецензентов материалы принимаются по электронной почте (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;

— должность, научная степень автора, название научного учреждения, полный почтовый адрес, рабочий телефон/факс, электронный адрес. Если авторов несколько, и они работают в разных учреждениях, то названия, адреса и контактные данные учреждений приводятся в том порядке, в каком расположены фамилии авторов;

- ключевые слова;
- краткая аннотация (не более 1/2 страницы).

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, благодарности (при необходимости), список литературы.

В тексте и таблицах в числах десятичные знаки отделяются запятой.

Таксоны: род и вид набираются *курсивом*.

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

Иллюстративный материал

Все рисунки должны быть пронумерованы в последовательности, соответствующей упоминанию в статье, и номерами привязаны к подрисуночным 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 подрисуночной 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 представляются в формате программы CorelDraw или в форматах EPS, AI.

Список литературы

В список литературы включаются только рецензируемые источники (статьи из научных журналов и монографий), 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 литературы составляется в алфавитном порядке; сначала источники на русском языке, затем — на иностранном. Указываются **только опубликованные** работы, отмеченные ссылками в тексте.

В списке литературы указываются фамилии всех авторов источника. 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 приводят 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:

Трифонова 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 1998г.). 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.

Трувецлер 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.

... // Вопр. 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. Тихookeан. 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.: (4152) 41-27-01. E-mail: pressa@kamniro.ru.

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



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.

От редактора 4

СТИХИ

ВОСПОМИНАНИЯ

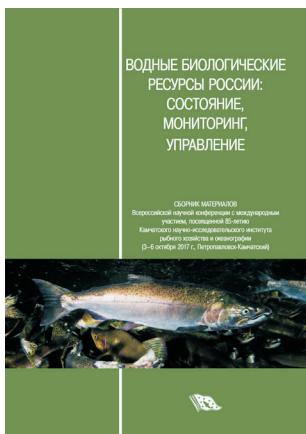
Дьяков Ю.П. Избранная поэзия 192
Бугаев В.Ф. Избранные стихи из сборника
«На окраине России» 200

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
Камчатка (1973) 228
Николаев А.С. Из сборника рассказов
«Чудо каждого дня...» (1995) 234
Николаев А.С. Запоздалый репортаж
с Большерецкого тракта (2017) 243
Острумов 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

СОДЕРЖАНИЕ

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
Науменко Е.А. Полевые сезоны	108
Бугаев В.Ф. Один взгляд и три вылазки на оз. Этамын	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

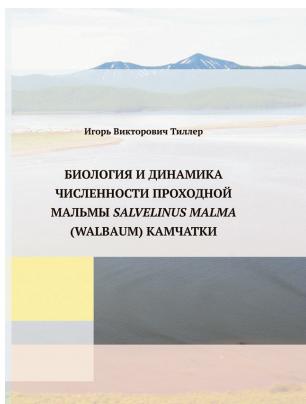


Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление.
Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 85-летию Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (3-6 октября 2017 г., Петропавловск-Камчатский). 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 основным направлениям: воспроизведение 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 воспроизведение 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 рассматривается 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 дрифтерных 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 дрифтерных 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-временное распределение и динамику уловов, основные 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 дрифтерных 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, экологам, студентам высших учебных заведений, работникам рыбохозяйственных предприятий и силовых структур, контролирующих воспроизводство и добычу лососей.



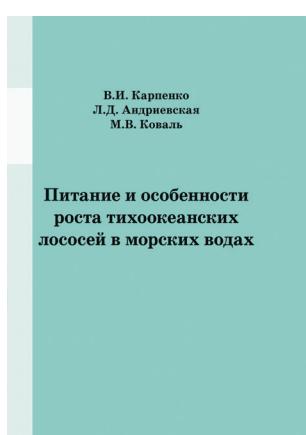
Современное состояние и методы изучения экосистем внутренних водоемов. Сборник материалов Всероссийской научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения Игоря Ивановича Куренкова (7–9 октября 2015 г., Петропавловск-Камчатский). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО, 2015. 235 с.

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 тепла 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 воспроизведстве 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 Камчатка. 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.

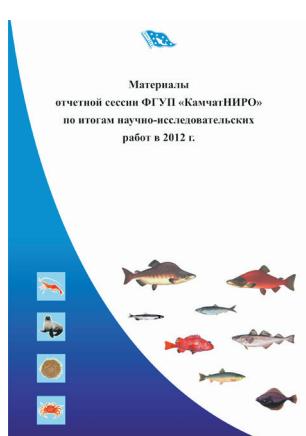
Электронная версия доступна по ссылке: www.kamniro.ru/publishing/kamniro/sovremennoe_sostoyanie_i_metody_izucheniya_ekosistem_vnutrennih_vodoemov



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.

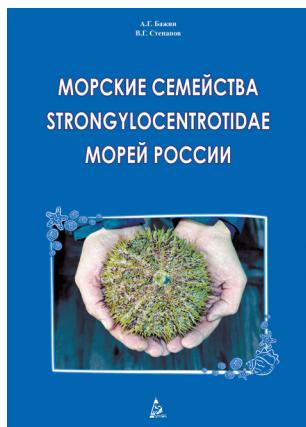
Описаны районы обитания лососей камчатских популяций и исследованы основные факторы среды, влияющие на их питание и рост в море. Для этого изучен состав пищи и оценены пищевые потребности пяти видов (горбушки, кеты, нерки, кижучи и чавычи) на отдельных этапах морского периода жизни. Изучена многолетняя 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.

