

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 70
2023**

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

Scientific peer-reviewed journal

**Volume 70
2023**



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

Редакционная коллегия:

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

*Авторы выражают глубокую признательность рецензентам.
Их конструктивные замечания в значительной мере способствовали повышению качества публикаций.
The authors are deeply grateful to anonymous reviewers
for their constructive comments that have improved greatly the article quality.*

УДК 639.2.053.7(268.4)

Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. Научный рецензируемый журнал. Вып. 70. 2023. 83 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 the north-west part of the Pacific Ocean. Scientific peer-reviewed journal. Vol. 70. 2023. 83 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

Выпуск 70, 2023

Оригинальные научные статьи

- Денисенко Анастасия Дмитриевна, Муравская Ульяна Олеговна, Пильганчук Оксана Александровна, Шпигальская Нина Юрьевна, Савенков Владимир Владимирович, Зикунова Ольга Владимировна.**
Оценка регионального состава смешанных скоплений молоди кеты в Охотском море по результатам генетических исследований 5
- Шагинян Эдуард Рудольфович.** К вопросу оптимизации промысла краба-стригуна опилио в заливе Шелихова Охотского моря 27
- Базаркина Лидия Анатольевна.** Питание и трофические отношения планктонных ракообразных в пелагиали озера Азабачье 38
- Лепская Екатерина Викторовна, Тепнин Олег Борисович, Павлов Николай Николаевич.** Первая находка феоцистиса (*Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim 1896) в прибрежных водах Восточной Камчатки 53

Краткие сообщения

- Курбанов Юрий Каримович.** Первые сведения о встречаемости и экологии гигантского крючкорога *Arctediellus ingens* (Cottidae) у Курильских островов 63
- Овчеренко Рината Таалайбековна, Русанова Валентина Алексеевна.** Некоторые аспекты биологии звездчатой камбалы *Platichthys stellatus* (Pleuronectidae) в бухте Узовской (Авачинская губа, Юго-Восточная Камчатка) в летний период 70

CONTENTS

Volume 70, 2023

Full Articles

- Anastasiya D. Denisenko, Ulyana O. Muravskaya, Oksana A. Pilganchuk, Nina Yu. Shpigalskaya, Vladimir V. Savenkov, Olga V. Zikunova.** Assessment of the regional composition of juvenile chum salmon mixed aggregations in the Sea of Okhotsk based on results of genetic assay 5
- Eduard R. Shaginyan.** On the issue of optimizing snow crab fishing in the Gulf of Shelikhov, the Sea of Okhotsk 27
- Lidia A. Bazarkina.** Feeding and trophic interactions of plankton Crustaceans in the pelagic zone of the Azabachye Lake 38
- Ekaterina V. Lepskaya, Oleg B. Tepnin, Nikolay N. Pavlov.** The first detection of the *Phaeocystis* (*Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim 1896) in the coastal waters of East Kamchatka 53

Short communication articles

- Yuri K. Kurbanov.** First data on the occurrence and ecology of Giant hookear sculpin *Artediellus ingens* (Cottidae) off the Kuril Islands 63
- Rinata T. Ovcherenko, Valentina A. Rusanova.** Some aspects of summer biology of starry flounder *Platichthys stellatus* (Pleuronectidae) in Uzovskaya Inlet (Avacha Bay) 70

Научная статья / Original article
УДК 597.552.511:575.174(265.53)
doi:10.15853/2072-8212.2023.70.5-26



ОЦЕНКА РЕГИОНАЛЬНОГО СОСТАВА СМЕШАННЫХ СКОПЛЕНИЙ МОЛОДИ КЕТЫ В ОХОТСКОМ МОРЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Денисенко Анастасия Дмитриевна[✉], Муравская Ульяна Олеговна,
Пильганчук Оксана Александровна, Шпигальская Нина Юрьевна,
Савенков Владимир Владимирович, Зикунова Ольга Владимировна

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, denisenko.a.d@kamniro.ru[✉]

Аннотация. Представлена генетическая дифференциация кеты Охотоморского бассейна. В качестве генетических маркеров использованы восемь микросателлитных локусов (*Ssa20.19*, *One101*, *Oke3*, *Oki1b*, *Oki23*, *Ogo2G*, *Oke11*, *Ots102*). Определены четыре генетически своеобразных региона воспроизводства кеты: Западная Камчатка и северная часть материкового побережья Охотского моря, о. Сахалин, о. Итуруп (Курильские острова), бассейн р. Амур, доля молоди которых была установлена в результате генетической идентификации ее смешанных скоплений в период раннего морского нагула. Разрешающая способность референтной базы находится в пределах 74,9–94,6%. По результатам генетической идентификации показано, что в северной части Охотского моря преобладает молодь кеты Западной Камчатки и северной части материкового побережья Охотского моря. В центральной зоне района съемки большая часть исследованных особей (54%) отнесена к Курильским островам. На станциях, расположенных вблизи побережья о. Сахалин, в существенном количестве обнаружена молодь кеты из бассейна р. Амур и о. Сахалин.

Ключевые слова: кета, Охотоморский бассейн, популяционно-генетическая структура, смешанные скопления, молодь, генетическая идентификация

Для цитирования: Денисенко А.Д., Муравская У.О., Пильганчук О.А., Шпигальская Н.Ю., Савенков В.В., Зикунова О.В. Оценка регионального состава смешанных скоплений молоди кеты в Охотском море по результатам генетических исследований // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. № 70. С. 5–26.

ASSESSMENT OF THE REGIONAL COMPOSITION OF JUVENILE CHUM SALMON MIXED AGGREGATIONS IN THE SEA OF OKHOTSK BASED ON RESULTS OF GENETIC ASSAY

Anastasiya D. Denisenko[✉], Ulyana O. Muravskaya, Oksana A. Pilganchuk,
Nina Yu. Shpigalskaya, Vladimir V. Savenkov, Olga V. Zikunova

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO),
Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, denisenko.a.d@kamniro.ru[✉]

Abstract. Genetic differentiation of chum salmon in the basin of the Sea of Okhotsk is demonstrated. Eight microsatellite loci (*Ssa20.19*, *One101*, *Oke3*, *Oki1b*, *Oki23*, *Ogo2G*, *Oke11*, *Ots102*) were used as genetic markers. Four original genetic regions of chum salmon reproduction have been figured out: West Kamchatka and northern part of the continental coast of the Sea of Okhotsk, Sakhalin, Ithurup (the Kuril Islands), the Amur basin, where the part of juvenile fish was found as a result of genetic identification in the mixed aggregations in the early period of marine feeding. The resolution ability of the reference database was within the limits 74.9–94.6%. It was demonstrated based on results of the genetic identification, that juveniles from West Kamchatka and northern part of the continental coast of the Sea of Okhotsk dominate in the northern part of the Sea of Okhotsk. Majority of individuals examined in the central zone of the survey area (54%) was from the Kuril Islands. A number of juvenile chum salmon from the Amur River basin and Sakhalin were recorded at the stations in vicinity of Sakhalin coast.

Keywords: chum salmon, basin of the Sea of Okhotsk, population-genetic structure, mixed aggregations, juveniles, genetic identification

For citation: Anastasiya D. Denisenko, Ulyana O. Muravskaya, Oksana A. Pilganchuk, Nina Yu. Shpigalskaya, Vladimir V. Savenkov, Olga V. Zikunova. Assessment of the regional composition of juvenile chum salmon mixed aggregations in the Sea of Okhotsk based on results of genetic assay // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the northwest part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 70. P. 5–26. (In Russian)

Кета (*Oncorhynchus keta*) является одним из самых широко распространенных видов тихоокеанских лососей и важным объектом рыбного промысла. В годы малочисленных подходов горбуши кета выступает в качестве основного объекта рыболовства в период лососевой путины. За последние десять лет на Западной Камчатке ежегодно добывали от 12,381 тыс. т (в 2016 г.) до 25,761 тыс. т (в 2015 г.), и в среднем 17,716 тыс. т кеты. В границах Хабаровского края и Магаданской области за этот же период выловлено в среднем 11,712 и 1,929 тыс. т соответственно.

Промысел кеты Западной Камчатки осуществляется на морских рыболовных участках (далее — РЛУ) в двух промысловых районах (Камчатско-Курильская и Западно-Камчатская подзоны), а также на речных РЛУ. К первому району приурочены группы нерестовых рек: Кихчик–Большая, Коль–Пымта и Опала–Озерная, ко второму — реки Ича–Воровская и Лесная–Хайрюзова–Белоголовая (Бугаев и др., 2018). Прогнозы динамики численности и объемов прогнозируемого вылова для этого вида составляются отдельно для обеих подзон.

Помимо молодежи кеты из рек Западной Камчатки, в Охотском море в ранний период морского нагула присутствует молодежь из разных регионов воспроизводства Дальнего Востока (северное побережье Охотского моря, о. Сахалин, Курильские острова, бассейн р. Амур). Информация, полученная при траловых учетах молодежи, является одним из основных элементов, который входит в состав метода расчета численности возвратов кеты для всего Охотоморского бассейна. Данные о региональном составе смешанных траловых уловов востребованы для определения районов нагула молодежи кеты и путей ее морских миграций.

Молекулярно-генетические методы в современный период находят все большее применение в прикладных ихтиологических исследованиях и уже сейчас являются незаменимым инструментом определения состава смешанных скоплений рыб из различных регионов воспроизводства в период морского нагула (Косицына и др., 2022; Beacham et al., 2008; Smith, Seeb, 2008; Beacham et al., 2009b; Maureen et al., 2015).

Анализ литературных источников, посвященных популяционно-генетическим исследованиям, результаты которых можно использовать в промысловой ихтиологии, свидетельствует, что количество работ, основанных на аллельной изменчивости микросателлитов, с каждым годом неуклонно растет. Это объясня-

ется тем, что микросателлитные локусы могут отражать краткосрочные эволюционные изменения вида, а одной из ключевых особенностей микросателлитов, как молекулярных маркеров, является их высокий темп мутации (10^{-2} – 10^{-4} на локус на поколение (Dib et al., 1996)), и как следствие, гипервариабельность.

Микросателлитные локусы были успешно применены во многих работах российских и зарубежных исследователей в качестве маркера для изучения популяционной структуры и генетической идентификации кеты (Животовский и др., 2008; Афанасьев и др., 2008; Шитова и др., 2009, 2020; Chen et al., 2005; Beacham et al., 2009a; Beacham et al., 2009b). Благодаря информации, полученной в результате предыдущих исследований, на основе составленного набора микросателлитных локусов (Животовский и др., 2010; Афанасьев и др., 2011) была начата работа по созданию референтной базы данных кеты Охотоморского бассейна в лаборатории молекулярной генетики Камчатского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (КамчатНИРО).

Прежде всего было необходимо определить степень региональной дифференциации популяций кеты из основных районов воспроизводства Охотоморского бассейна. Данный показатель базируется на изменчивости аллельных частот локусов в различных популяциях. На последующих этапах исследования эти данные будут играть ключевую роль в идентификации комплекса стад кеты Западной Камчатки из смешанных скоплений в период осенних миграций молодежи.

Данной работой, в дополнение к предыдущим накопленным научным знаниям, ставится цель составить характеристику пространственного распределения молодежи кеты в ранний период нагула в Охотском море и в последующем использовать результаты генетической идентификации при оценке региональной численности и уточнении величины прогнозируемого возврата производителей кеты в регионы воспроизводства Охотоморского бассейна.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материалом для создания референтной базы данных послужили 26 выборки (1274 экз.) кеты (табл. 1, рис. 1) из основных нерестовых водных объектов Охотоморского бассейна (за исключением Японского архипелага). В качестве материала для региональной идентификации молодежи кеты были отобраны 528 экз. на одиннадцати станциях осенней траловой съемки в Охотском море в 2019 г. (табл. 2, рис. 2).