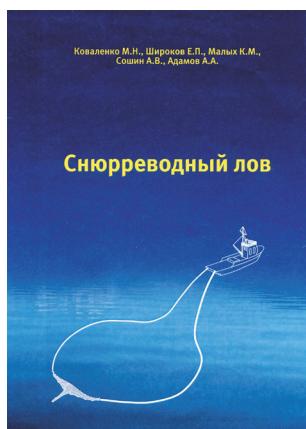
Сборник предназначен для специалистов рыбохозяйственных НИИ, рыбопромышленников, студентов профильных вузов, органов рыбоохраны.



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.



Снурреводный 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 снурреводного лова с судов среднего, малого и малого маломерного классов на Камчатке. Работа представляет собой обобщение накопленной в лаборатории промышленного рыболовства ФГУП «КамчатНИРО» информации о снурреводном 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 снурреводами с судов среднего, малого и малого маломерного флота, а также студентов, обучающихся по специальностям «Промышленное рыболовство» и «Промысловое судовождение».



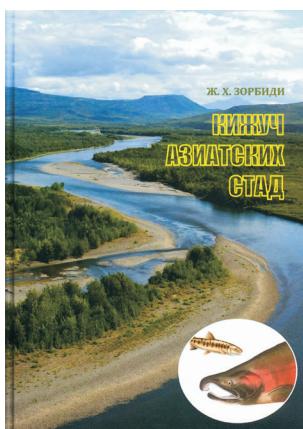
Дьяков Ю.П. **Камбалообразные (PLEURONECTIFORMES) дальневосточных морей России** (пространственная организация фауны, сезоны и продолжительность нереста, популяционная структура вида, динамика популяций). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2011. 428 с.

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. Даны 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.



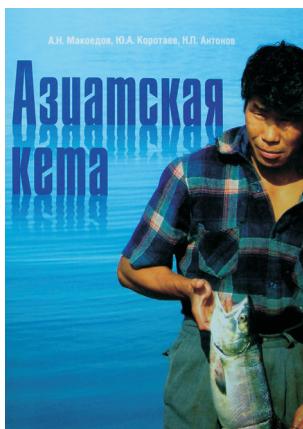
Сергеева Н.П., Варкентин А.И., Буслов А.В. **Шкала стадий зрелости гонад минтая.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2011. 92 с.

Минтай — наиболее значимый объект современного рыболовства в Дальневосточном регионе. На основании полученных авторами ранее результатов по исследованию особенностей полового созревания, оогенеза и сперматогенеза североохотоморского 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 бинокуляра 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.



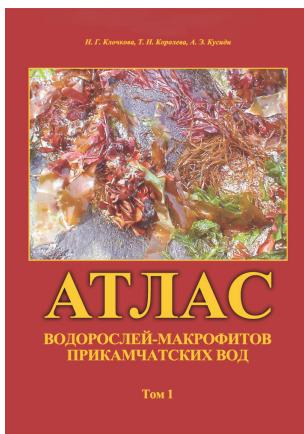
Зорбиди Ж.Х. **Кижуч азиатских стад.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2010. 306 с.

В монографии обобщены сведения о характере промысла азиатского кижучу *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 кижучу, сведения о вылове американских стад, результаты идентификации стад азиатского кижучу. Анализируются динамика численности, пропуск на нерестилища, состояние запасов в современный период и миграции кижучу в северо-западной части Тихого океана. Уточнены некоторые взгляды на характер его посткатахромных и преднерестовых миграций. По материалам собственных исследований и литературным источникам рассматриваются структура популяций и внутривидовая дифференциация кижучу, 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 кижучу, 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 кижучу в разных типах водоемов.



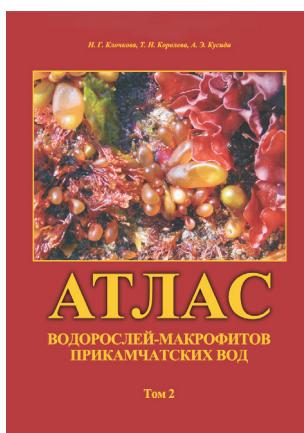
Макоедов А.Н., Коротаев Ю.А., Антонов Н.П. **Азиатская кета.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 356 с.

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. Даны 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 слоевиц, 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 слоевиц, 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@kamniro.ru

Научный рецензируемый журнал

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

Выпуск 57. 2020

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: Ю.П. Дьяков
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: (4152) 41-27-01. E-mail: kamniro@kamniro.ru, pressa@kamniro.ru

Учредитель:
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
Адрес учредителя: 107140 Москва, ул. Красносельская Верхн., д. 17.

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 23.11.2020. Дата выхода 30.11.2020, № 2 (57), 2020. Формат 60×84/8. Печать офсетная.
Усл. печ. л.: 8,94. Заказ № КП00-5353.58. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Типографии ООО «Камчатпресс».
Адрес: 683024 Петропавловск-Камчатский, ул. Кроноцкая, д. 12а.