Таблица 1. Локализация сбора и объем проанализированного материала, используемого для создания референтной базы данных кеты бассейна Охотского моря
 Table 1. Sampling locations and sample size analyzed for making the reference database of chum salmon in the Sea of Okhotsk basin

Region Region	Локализация и год сбора выборок Place and year of sampling	Объем выборок (экз.) Sample size (fish)
1 2 3 4 5 6 7 8 9 Западная Камчатка West Kamchatka	Р. Опала (2014) / Opala R.	50
	Р. Большая (2013) / Bolshaya R.	50
	Р. Кихчик (2014) / Kikhchik R.	50
	Р. Воровская (2013) / Vorovskaya R.	50
	Р. Колпакова (2014) / Kolpakova R.	50
	Р. Крутогорова (2014) / Krutogorova R.	34
	Р. Облуковина (2014) / Oblukovina R.	50
	Р. Палана (2008) / Palana R.	50
	Р. Пенжина (2014) / Penzhina R.	50
10 11 12 13 14 15 Северная часть материкового побережья Охотского моря (СчМПМО) Northern part of the continental coast of the Sea of Okhotsk (NpCCSO)	Р. Наяхан (2010) / Nayakhan R.	50
	Р. Яма (2011) / Yama R.	50
	Р. Тауй (2011) / Taiui R.	50
	Р. Иня (2011) / Inya R.	50
	Р. Кухтуй 2011) / Kukhtui R.	50
Р. Охота (2011) / Okhota R.	50	
16 17 Бас. р. Амур The Amur basin	Р. Амур (летняя) (2010) / Amur R. (summer)	50
	Р. Амур (осенняя) (2010) / Amur R. (autumn)	50
18 19 20 21 22 О. Сахалин Sakhalin	Р. Лангры (2009) / Langri R.	50
	Р. Тымь (2004) / Tym R.	50
	Р. Лангери (2018) / Langeri R.	48
	Р. Житная (2005) / Zhitnaya R.	50
Р. Найба (2009) / Naiba R.	50	
23 24 25 26 О. Итуруп (Курильские о-ва) Iturup (the Kuril Islands)	Р. Рейдовая (2016) / Reidovaya R.	48
	Р. Курилка (2016) / Kurilka R.	48
	ЛРЗ «Китовый» (2016) / "Kitovyi" SH	48
	ЛРЗ «Бухта Оля» (2016) / "Bukhta Olya" SH	48
Всего / In total		1274

Примечание. ЛРЗ — лососевый рыбоводный завод / Note. SH – salmon hatchery

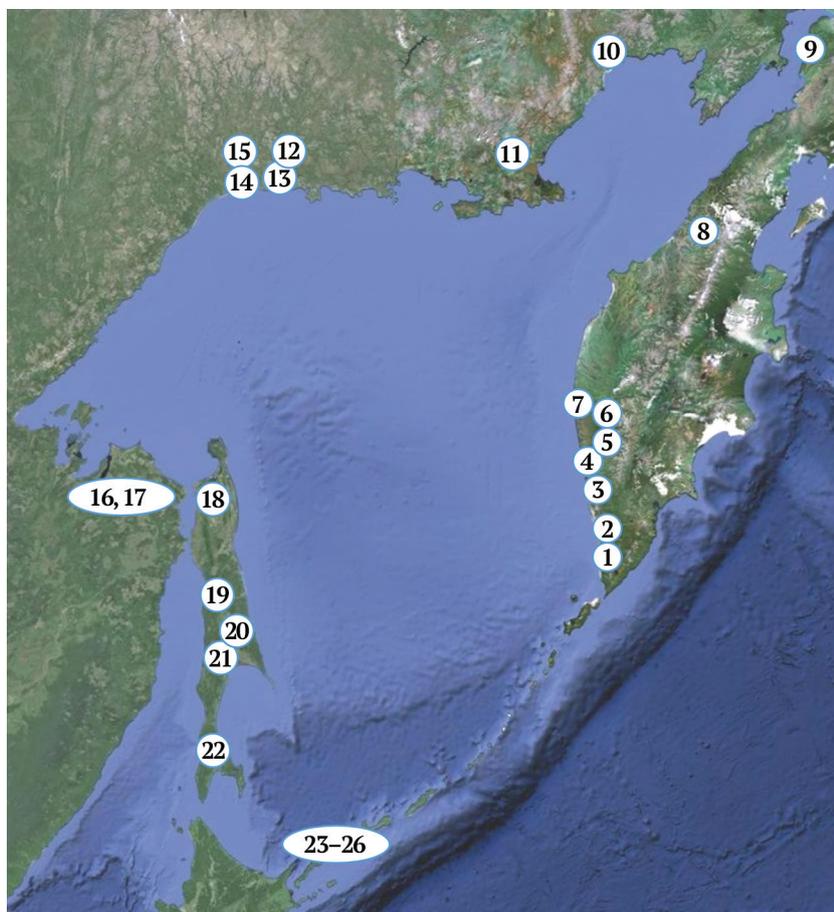


Рис. 1. Карта-схема сбора материала для создания референтной базы частот микросателлитных локусов кеты бассейна Охотского моря
 Fig. 1. Schematic map of sampling area to make a reference database of microsatellite loci of chum salmon of the Sea of Okhotsk basin

Таблица 2. Характеристика материала, собранного для региональной генетической идентификации смешанных скоплений молоди кеты в Охотском море в период проведения осенней траловой съёмки на НИС «Профессор Кагановский» и НИС «ТИНРО» в 2019 г.
 Table 2. The data pool collected for regional genetic identification of mixed chum salmon aggregations in the Sea of Okhotsk during the autumn trawl survey at the R/V «Professor Kaganovsky» and R/V «TINRO» in 2019

№ выборки Sample №	№ траления № of trawling	Координаты Coordinates	Экз./траление Fish/trawling	Кол-во исследованных образцов Sample size examined
НИС «ТИНРО» / The R/V «TINRO»				
1	35	49°33' с. ш., 151°13' в. д.	200	48
2	47	53°14' с. ш., 154°14' в. д.	106	48
3	50	55°10' с. ш., 153°56' в. д.	62	48
4	58	53°22' с. ш., 150°48' в. д.	166	48
5	38	51°28' с. ш., 151°08' в. д.	164	48
6	63	48°34' с. ш., 147°44' в. д.	750	48
7	56	53°56' с. ш., 151°50' в. д.	124	48
8	31	51°20' с. ш., 155°51' в. д.	109	48
НИС «Профессор Кагановский» / The R/V «Professor Kaganovsky»				
9	38	46°51' с. ш., 150°22' в. д.	309	48
10	45	50°13' с. ш., 148°50' в. д.	332	48
11	43	49°02' с. ш., 146°43' в. д.	1854	48

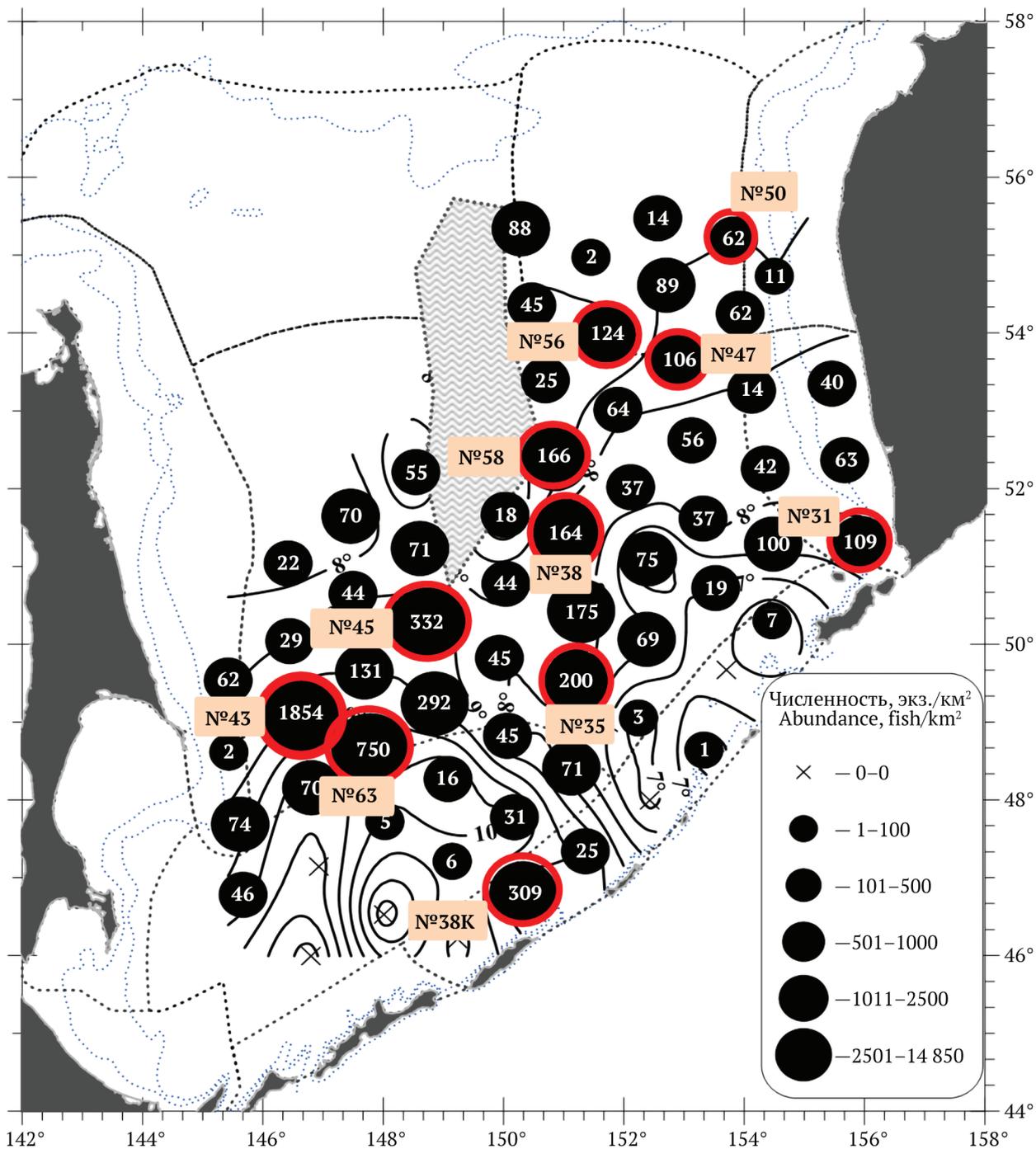


Рис. 2. Распределение уловов молоди кеты (экз./траление) в Охотском море по данным осенней траловой съёмки в 2019 г. (цветом обозначены траловые станции, из уловов которых отобраны выборки для региональной генетической идентификации)
 Fig. 2. Distribution of the catches of juvenile chum salmon (fish/trawling) in the Sea of Okhotsk on the data of trawl survey in 2019 (color marks trawl stations where individuals from the catches were used for regional genetic identification)

При выполнении работ использовали стандартные генетические методы и методы статистической обработки результатов генетических исследований.

В пронумерованную пробирку с 96%-м этанолом помещался небольшой фрагмент сердечной мышцы от одной особи, размером 9×9 мм, или фрагмент грудного плавника — 1,5×2,5 мм. Пробы хранили в низкотемпературной морозильной камере (от –40 до –70 °С).

Тотальную ДНК выделяли из ткани стандартным способом с использованием метода протеиназного гидролиза в присутствии додецилсульфата натрия с последующим высаливанием белков, удалением их вместе с клеточными обломками центрифугированием и осаждением ДНК из супернатанта изопропанолом (Маниатис и др., 1984; Sambrook et al., 1989).

В качестве генетических маркеров были использованы восемь микросателлитных локусов: *Ssa20.19*, *One101*, *Oke3*, *Oki1b*, *Oki23*, *Ogo2G*, *Oke11*, *Ots102* (табл. 3).

ПЦР проводили по следующей схеме: денатурация в течение 2 мин при 94 °С, затем — 8 циклов, включающих 1 мин при $t = 94$ °С, 30 с отжига праймеров при X °С, 15 °С элонгация при 72 °С; затем следовал 21 цикл, включающий: 30 с при 94 °С, 30 с при X °С и 15 с при 72 °С; завершающая элонгация 3 мин при 7 °С (X ° — температура отжига для праймеров, представлена в табл. 3).

Продукты амплификации разделяли путем электрофореза в вертикальном блоке 6%-го полиакриламидного геля в 0,5× ТВЕ-буфере, pH 8,0 при напряжении 270–300 В. В качестве маркеров длин фрагментов использовали ДНК плазмиды *pBR322*, обработанную рестриктаза-

ми *HpaII*. Электрофореограммы визуализировали в результате окрашивания этидиумбромидом и фотографировали в проходящем ультрафиолетовом свете.

В программном приложении Cervus 3.0.7 рассчитывали частоту аллелей, ожидаемую H_e и наблюдаемую H_o гетерозиготности, среднее число аллелей на локус, соответствие распределению Харди–Вайнберга, показатель уровня полиморфизма *PI*C (Gruber, Adamack, 2015). Индекс фиксации f рассчитан в программном пакете GDA (Lewis, Zaykin, 2001).

На основе матриц генетических расстояний Нея (Nei, 1987) выполняли кластерный анализ с представлением его результатов в виде UPGMA-дендрограмм (Sokal, Rohlf, 1981).

Бутстреп-тест на поддержку ветвления выполняли в пакете программ Phylip (Felsenstein, 1989).

Анализ возможного количества региональных групп с графическим отображением результатов выполняли в программе Structure 2.3.4. (Pritchard et al., 2000).

Для оценки внутри- и межпопуляционной изменчивости, а также уровня различий между группами популяций использовали программу Arlequin2000 (Schneider et al., 2000).

Двухмерный анализ главных компонент был выполнен с помощью программы GenAlEx 6 (Peakall, Smouse, 2006).

Симуляционный анализ выборок и оценка точности идентификации региональных групп кеты выполнены в программе ONCOR (Anderson et al., 2007).

Генетическую идентификацию региональных групп кеты проводили в программах ONCOR и GeneClass2 (Piry et al., 2004).

Таблица 3. Характеристика микросателлитных локусов и праймерные последовательности, использованные в анализе кеты бассейна Охотского моря
Table 3. The pool of the microsatellite loci and primer sequences used in the analysis of chum salmon of the Sea of Okhotsk basin

№ п/п	Локус Loci	Источник информации Source	t °С, отжига Annealing, t °С	Последовательность праймеров Primer sequences
1	<i>Ssa2019</i>	Protein and microsatellite single locus., 1996	64 °С	F: TCAACCTGGTCTGCTTCGAC R: CTAGTTTCCCCAGCACAGCC
2	<i>Oke3</i>	Buchholtz, Miller, Spearman, 2001	56 °С	F: ACCCTGAGAGCAATCAAC R: TCAGGGATATGCAGTAAATAGTA
3	<i>Oki23</i>	Smith, Koop, Nelson, 1998	54 °С	F: CATCACACGATTCCTAGAGTGA R: CCTCATCCACGTTAGCATCA
4	<i>Ots102</i>	Nelson, Beacham, 1999	58 °С	F: AGGTCCAATAAGGAGTGATATAGTAG R: TATCCCSTTTACCATTTCCTCTGTGTTGCTA
5	<i>One101</i>	Characterization of 14 tetranucleotide microsatellite., 2000	58 °С	F: AAATGACTGAAATGTTGAGAGC R: TGGATGGATTGATGAATGG
6	<i>Ogo2G</i>	Olsen, Bentzen, Seeb, 1998	55 °С	F: ACATCGCACACCATAAGCAT R: TTTCTTCGACTGTTTCCTCTGTGTTGAG
7	<i>Oke11</i>	Buchholtz, Miller, Spearman, 2001	56 °С	F: CAAGGTGATGCGTGCATACAC R: TCATTTATTTTGCTGTTTCTACCC
8	<i>Oki1b</i>	Smith, Koop, Nelson, 1998	57 °С	F: AGGATGGCAGAGCACCAC R: CACCATAATCACATATTCAGA

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Использованные в работе микросателлитные локусы характеризуются разной степенью полиморфизма. Число их аллельных вариантов изменялось от 5 (*Oki1b*) до 36 (*One101*) (табл. 4). Общее число выявленных аллелей составило 109, среднее число аллелей на локус — 13,5.

Средняя наблюдаемая гетерозиготность по всем исследованным локусам заметно отличалась, достигая наибольшего уровня для *One101* (0,803) и наименьшего для *Oki23* (0,210). Во всех локусах отмечен дефицит гетерозигот, наиболее заметный в локусе *Oke3* (индекс фиксации — 0,203).

В трех анализируемых локусах соблюдалось равновесие Харди–Вайнберга, в остальных пяти локусах были выявлены отклонения от равновесия (табл. 4).

Для каждого локуса были рассчитаны значения *PIC* (polymorphism information content, показатель уровня полиморфизма) (табл. 4). Исходя из полученных результатов, наиболее информативен локус *Oke3* (0,808), наименее — *Oki23* (0,223). В среднем по всем локусам показатель полиморфного информационного содержания составил 0,534, что свидетельствует о значимой информативности использованных локусов.

Характеристики изменчивости каждой из исследованных выборок представлены в таблице 5. Значение гетерозиготности варьировало от наименьших показателей в реках Охота, Тауй по локусу *Oki23* (0,060, 0,100 соответственно) до наибольших — в реках Тауй, Найба и Воровская по локусу *One101* (0,960, 0,920 и 0,920 соответственно). Следует отметить, что между

Таблица 4. Генетические характеристики микросателлитных локусов кеты бассейна Охотского моря
Table 4. Genetic characteristics of the microsatellite loci of chum salmon of the Sea of Okhotsk basin

Локус Loci	Число аллелей Allele number	Кол-во исследованных экз. Sample size examined	Размер фрагмента, пары нуклеотидов Fragment size, base pairs	<i>PIC</i>	H_e	H_o	<i>f</i>	<i>HWE</i>
<i>Ssa20.19</i>	6	1273	76–90	0,391	0,505	0,439	0,130	***
<i>Oki23</i>	11	1274	131–175	0,223	0,230	0,210	0,087	*
<i>Oke3</i>	14	1267	205–335	0,808	0,829	0,661	0,203	***
<i>Ogo2G</i>	13	1252	101–125	0,671	0,709	0,617	0,130	***
<i>Oke11</i>	9	1238	92–114	0,436	0,472	0,453	0,039	NS
<i>Oki1b</i>	5	1273	90–106	0,393	0,477	0,453	0,049	NS
<i>Ots102</i>	14	1268	147–227	0,503	0,546	0,537	0,017	NS
<i>One101</i>	36	1261	130–278	0,845	0,858	0,803	0,065	***
Среднее / Mean	13,5	1274		0,534	0,578	0,522	0,098	

Примечание. *PIC* — показатель полиморфного информационного содержания [Botstein et al., 1980], H_e — средняя ожидаемая гетерозиготность, H_o — средняя наблюдаемая гетерозиготность, *f* — индекс фиксации [Вейр, 1995], *HWE* — отклонение от равновесия Харди–Вайнберга (NS — незначимо, * — значимо при $p < 0,01$, *** — значимо при $p < 0,001$)
Note. *PIC* — the polymorph information content index [Botstein et al., 1980], H_e — average expected heterozygosity, H_o — average observed heterozygosity, *f* — fixation index [Вейр, 1995], *HWE* — the deviation from Hardy–Weinberg equation (NS — no significant differences, * — significant differences when $p < 0.01$, *** — significant differences when $p < 0.001$)

Таблица 5. Характеристики генетической изменчивости выборок кеты бассейна Охотского моря
Table 5. Characteristics of genetic variability of chum salmon samples from the Sea of Okhotsk basin

Локальность Location	Характеристики популяции Population characteristics	Микросателлитные локусы Microsatellite loci								Среднее Average
		<i>Ssa2019</i>	<i>Oki23</i>	<i>Oke3</i>	<i>Ogo2G</i>	<i>Oke11</i>	<i>Oki1b</i>	<i>Ots102</i>	<i>One101</i>	
Р. Опала Orala R.	A	2	4	9	8	5	3	6	18	
	H_e	0,505	0,271	0,813	0,688	0,514	0,444	0,528	0,81	5,000
	H_o	0,62	0,26	0,7	0,68	0,46	0,48	0,64	0,68	0,523
	<i>f</i>	-0,231	0,042	0,14	0,011	0,106	-0,082	-0,216	0,161	0,531
	<i>p</i>	0,171	0,478	0,104	0,359	0,112	0,611	0,601	0,07	-0,016
Р. Большая Bolshaya R.	A	2	4	8	7	5	3	8	11	
	H_e	0,505	0,135	0,832	0,607	0,437	0,422	0,505	0,757	5,286
	H_o	0,6	0,12	0,76	0,653	0,396	0,4	0,54	0,64	0,482
	<i>f</i>	-0,19	0,109	0,087	-0,077	0,095	0,052	-0,07	0,156	0,497
	<i>p</i>	0,288	0,131	0,092	0,768	0,177	0,607	0,623	0,372	-0,033
Р. Кихчик Kikhchik R.	A	2	5	9	7	4	3	6	14	
	H_e	0,505	0,257	0,79	0,66	0,531	0,334	0,436	0,765	5,143
	H_o	0,46	0,2	0,8	0,604	0,542	0,34	0,34	0,8	0,482
	<i>f</i>	0,09	0,223	-0,012	0,086	-0,02	-0,02	0,221	-0,045	0,417
	<i>p</i>	0,346	0,014	0,87	0,018	0,225	0,906	0,011*	0,011*	0,135
Р. Воровская Vorovskaya R.	A	5	5	9	7	5	3	7	17	
	H_e	0,542	0,206	0,825	0,693	0,51	0,346	0,589	0,822	5,714
	H_o	0,54	0,22	0,7	0,541	0,542	0,36	0,7	0,92	0,504
	<i>f</i>	0,003	-0,071	0,153	0,22	-0,06	-0,041	-0,19	-0,119	0,503
	<i>p</i>	0,84	0,891	0,35	0,002	0,582	0,963	0,057	0,943	0,002

Таблица 5. Продолжение. Начало на стр. 10 / Table 5. Continued. Begins on page 10

Локальность Location	Характеристики популяции Population characteristics	Микросателлитные локусы Microsatellite loci								Среднее Average
		Ssa2019	Oki23	Oke3	Ogo2G	Oke11	Oki1b	Ots102	One101	
Р. Колпакова Kolpakova R.	A	3	5	9	9	4	3	7	20	
	H_e	0,524	0,188	0,833	0,696	0,371	0,515	0,519	0,834	5,000
	H_o	0,5	0,16	0,82	0,646	0,396	0,52	0,54	0,84	0,534
	f	0,046	0,152	0,151	0,072	-0,066	-0,01	-0,04	-0,006	0,529
	p	0,642	0,669	0,395	0,573	0,811	0,929	0,831	0,218	0,01
Р. Крутогорова Krutogorova R.	A	3	4	8	9	5	3	6	11	
	H_e	0,522	0,142	0,842	0,727	0,526	0,439	0,567	0,771	4,857
	H_o	0,471	0,147	0,735	0,706	0,618	0,471	0,559	0,588	0,505
	f	0,1	-0,038	0,128	0,03	-0,178	-0,072	0,015	0,24	0,483
	p	0,418	0,286	0,181	0,017	0,149	0,797	0,676	0,005	0,044
Р. Облуковина Oblukovina R.	A	3	5	7	7	7	3	7	14	
	H_e	0,513	0,205	0,785	0,621	0,538	0,465	0,639	0,843	5,429
	H_o	0,54	0,22	0,66	0,56	0,541	0,5	0,58	0,88	0,538
	f	-0,054	-0,073	0,16	0,099	-0,032	-0,076	0,093	-0,043	0,554
	p	0,818	0,923	0,244	0,695	0,113	0,724	0,205	0,001	-0,031
Р. Палана Palana R.	A	3	6	7	8	5	3	6	16	
	H_e	0,511	0,189	0,784	0,692	0,5	0,349	0,529	0,818	5,143
	H_o	0,4	0,2	0,56	0,708	0,48	0,3	0,5	0,84	0,508
	f	0,219	-0,061	0,287	-0,023	0,042	0,141	0,055	-0,026	0,469
	p	0,08	0,772	0,009	0,097	0,399	0,304	0,403	0,146	0,079
Р. Пенжина Penzhina R.	A	2	4	8	5	4	3	4	14	
	H_e	0,505	0,51	0,816	0,581	0,47	0,457	0,595	0,806	4,429
	H_o	0,58	0,4	0,8	0,52	0,447	0,5	0,66	0,78	0,584
	f	-0,151	0,217	0,02	0,106	0,05	-0,095	-0,11	0,033	0,58
	p	0,402	0,049	0,008	0,083	0,762	0,572	0,329	0,878	0,006
Р. Наяхан Nayakhan R.	A	3	3	9	8	4	3	6	19	
	H_e	0,517	0,187	0,806	0,709	0,425	0,46	0,617	0,899	5,143
	H_o	0,58	0,16	0,74	0,673	0,354	0,56	0,62	0,9	0,537
	f	-0,122	0,144	0,083	0,051	0,169	-0,22	-0,004	-0,001	0,554
	p	0,438	0,085	0,216	0,347	0,376	0,157	0,866	0,658	-0,032
Р. Яма Yama R.	A	2	4	7	9	4	3	5	19	
	H_e	0,485	0,204	0,776	0,643	0,401	0,541	0,474	0,87	4,857
	H_o	0,36	0,22	0,52	0,479	0,479	0,62	0,46	0,88	0,525
	f	0,259	-0,079	0,332	0,257	-0,196	-0,147	0,03	-0,011	0,56
	p	0,033	0,946	0,002	0,002	0,713	0,259	0,682	0,008	-0,067
Р. Иня Inya R.	A	2	5	7	8	4	4	7	20	
	H_e	0,481	0,237	0,821	0,727	0,453	0,515	0,491	0,887	5,429
	H_o	0,34	0,2	0,58	0,66	0,458	0,46	0,52	0,86	0,532
	f	0,295	0,157	0,296	0,094	-0,011	0,107	-0,059	0,031	0,506
	p	0,017*	0,11	0,004	0,184	0,372	0,31	0,698	0,11	0,051
Р. Тауй Tauti R.	A	3	4	7	7	5	4	7	22	
	H_e	0,504	0,079	0,812	0,718	0,433	0,594	0,505	0,926	5,429
	H_o	0,42	0,06	0,6	0,74	0,34	0,52	0,5	0,96	0,524
	f	0,167	0,238	0,262	-0,031	0,216	0,125	0,009	-0,037	0,491
	p	0,169	0,021*	0,003	0,423	0,06	0,179	0,733	0,278	0,063
Р. Кухтуй Kukhtui R.	A	3	4	6	8	5	3	6	19	
	H_e	0,497	0,218	0,791	0,709	0,452	0,434	0,478	0,875	4,857
	H_o	0,5	0,18	0,72	0,708	0,416	0,48	0,56	0,92	0,506
	f	-0,007	0,174	0,09	0,002	0,08	-0,107	-0,174	-0,051	0,571
	p	0,892	0,118	0,211	0,94	0,541	0,491	0,083	0,996	-0,131
Р. Охота Okhta R.	A	2	4	8	6	6	3	6	21	
	H_e	0,504	0,097	0,807	0,638	0,334	0,394	0,487	0,841	4,571
	H_o	0,4	0,1	0,84	0,64	0,38	0,38	0,52	0,86	0,492
	f	0,208	-0,027	-0,041	-0,003	-0,138	0,035	-0,067	-0,022	0,489
	p	0,07	0,193	0,564	0,624	1	0,685	0,622	0,348	0,007
Р. Амур (летняя) Amur R. (summer)	A	2	3	8	5	5	3	5	19	
	H_e	0,476	0,15	0,641	0,599	0,286	0,388	0,546	0,861	4,143
	H_o	0,48	0,12	0,68	0,56	0,32	0,44	0,52	0,86	0,477
	f	-0,009	0,202	-0,061	0,066	-0,118	-0,135	0,047	0,001	0,449
	p	0,841	0,041*	0,654	0,897	1	0,35	0,583	0,03	0,06
Р. Амур (осенняя) Amur R. (autumn)	A	2	3	7	5	5	3	2	24	
	H_e	0,379	0,167	0,536	0,5	0,235	0,459	0,492	0,92	3,429
	H_o	0,34	0,14	0,48	0,425	0,212	0,44	0,56	0,861	0,485
	f	0,103	0,163	0,105	0,132	0,096	0,042	-0,14	0,066	0,494
	p	0,271	0,068	0,103	0,026	0,149	0,681	0,478	0,122	-0,019

всеми анализируемыми выборками наблюдаются различия по числу обнаруженных аллелей. Так, в выборке из р. Курилка обнаружено минимальное количество аллельных вариантов — 43, из р. Колпакова наибольшее — 60, среднее количество аллелей — 50. В анализируемых выборках в большинстве случаев соблюдалось равновесие Харди–Вайнберга, за исключением р. Кихчик по локусам *Ots102*, *One101* и р. Лангери по локусу *One101*. Поскольку кета относится к видам с высокой численно-

стью и сложной популяционной структурой, одним из наиболее вероятных объяснений данного факта является «эффект Валунда», возникающий в генетически подразделенных популяциях.

Распределения частот аллелей по каждому локусу для разных географических групп популяций кеты представлены на рисунках 3 и 4. Для низкополиморфного локуса *Ssa2019* определено два основных аллеля (78 и 84 п. н.). Интересно отметить, что в выборках о. Итуруп доминиру-

Таблица 5. Окончание. Начало на стр. 10 / Table 5. Ending. Start on page 10

Локальность Location	Характеристики популяции Population characteristics	Микросателлитные локусы Microsatellite loci								Среднее Average
		<i>Ssa2019</i>	<i>Oki23</i>	<i>Oke3</i>	<i>Ogo2G</i>	<i>Oke11</i>	<i>Oki1b</i>	<i>Ots102</i>	<i>One101</i>	
Р. Лангры Langri R.	A	3	4	6	5	5	2	4	15	
	H_e	0,513	0,484	0,659	0,644	0,313	0,198	0,52	0,707	4,286
	H_o	0,5	0,46	0,64	0,646	0,312	0,22	0,5	0,82	0,515
	f^p	0,025	0,049	0,029	-0,003	0,003	-0,114	0,039	-0,16	0,494
p	0,788	0,497	0,839	0,586	0,258	0,912	0,627	0,989	0,041	
Р. Тымь Tym R.	A	3	3	9	8	4	3	6	17	
	H_e	0,524	0,237	0,779	0,591	0,434	0,467	0,522	0,722	4,714
	H_o	0,48	0,26	0,66	0,417	0,333	0,42	0,58	0,68	0,514
	f^p	0,084	-0,098	0,154	0,298	0,233	0,101	-0,113	0,059	0,483
p	0,425	0,802	0,009	0	0,046	0,395	0,35	0,255	0,061	
Р. Лангери Langeri R.	A	3	3	9	6	5	3	5	14	
	H_e	0,573	0,154	0,719	0,66	0,422	0,503	0,654	0,747	0,556
	H_o	0,583	0,167	0,5	0,542	0,447	0,5	0,667	0,5	0,488
	f^p	-0,018	-0,08	0,305	0,108	-0,012	0,005	-0,02	0,33	0,086
p	0,941	0,941	0,000*	0,52	0,958	0,695	0,874	0,000*	0,616	
Р. Житная Zhitnaya R.	A	3	3	9	6	3	3	6	18	
	H_e	0,552	0,187	0,729	0,667	0,422	0,491	0,562	0,699	4,714
	H_o	0,6	0,2	0,612	0,64	0,44	0,5	0,66	0,8	0,521
	f^p	-0,088	-0,072	0,161	0,041	-0,043	-0,02	-0,176	-0,145	0,523
p	0,613	0,776	0,019	0,812	1	0,993	0,085	0,539	-0,003	
Р. Найба Naiba R.	A	3	3	8	8	6	4	6	13	
	H_e	0,422	0,115	0,764	0,701	0,33	0,538	0,588	0,727	4,857
	H_o	0,3	0,12	0,6	0,5	0,348	0,6	0,56	0,92	0,486
	f^p	0,291	-0,044	0,216	0,288	-0,054	-0,117	0,049	-0,267	0,454
p	0,016*	0,304	0,031	0,002	0,747	0,377	0,497	0,107	0,065	
Р. Рейдовая Reidovaya R.	A	3	3	7	7	5	2	7	12	
	H_e	0,191	0,191	0,809	0,789	0,598	0,479	0,546	0,793	5,286
	H_o	0,167	0,208	0,646	0,813	0,595	0,396	0,542	0,787	0,465
	f^p	0,127	-0,094	0,204	-0,031	0,005	0,175	0,009	0,008	0,428
p	0,109	0,788	0,083	0,14	0,943	0,142	0,703	0,363	0,08	
Р. Курилка Kurilka R.	A	3	2	8	7	7	2	4	10	
	H_e	0,191	0,308	0,834	0,793	0,692	0,505	0,343	0,775	5,143
	H_o	0,208	0,292	0,479	0,667	0,708	0,417	0,396	0,674	0,439
	f^p	-0,094	0,053	0,428	0,161	-0,023	0,177	-0,154	0,131	0,414
p	0,885	0,767	0,000*	0,225	0,634	0,248	0,818	0,153	0,466	
ЛРЗ «Китовый» "Kitovyi" SH	A	3	3	9	7	6	2	6	12	
	H_e	0,159	0,27	0,791	0,768	0,646	0,497	0,34	0,798	5,857
	H_o	0,17	0,271	0,628	0,667	0,75	0,5	0,34	0,767	0,447
	f^p	-0,071	-0,005	0,208	0,133	-0,162	-0,005	-0,003	0,038	0,442
p	0,588	0,615	0,006	0,001	0,069	0,786	0,952	0,609	0,011	
ЛРЗ «Бухта Оля» "Bukhta Olya" SH	A	3	4	9	8	5	2	6	12	
	H_e	0,225	0,329	0,808	0,75	0,594	0,5	0,383	0,823	5,714
	H_o	0,25	0,375	0,744	0,646	0,52	0,468	0,396	0,729	0,459
	f^p	-0,11	-0,143	0,079	0,14	0,124	0,064	-0,035	0,115	0,449
p	0,89	0,351	0,137	0,121	0,114	0,455	0,898	0,133	0,023	

Примечание. A — число аллелей, H_e — средняя ожидаемая гетерозиготность, H_o — средняя наблюдаемая гетерозиготность, f^p — внутривидовой коэффициент инбридинга, p — вероятность соответствия наблюдаемых генотипических распределений равновесию Харди–Вайнберга, * — статистически значимое отклонение от равновесия Харди–Вайнберга

Note. A — allele number, H_e — average expected heterozygosity, H_o — average observed heterozygosity, f^p — inbreeding coefficient in the population, p — compliance probability to Hardy–Weinberg equation for observed genetic distributions, * — statistically significant deviation from Hardy–Weinberg equation

ющим аллелем выступает вариант в 78 п. н., тогда как для бассейна р. Амур характерен вариант в 84 п. н. Для остальных групп соотношение частоты встречаемости основных аллелей было примерно одинаковым — Западная Камчатка: 78 п. н. — 0,48, 84 п. н. — 0,51; северная часть побережья Охотского моря: 78 п. н. — 0,58, 84 п. н. — 0,42; о. Сахалин: 78 п. н. — 0,56, 84 п. н. — 0,42.

По локусу *Oki1b* доминирующим вариантом аллеля для всех региональных групп выборок,

кроме Курильских островов, является 98 п. н. Для Курильских островов выявлен другой основной аллель (94 п. н.).

Для высокополиморфных локусов *Ogo2G* и *Ots102* (13 и 14 аллелей соответственно) обнаружено по два основных аллеля. Однако частоты данных аллелей отличны в различных регионах. Так, по локусу *Ogo2G* определены основные аллели (117 и 109 п. н.), но только в бассейне р. Амур вариант в 109 п. н. встречается

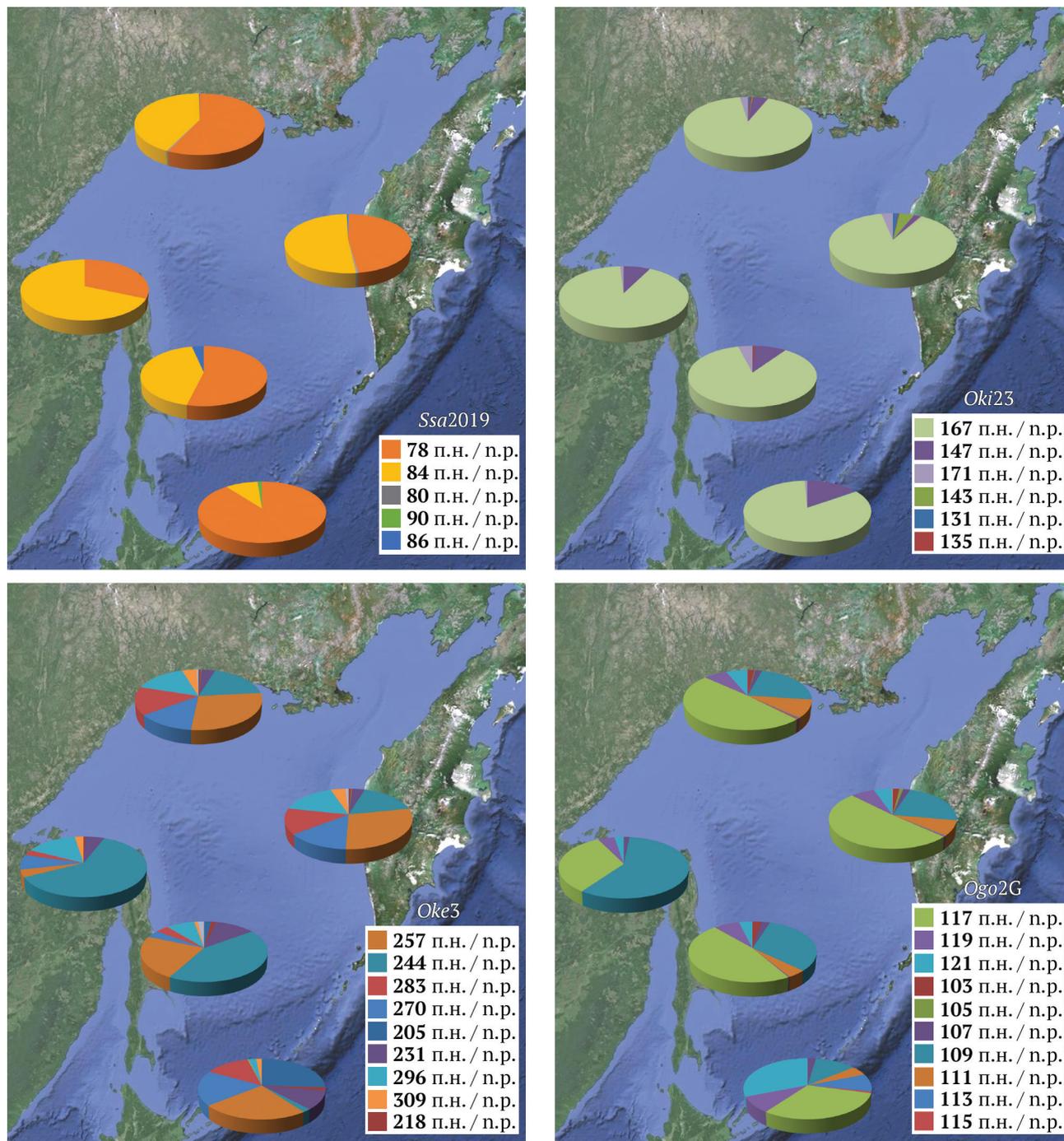


Рис. 3. Распределение частот аллелей локусов *Ssa20.19*, *Oki23*, *Oke3*, *Ogo2G* в объединенных региональных выборках кеты Охотоморского бассейна
 Fig. 3. Distribution of allele frequencies of the loci *Ssa20.19*, *Oki23*, *Oke3*, *Ogo2G* in the united regional samples of chum salmon of the Sea of Okhotsk basin

примерно с частотой 0,60. По локусу *Ots102* основными аллелями выступают варианты 203 (для всех географических групп выборок, кроме бассейна р. Амур) и 191 п. н. Группа выборок из р. Амур характеризуется своеобразием, в ней доминирует аллель в 191 п. н. (частота встречаемости 0,60).

По локусам *Oke11* и *Oki23* четко выражен один основной аллель. У *Oke11* — это 98 п. н., а у *Oki23* — 167 п. н. Во всех регионах Охотомор-

ского бассейна эти аллели характеризуются примерно равной частотой встречаемости (0,70–0,80), только на о. Итуруп по локусу *Oke11* вариант 98 п. н. встречается с меньшей частотой (0,50). Для особей Западной Камчатки по локусу *Oki23* было отмечено наличие аллеля 143 п. н., частота встречаемости невелика и составила 0,07.

По двум другим высокополиморфным локусам *One101* и *Oke3* основной аллель не обнаружен,

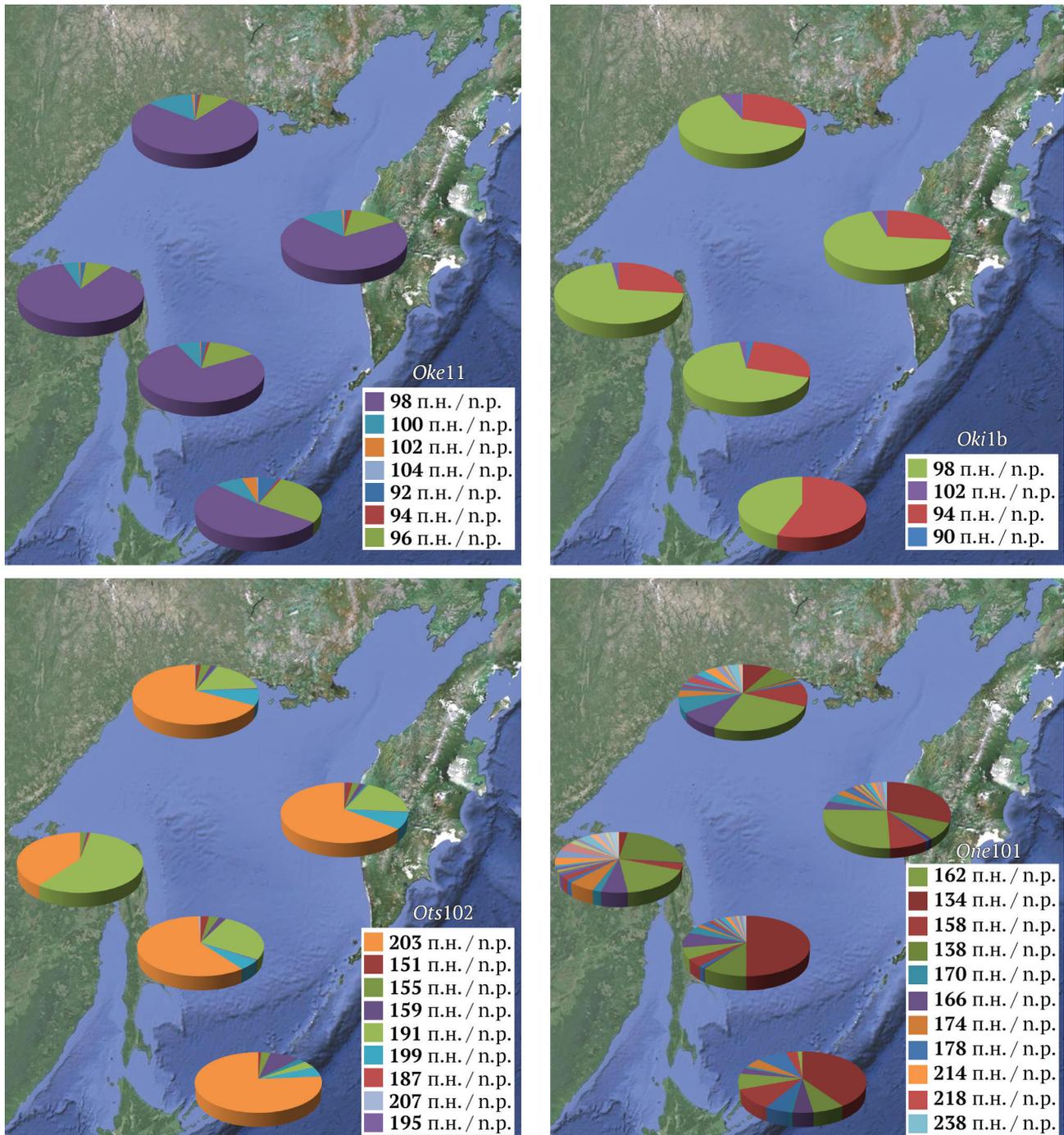


Рис. 4. Распределение частот аллелей локусов *Oke11*, *Oki1b*, *Ots102*, *One101* в объединенных региональных выборках кеты Охотоморского бассейна
 Fig. 4. Distribution of allele frequencies of the loci *Oke11*, *Oki1b*, *Ots102*, *One101* in the united regional samples of chum salmon of the Sea of Okhotsk basin

распределение аллелей в разных региональных группах выборок заметно отличается. Например, локус *Oke3* позволяет дифференцировать группы о. Итуруп и бассейна р. Амур. В р. Амур основным аллелем является 244 п. н., который практически не встречается в группе о. Итуруп. Во всех остальных группах выборок чаще наблюдается вариант в 257 п. н. Локус *One101* характеризуется уникальным набором аллелей для каждой географической группы выборок. Определено два доминирующих аллеля (162 и 138 п. н.) для р. Амур и для Западной Камчатки (162 и 134 п. н.). В группах выборок о. Сахалин и Курильских островов доминирующий аллель один — 134 п. н. Для северной части побережья Охотского моря характерен вариант доминирующего аллеля 162 п. н.

Для оценки генетической дифференциации кеты различных районов выполнен байесовский анализ в программном пакете Structure. Исходя из минимальной оценки лог-правдоподобия, установлено наиболее вероятное количество кластеров региональных групп, равное пяти ($K = 5$) (рис. 5).

В наиболее простой модели кластеризации ($K = 2$) выделяются две различающиеся группы. К первой относятся выборки Западной Камчатки, северной части побережья Охотского моря, о. Сахалин и бассейн р. Амур, а ко второй — выборки Курильских островов. С увеличением числа кластеров до трех ($K = 3$) отделилась груп-

па, включающая о. Сахалин и бассейн р. Амур. При $K = 4$ можно наблюдать разделение на отдельные кластеры выборок о. Сахалин и бассейна р. Амур. Модель анализа с наибольшим количеством кластеров ($K = 5$) позволила выделить группировки рек Западной Камчатки и северной части побережья Охотского моря. Результаты анализа соответствуют географической приуроченности выборок.

Результаты анализа выборок в пространстве главных компонент, выполненного в программе GenAlEx 6, позволили получить графическое отражение генетических различий между выборками из различных региональных групп. Наглядно показана значительная дифференциация кеты о. Итуруп (Курильских островов), бассейна р. Амур и о. Сахалин. Популяции рек Западной Камчатки и СчМПОМ образуют единую группу (рис. 6).

Кластерный анализ, выполненный в программном пакете GDA методом UPGMA (метод невзвешенного попарного среднего) на основе генетических дистанций Нея, позволил подтвердить наличие шести региональных группировок кеты: «о. Итуруп (Курильские острова)», «бассейн р. Амур», «о. Сахалин» «Западная Камчатка», «р. Пенжина», «северная часть побережья Охотского моря» (рис. 7), причем три последние группировки в наименьшей степени дифференцированы друг от друга.

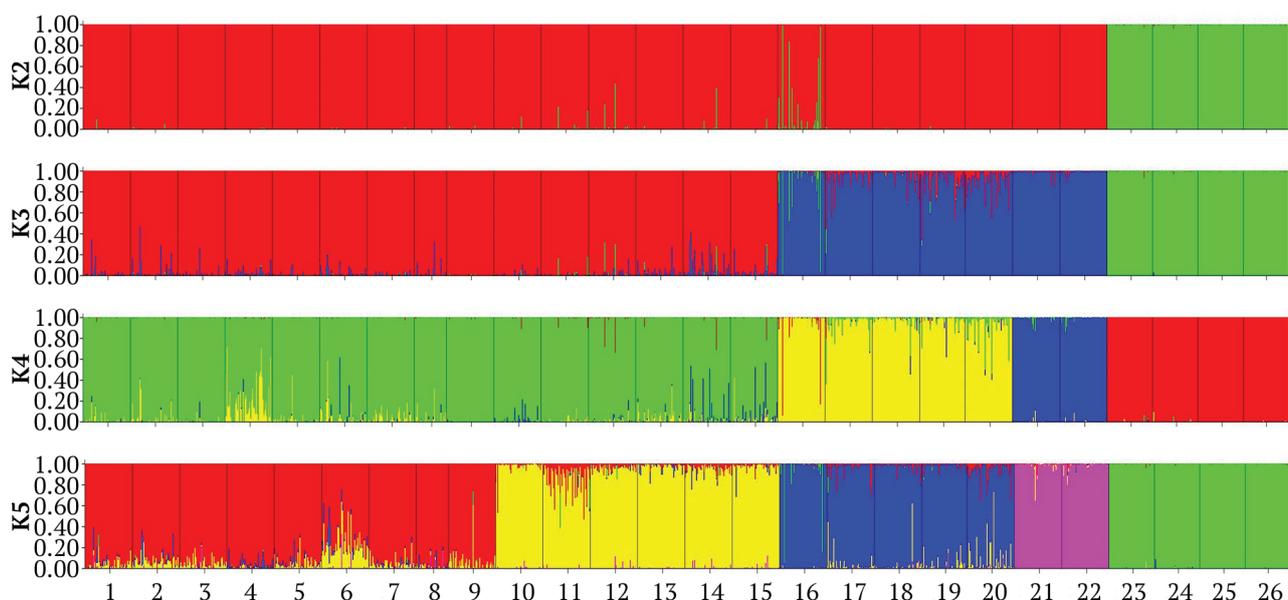


Рис. 5. Графическое представление результатов байесовского анализа 26 выборок кеты бас. Охотского моря K — вероятное число кластеров; 1–9 — реки Западной Камчатки, 10–15 — реки СчМПОМ, 16–20 — реки о. Сахалин, 21–22 — бас. р. Амур, 23–26 — реки о. Итуруп; порядок выборок соответствует табл. 1

Fig. 5. Graphic presentation of the results of Bayesian analysis of 26 samples of chum salmon from the Sea of Okhotsk basin

K — probable number of clusters; 1–9 — rivers of West Kamchatka, 10–15 — rivers of the northern part of continental coast of the Sea of Okhotsk, 16–20 — rivers of Sakhalin, 21–22 — the Amur basin, 23–26 — rivers of Iturup; the order of the samples corresponds to the table 1

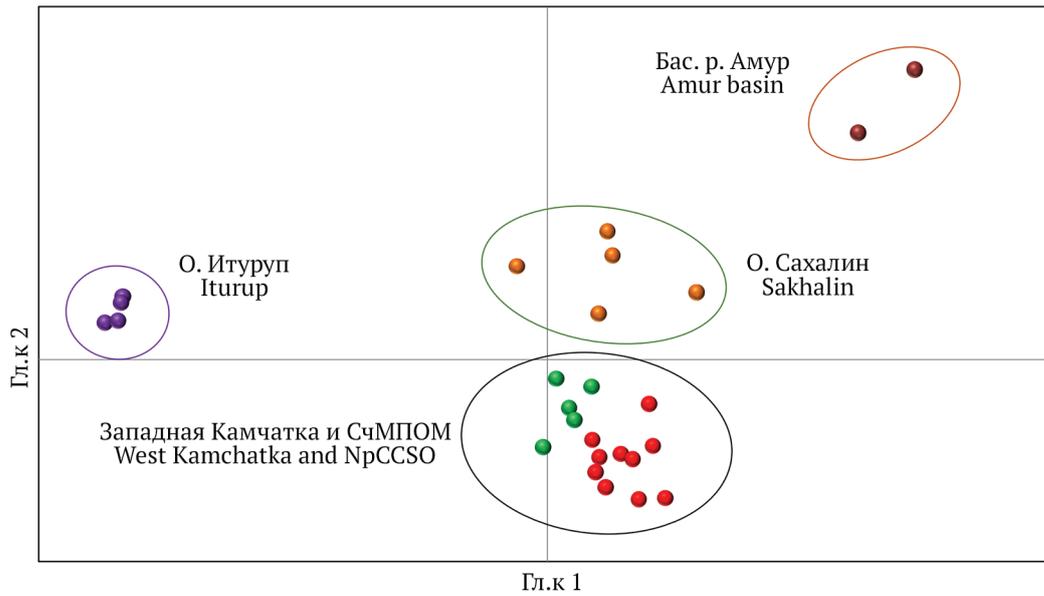


Рис. 6. Двухмерное распределение выборок кеты бассейна Охотского моря на основе анализа главных компонент
 Fig. 6. Two-dimensional distribution of chum salmon samples of the Sea of Okhotsk basin based on the analysis of main components

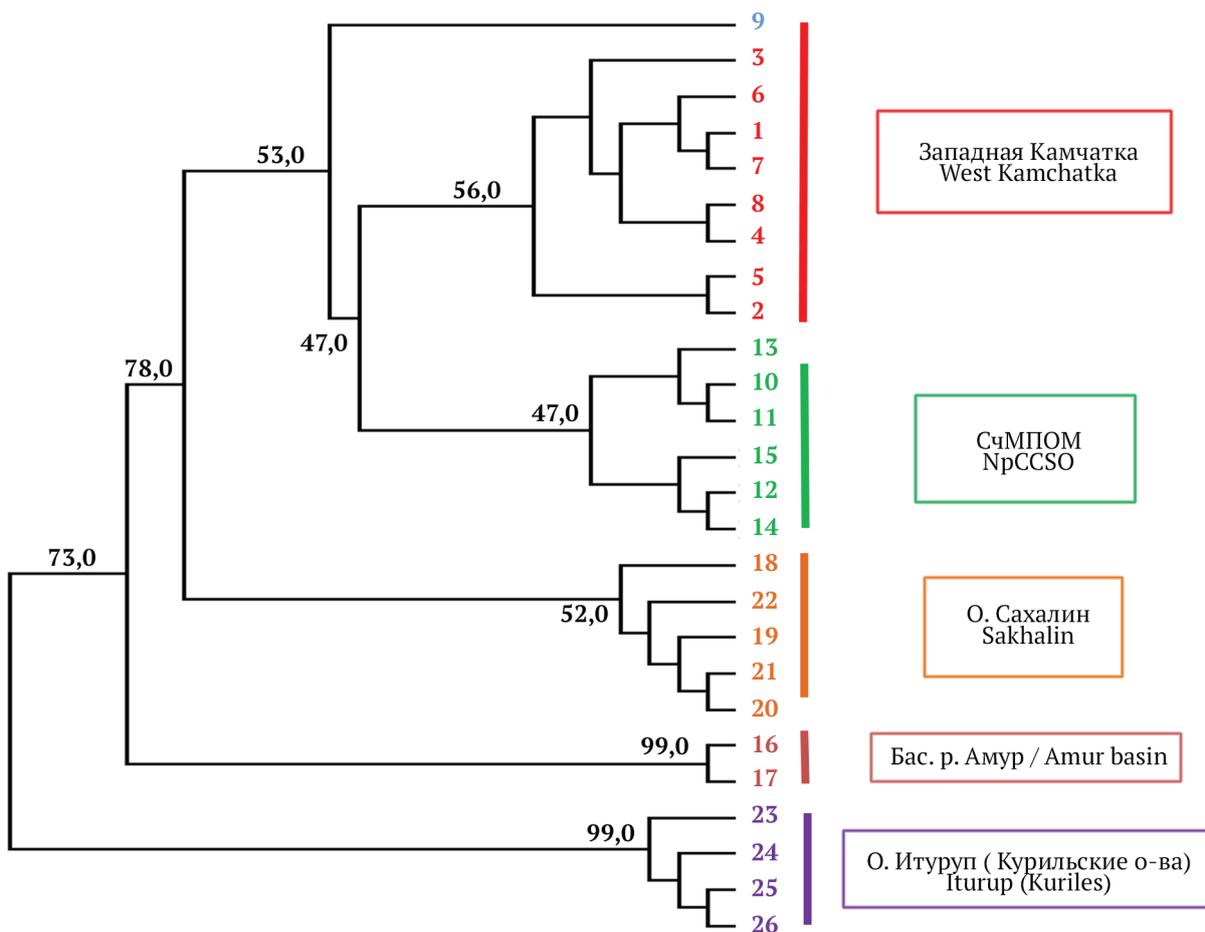


Рис. 7. UPGMA-дендрограмма, построенная на основе генетических дистанций Нея, вычисленных по частотам восьми микросателлитных локусов кеты бассейна Охотского моря. Номера выборок соответствуют табл. 1
 Fig. 7. The UPGMA tree built on the basis of Nei's genetic distances, calculated by the frequencies of eight micro-satellite loci of chum salmon of the Sea of Okhotsk basin. The number of the samples corresponds to the table 1)

Для количественной оценки генетических различий использовали метод AMOVA (табл. 6). Внутри выборок молекулярное разнообразие было наибольшим (92,95%). Межгрупповая дисперсия p — 5,98%. Внутригрупповая дисперсия между выборками отличается наименьшим значением (1,07%).

Выявленная популяционно-генетическая дифференциация кеты Охотоморского бассейна согласуется с результатами исследований, полученными ранее и представленными в работах Л.А. Животовского с соавторами (Животовский и др., 2008), К.И. Афанасьева с соавторами (Афанасьев и др., 2009;) и М.В. Шитовой с соавторами (Шитова и др., 2020).

Подтверждением достаточно высокой дискриминирующей способности использованных маркеров популяционно-генетической изменчивости кеты бассейна Охотского моря являются результаты симуляционного анализа выборок (табл. 7). Данный анализ показывает степень вероятности отнесения особей отдельных выборок к условным географическим группам. Для расчетов применены два варианта анализа. Первый: реки Западной Камчатки и северной части побережья Охотского моря сгруппированы отдельно друг от друга. Второй: вышеуказанные две группы объединены в одну. В первом варианте анализа вероятность отнесения к «своему» кластеру для особей из рек Западной Камчатки составила от 74,9 до 97,7%, среднее значение — 90,8%; для рек СчМПОМ — от 85,1 до 92,8%, средняя величина 88,7%. В целом полученные результаты являются относительно высокими, однако во втором варианте анализа вероятность правильного отнесения особей кеты к географической группе возрастает. Так, средние результаты увеличились до 98,3%. Если рассматривать отдельные реки (такие как Колпакова, Палана, Тауй, Няхан, Охота), то процент правильного определения особей увеличился на 11,4–22,0%. В остальных региональных группах (о. Сахалин, Курильские острова, бассейн р. Амур) значения были определены в пределах 92,1–99,9%, что также является достаточно высоким показателем.

По результатам расчетов в программе ONCOR также получены вероятностные оценки отнесения каждого из проанализированных экземпляров молоди кеты из смешанных выборок к региональной группе. Точность генетической идентификации исследованных локальностей в варианте анализа № 1 (табл. 8) находится в пределах 51,8–94,0%. С максимальной вероятностью 94,0% можно определить кету Курильских островов. Для Западной Камчатки и СчМПОМ выявлены самые низкие оценки точности определения региональной принадлежности (51,8% и 53,5%).

Для повышения точности идентификации северные стада (Западная Камчатка, северная часть побережья Охотского моря) были объединены в одну группу (север Охотского моря, вариант анализа № 2). Вероятность правильной оценки происхождения кеты северных стад из смешанных скоплений увеличилась до 74,9%. Выполненный анализ в обоих вариантах показал, что с наибольшей точностью можно определить особей из группы выборок Курильских островов (94,6%) и бассейна р. Амур (84,4%).

Таким образом, опираясь на полученные результаты, в качестве региональных кластеров для генетической идентификации можно определить четыре группы выборок: «Западная Камчатка и северная часть побережья Охотского моря», «Сахалин», «о. Итуруп (Курильские острова)», «бассейн р. Амур». Однако необходимо учитывать отсутствие в референтной базе данных выборок из рек Японских островов и недостаток материала с относительно большой части территории Хабаровского края, о. Сахалин и Курильских островов.

Выборки из уловов траловой съемки в Охотском море были проанализированы по отдельности, а также объединены в три группы: «северо-восточную» (тр. № 50, 56, 47), «центральную» (тр. № 58, 38, 31, 35) и «юго-западную» (тр. № 45, 43, 63). Район съемки возле Курильских островов представлен только одной выборкой (рис. 8, 9, 10).

Идентификацию проводили в двух программах (ONCOR и GeneClass2), которые ис-

Таблица 6. Результаты иерархического анализа (AMOVA) кеты Охотского моря
Table 6. Results of the hierarchical analysis (AMOVA) of chum salmon of the Sea of Okhotsk

Уровень разнообразия Diversity level	<i>d. f.</i>	Абсолютные оценки Absolute value	Доля дисперсии Proportion of dispersion
Между группами / Between groups	4	0,13860	5,98
Между выборками внутри групп Between samples within the groups	21	0,02474	1,07
Внутри выборок / Within samples	2508	2,15420	92,95
Общее / Total	2533	2,31754	

Примечание. *d. f.* — число степеней свободы / Note. *d. f.* — degrees of freedom

Таблица 7. Оценка регионального состава симулированных смешанных выборок кеты бассейна Охотского моря
 Table 7. Assessment of the regional composition of simulated mixed samples of chum salmon of the Sea of Okhotsk basin

Вариант анализа № 1 / Analysis option No. 1						Вариант анализа № 2 / Analysis option No. 2					
Региональная группа Regional group	Название реки River	%	Стандартная ошибка, % Standard error, %	Региональная группа Regional group	Название реки River	%	Стандартная ошибка, % Standard error, %				
Западная Камчатка West Kamchatka	Опала Opala	89,7	1,76	Западная Камчатка и северная часть материкового восточного побережья Охотского моря (СЧМПОМ) West Kamchatka and northern part of the continental coast of the Sea of Okhotsk (NpCCSO)	Опала Opala	96,5	1,10				
	Палана Palana	88,3	1,66		Палана Palana	99,7	0,36				
	Воровская Vorovskaya	88,8	1,90		Воровская Vorovskaya	99,9	0,16				
	Кихчик Kikhchik	95,1	1,32		Кихчик Kikhchik	97,5	1,12				
	Облуковина Oblukovina	97,4	1,09		Облуковина Oblukovina	98,4	0,84				
	Колпакова Kolpakova	74,9	1,93		Колпакова Kolpakova	96,9	1,04				
	Большая Bolshaya	93,6	1,63		Большая Bolshaya	98,1	0,98				
	Крутогорова Krutogorova	97,7	0,91		Крутогорова Krutogorova	98,8	0,67				
	Пенжина Penzhina	91,3	1,30		Пенжина Penzhina	99,9	0,16				
	Среднее / Mean	90,8	1,50		Среднее / Mean	98,3	0,71				
	Тауй / Taui	87,6	1,70		Тауй / Taui	99,7	0,29				
	Наяхан / Nayakhan	85,1	2,00		Наяхан / Nayakhan	97,8	0,85				
	Яма / Yama	87,8	1,84		Яма / Yama	98,9	0,70				
	Кухтуй / Kukhtui	92,3	1,68		Кухтуй / Kukhtui	94,3	1,22				
	Охота / Okhota	86,7	1,77		Охота / Okhota	98,8	0,60				
Иня / Inya	92,8	1,55	Иня / Inya	98,7	0,62						
Среднее / Mean	88,7	1,76	Среднее / Mean	98,3	0,71						
О. Сахалин Sakhalin	Найба / Naiba	96,0	0,97	Найба / Naiba	96,0	0,97					
	Лангры / Langri	91,3	1,28	Лангры / Langri	91,3	1,28					
	Житная / Zhitnaya	91,5	1,39	Житная / Zhitnaya	91,5	1,39					
	Лангери / Langeri	94,8	1,13	Лангери / Langeri	94,8	1,13					
	Тыль / Tyl	87,1	1,63	Тыль / Tyl	87,1	1,63					
	Среднее / Mean	92,1	1,28	Среднее / Mean	92,1	1,28					
	Амур (летняя) Amur (summer)	97,2	0,76	Амур (летняя) Amur (summer)	97,2	0,76					
	Амур (осенняя) Amur (autumn)	98,2	0,59	Амур (осенняя) Amur (autumn)	98,2	0,59					
	Среднее / Mean	97,7	0,68	Среднее / Mean	97,7	0,68					
	ЛРЗ «Китовый» SH "Kitovyi" SH	99,8	0,16	ЛРЗ «Китовый» SH "Kitovyi" SH	99,8	0,16					
О. Итуруп (Курильские о-ва) Iturup (the Kuril Islands)	Рейдова Reidovaya	99,8	0,15	Рейдова Reidovaya	99,8	0,15					
	ЛРЗ «Бухта Оля» SH "Bukhta Olya" SH	99,9	0,06	ЛРЗ «Бухта Оля» SH "Bukhta Olya" SH	99,9	0,06					
	Курилка / Kurilka	99,8	0,20	Курилка / Kurilka	99,8	0,20					
	Среднее / Mean	99,9	0,14	Среднее / Mean	99,9	0,14					

пользуют разные алгоритмы расчетов. Результаты региональной идентификации смешанных выборок кеты (табл. 9) показали, что в «северо-восточной» группе преобладали особи из рек Западной Камчатки и СчМПМО (52–55%). Примерно в равных долях (21 и 19%) определены представители о. Сахалин и Курильских островов.

В центральной части Охотского моря доминировала молодь из водных объектов Курильских островов (54%), в значимом количестве (33 и 31%) выявлены особи о. Сахалин.

В улове траления № 38К (46° с. ш., вблизи Курильской гряды) в подавляющем большинстве была выявлена молодь кеты Курильских островов.

В «юго-западной» группе выборок по расчетам в программе ONCOR в наибольшей степени представлена сахалинская молодь (35%), особи других регионов определены в меньшем количестве (16–29%). Результаты идентификации в GeneClass2 отличались от ONCOR. Так, доля группы особей бассейна р. Амур определена в количестве 40%, что на 11% больше, чем

Таблица 8. Вероятностные оценки определения региональной принадлежности особей из смешанных выборок кеты бассейна Охотского моря
Table 8. Probabilistic assessments of the regional identification of chum salmon individuals in mixed samples from the Sea of Okhotsk

Вариант анализа № 1 Analysis option No. 1		Вариант анализа № 2 Analysis option No. 2	
Региональная группа Regional group	Точность идентификации, % Identification accuracy, %	Региональная группа Regional group	Точность идентификации, % Identification accuracy, %
Западная Камчатка West Kamchatka	51,8	Север Охотского моря North of the Sea of Okhotsk	74,9
СчМПМО NpCCSO	53,5	О. Сахалин / Sakhalin	75,4
О. Сахалин / Sakhalin	70,7	Бас. р. Амур The Amur basin	84,4
Бас. р. Амур The Amur basin	82,3	О. Итуруп (Курильские о-ва) Iturup (the Kuril Islands)	94,6
О. Итуруп (Курильские о-ва) Iturup (the Kuril Islands)	94,0		

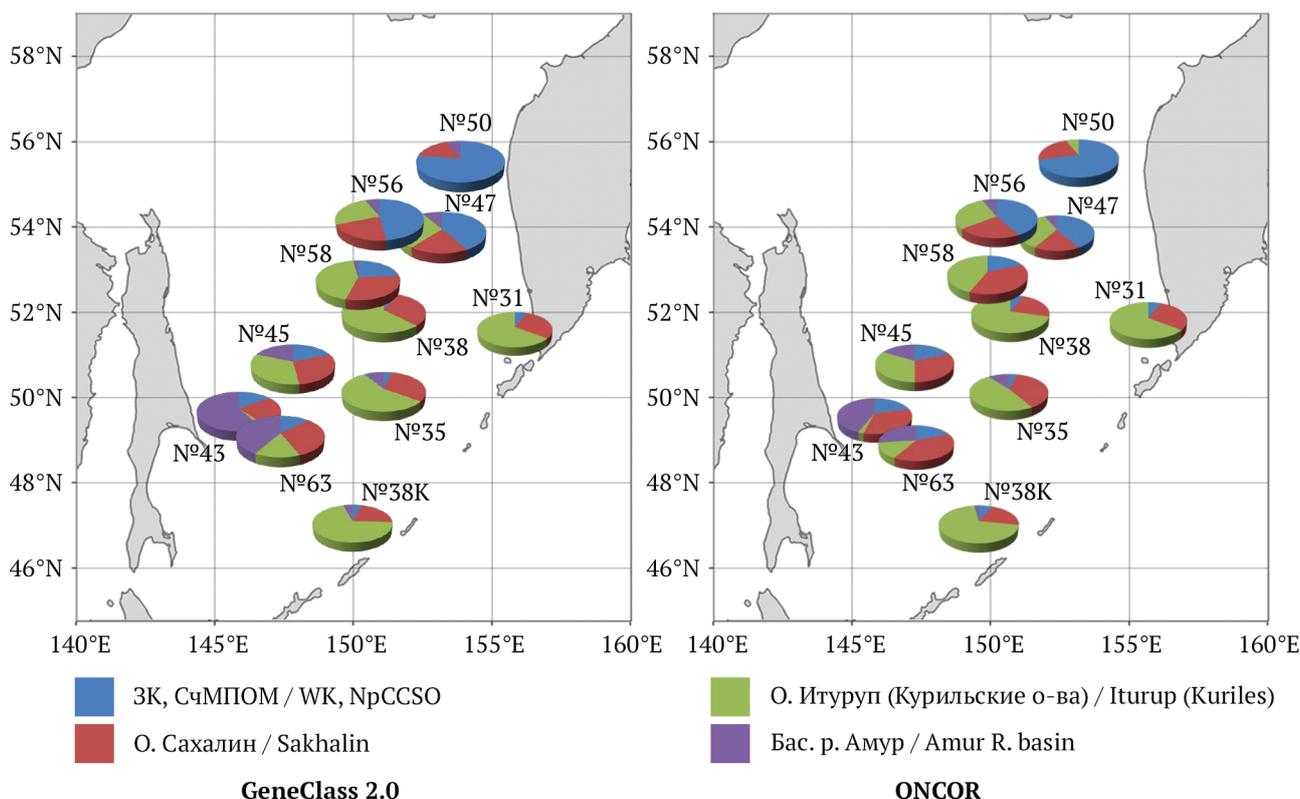
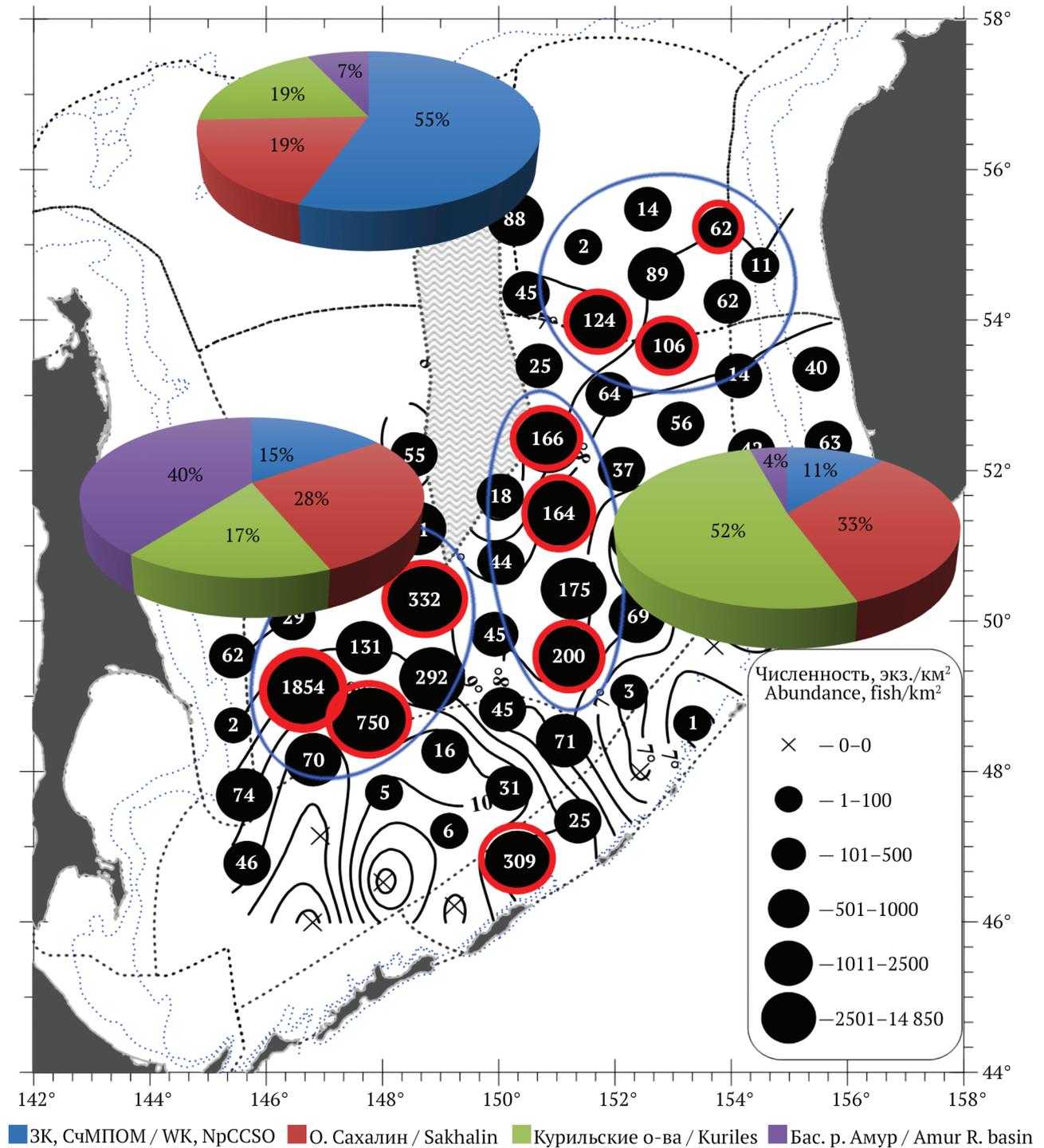


Рис. 8. Долевое соотношение молоди кеты различных регионов Охотоморского бассейна в уловах осенней тралевой съемки на НИС «Профессор Кагановский» и НИС «ТИНРО» в 2019 г.
Fig. 8. The percentage between juvenile chum salmon from different regions of the Sea of Okhotsk basin in the catches of the autumn trawl survey at the R/V “Professor Kaganovsky” and R/V “TINRO” in 2019

в программе ONCOR. Для остальных регионов разница была не такой существенной и составила от 1 до 7%.

При анализе выборок из каждого траления была определена существенная разница в доли особей бассейна р. Амур в тр. № 63 и

№ 43. Различия между полученными данными по двум программам составили 16% в тр. № 63 и 14% в тр. № 43. Такое расхождение можно объяснить малым объемом референтной выборки кеты из бассейна р. Амур. В последующей работе планируется увеличить количе-



GeneClass 2.0

Рис. 9. Процентное соотношение молоди кеты различных регионов Охотоморского бассейна объединенных групп тралов из уловов осенней траловой съемки на НИС «Профессор Кагановский» и НИС «ТИНРО» осенью 2019 г. (по результатам расчетов в программе GeneClass2)
Fig. 9. The percentage between juvenile chum salmon from different regions of the Sea of Okhotsk basin in the catches of the united trawl groups in the autumn trawl survey at the R/V “Professor Kaganovsky” and R/V “TINRO” in 2019 (according to GeneClass2 software assessment)

ство выборок в данном географическом кластере, что поможет повысить точность идентификации.

Также относительно небольшие отличия (от 8 до 10%) были выявлены в тр. № 63, 43, 38 и 35

для всех региональных группировок. В остальных тралах выявлена минимальная разница между результатами региональной идентификации с использованием двух вышеуказанных программ — 1–6%.

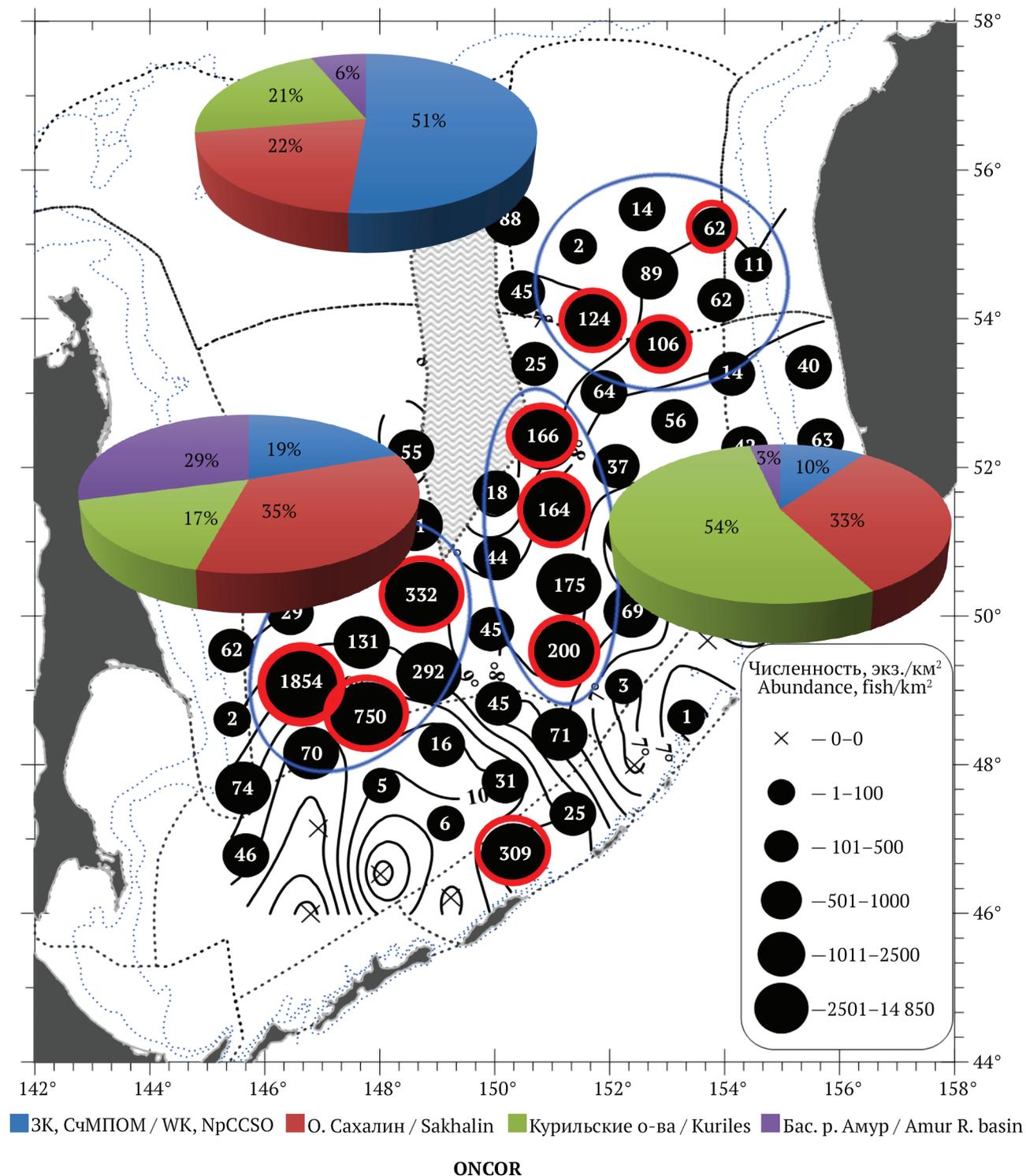


Рис. 10. Процентное соотношение молоди кеты различных регионов Охотоморского бассейна объединенных групп тралов из уловов осенней траловой съемки на НИС «Профессор Кагановский» и НИС «ТИНРО» осенью 2019 г. (по результатам расчетов в программе ONCOR)
Fig. 10. The percentage between juvenile chum salmon from different regions of the Sea of Okhotsk basin in the catches of the united trawl groups in the autumn trawl survey at the R/V “Professor Kaganovsky” and R/V “TINRO” in 2019 (according ONCOR software assessment)

Таблица 9. Процентное соотношение молодежи кеты различных регионов Охотоморского бассейна в выборках из уловов осенней траловой съемки в 2019 г. по результатам генетической идентификации в программах ONCOR и GeneClass
 Table 9. Percent ratio of juvenile chum salmon from different regions of the Sea of Okhotsk in the samples from the catches of autumn trawl surveys in 2019 based on the results of genetic identification in the programs Oncor and GeneClass

Судно и № трала Vessel and trawl No.	Название программы Program	Региональная группа / Regional group				Кол-во экз. в трале Number of fish in the trawl
		ЗК и СчМПМОМ WK and NpCCSO	О. Сахалин Sakhalin	О. Итуруп Курильские о-ва Iturup (the Kuril Islands)	Бас. р. Амур The Amur basin	
НИС «ТИНРО», (тр. № 63)	ONCOR	22	38	14	26	750
	GeneClass	12	31	15	42	
НИС «Профессор Кагановский», (тр. № 43)	ONCOR	21	33	2	44	1854
	GeneClass	15	25	2	58	
НИС «ТИНРО», (тр. № 31)	ONCOR	6	29	65	0	109
	GeneClass	6	29	65	0	
НИС «ТИНРО», (тр. № 38)	ONCOR	6	23	71	0	164
	GeneClass	6	31	63	0	
НИС «ТИНРО», (тр. № 56)	ONCOR	42	23	29	6	124
	GeneClass	48	21	25	6	
НИС «ТИНРО», (тр. № 35)	ONCOR	4	38	48	10	200
	GeneClass	3	32	56	9	
НИС «Профессор Кагановский», (тр. № 38К)	ONCOR	6	22	70	2	309
	GeneClass	4	22	70	4	
НИС «Профессор Кагановский», (тр. № 45)	ONCOR	19	31	33	17	332
	GeneClass	19	29	33	19	
НИС «ТИНРО», (тр. № 47)	ONCOR	42	17	35	6	106
	GeneClass	42	19	31	8	
НИС «ТИНРО», (тр. № 50)	ONCOR	73	21	0	6	62
	GeneClass	77	17	0	6	
НИС «ТИНРО», (тр. № 58)	ONCOR	19	37	44	0	166
	GeneClass	23	31	44	2	

Примечание/Note: НИС «ТИНРО» / R/V «TINRO», НИС «Профессор Кагановский» / R/V «Professor Kaganovsky»

В трале, расположенном вблизи южного побережья Камчатки (№ 31), доли всех географических группировок молодежи по двум программам были равны.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Создана референтная база данных, характеризующая дифференциацию популяций кеты Охотского моря и пригодная для региональной идентификации смешанных морских скоплений молодежи. В ее состав на сегодня включены 26 выборок (1274 экз.). Выявлена значимая неоднородность кеты бассейна Охотского моря по частотам аллелей восьми микросателлитных локусов. Разрешающая способность референтной базы находится на достаточно высоком уровне — в пределах 74,9–94,6%. В то же время необходимо принять во внимание, что уже созданную референтную базу данных планируется пополнить выборками из локальных популяций кеты о. Сахалин, Хабаровского края, Курильских и Японских островов.

Результаты генетической идентификации показали, что в северной части района проведения съемки преобладали особи из рек Запад-

ной Камчатки и северной части побережья Охотского моря, в меньшей степени представлены особи из рек о. Сахалин и о. Итуруп. Единично отмечены рыбы из бассейна р. Амур. Южнее 53° с. ш. подавляющее число особей отнесены к группировке Курильских островов и бассейна р. Амур, доля сахалинской кеты составляет не более 35%, а особи из северных регионов представлены в наименьшей степени.

В целях повышения точности ежегодных прогнозов динамики численности кеты Западной Камчатки первоочередной задачей выступает определение региональной доли особей в смешанных уловах осенней траловой съемки. В дальнейшем в качестве вспомогательных величин будут привлечены такие показатели, как уровень выживаемости молодежи от общей учетной численности, долевого вклад производителей кеты Западной Камчатки в северном комплексе, куда входит СчМПМОМ, соотношение возрастных групп в поколениях. По мере накопления рядов наблюдений будет возможен анализ потенциальной взаимосвязи «учет в море — возврат» на уровне как отдельных доминирующих возрастных групп произведе-

лей кеты (возраст 3+ и 4+), так и поколений в целом.

Полученные данные будут использованы в качестве вспомогательного блока для расчета численности возвратов производителей кеты в регионы воспроизводства. В случае, если результаты, полученные методом генетической идентификации, будут иметь высокую степень сопоставимости с данными о фактических подходах кеты к рекам западного побережья Камчатки, прогнозирование нерестовых возвратов кеты будет дополнено еще одним методом, повышающим его точность. Включение результатов представленной работы в материалы, обосновывающие прогнозируемые объемы вылова, обеспечит более точную и актуальную информацию о структуре запасов охотоморской кеты в соответствующих зонах управления (рыбопромысловых районах). Это, в свою очередь, сможет повысить рациональность промысловой эксплуатации западнокамчатской кеты в долгосрочной перспективе.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

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

The authors declare that this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references to all data of other authors used in the review are formatted in accordance with the state standards (GOST). The authors declare that they have no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ AUTHOR CONTRIBUTION

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

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

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Шитова М.В., Малинина Т.В., Животовский Л.А. 2008. Межреги-

ональная дифференциация кеты Сахалина и Южных Курил по микросателлитным локусам // *Генетика*. Т. 44, № 7. С. 956–963.

Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Шитова М.В., Малинина Т.В., Ракицкая Т.А., Прохоровская В.Д., Шевляков Е.А., Заварина Л.О., Бачевская Л.Т., Черешнев И.А., Брыков В.А., Ковалев М.Ю., Шевляков В.А., Сидорова С.В., Борзов С.И., Погодин В.П., Федорова Л.К., Животовский Л.А. 2011. Популяционная структура кеты *Oncorhynchus keta* российского Дальнего Востока, выявленная по микросателлитным маркерам // *Биология моря*. Т. 37, № 1. С. 39–47.

Бугаев А.В., Шпигальская Н.Ю., Зикунова О.В., Фельдман М.Г., Заварина Л.О., Дубынин В.А., Артюхина Н.Б., Шубкин С.В., Ерохин В.Г., Коваль М.В., Коваленко М.Н., Бирюков А.М., Фадеев Е.С., Нагорнов А.А. 2018. Аналитический обзор итогов лосолевой путины / Бюл. № 13 изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. С. 14–41. *Животовский Л.А., Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Шитова М.В., Малинина Т.В., Ракицкая Т.А., Прохоровская В.Д., Салменкова Е.А., Федорова Л.К., Борзов С.И., Погодин В.П.* 2008. О создании базы ДНК-данных для решения проблем воспроизводства, идентификации и сертификации популяций тихоокеанских лососей на примере кеты о. Итуруп // *Вопр. рыболовства*. Т. 9, № 1 (33). С. 96–109.

Животовский Л.А., Рубцова Г.И., Шитова М.В., Шевляков Е.А., Федорова Л.К., Афанасьев К.И. 2010. База микросателлитных ДНК-данных по кете Дальнего Востока России // *Реализация Концепции дальневосточной бассейновой программы изучения тихоокеанских лососей*. Владивосток: ТИПРО-Центр. Бюл. № 5. С. 53–63.

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

Маниатис Т., Фрич Э., Сэмбрук Дж. 1984. Молекулярное клонирование. М.: Мир. 479 с.

Шитова М.В., Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Малинина Т.В., Сидорова С.В., Животовский Л.А. 2009. Микросателлитная изменчивость заводских популяций кеты (*Oncorhynchus keta* Walbaum) о. Сахалин // *Вопр. рыболовства*. Т. 10, № 1. С. 102–115.

- Шитова М.В., Хохлов Ю.Н., Никифоров А.И., Афанасьев П.К., Орлова С.Ю., Ельников А.Н., Бугаев А.В., Ракицкая Т.А., Прохоровская В.Д., Малинина Т.В., Политов Д.В., Афанасьев К.И., Рубцова Г.А., Животовский Л.А. 2020. Дифференциация северной азиатской кеты (*Oncorhynchus keta* W.) по микросателлитным маркерам // Генетика. Т. 56, № 6. С. 677–689.
- Anderson E.C., Waples R.S., Kalinowski S.T. 2007. An improved method for estimating the accuracy of genetic stock identification // Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 65 (7). P. 1475–1486.
- Beacham T.D., Candy J.R., Wallace C., Shigehiko U., Sato S., Varnavskaya N.V., Le K.D., Wetklo M. 2009a. Microsatellite stock identification of chum salmon on a Pacific Rim basis // North American Journal of Fisheries Management. Vol. 29. P. 1757–1776.
- Beacham T.D., Spilsted B., Le K.D., Wetklo M. 2008. Population structure and stock identification of chum salmon *Oncorhynchus keta* from British Columbia determined with microsatellite DNA variation // Can. J. Zool. Vol. 86. P. 1002–1014.
- Beacham T.D., Candy J.R., Le K.D., Wetklo M. 2009b. Population structure of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) across the Pacific Rim, determined from microsatellite analysis // Fishery Bulletin. Vol. 107, № 2. P. 244–260.
- Botstein D., White R.L., Skolnick M.H., Davis R.W. 1980. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms // Am. J. Hum. Genet. Vol. 32. P. 314–331.
- Chen J.-P., Sun D.-J., Dong Ch.-Zh., Liang B., Wu W.-H., Zhang S.-Y. 2005. Genetic analysis of four wild chum salmon *Oncorhynchus keta* populations in China based on microsatellite markers // Environmental Biology of Fishes. Vol. 73. P. 181–188.
- Dib C., Faum S., Fizames C., Samson D., Drouot N., Vignal A., Millasseau P., Marc S., Hazan J., Seboun E., Lathrop M., Gyapay G., Morissette J., Weissenbach J.A. 1996. Comprehensive genetic map of the human genome based on microsatellites // Nature. Vol. 380. P. 152–154.
- Felsenstein J. 1989. PHYLIP Phylogeny Inference Package (Version 3.2) // Cladistics. Vol. 5. P. 164–166.
- Gruber B., Adamack A.T. 2015. Landgenreport: A new R function to simplify landscape genetic analysis using resistance surface layers // Mol. Ecol. Resour. Vol. 15 (5). P. 1172–1178.
- Lewis P.O., Zaykin D.Yu. 2001. Genetic data analysis: computer program for the analysis of allelic data [Electronic resource]. URL: <http://lewis.eeb.uconn.edu/lewishome/software.html>.
- Maureen P.S., Serena D., Olive R., Seeb L.W., Seeb J.E., Pascal C.E., Warheit K.I., Templin W. 2015. Chum salmon genetic diversity in the Northeastern Pacific Ocean assessed with single nucleotide polymorphisms (SNPs): Applications to Fishery Management // North American Journal of Fisheries Management. Vol. 35. P. 974–987.
- Nei M. 1987. Molecular evolutionary genetics. N.Y.: Columbia Univ. Press. 512 p.
- Peakall R., Smouse P.E. 2006. GenAlEx 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research // Molecular Ecology Notes, 6. P. 288–295.
- Piry S., Alapetite A., Cornuet J.-M., Paetkau D., Baudouin L., Estoup A. 2004. GeneClass2: A software for genetic assignment and first-generation migrant detection // Journal of Heredity. Vol. 95. P. 536–539.
- Pritchard J.K., Stefens M., Donnelly P. 2000. Inference of population structure using multilocus genotype data // Genetics. Vol. 155. P. 945–959.
- Sambrook J., Fritsch E.F., Maniatis T. 1989. Molecular Cloning: A laboratory manual / N. Y. Cold Spring Harbor Lab. Press. 1626 p.
- Schneider S., Roessli D., Excoffier L. 2000. Arlequin ver. 2.000: A software for population genetics data analysis. Genetics and biometry laboratory. Univ. Geneva. Switzerland.
- Smith C.T., Seeb L.W. 2008. Number of alleles as a predictor of the relative assignment accuracy of short tandem-repeat (STR) and single-nucleotide polymorphism (SNP) baselines for chum salmon // Transactions of the American Fisheries Society. Vol. 137. P. 751–762.
- Sokal R.R., Rohlf F.G. 1981. Biometry. 2nd ed. W.H. Freeman & Co., San Francisco. CA. 859 p.

REFERENCES

- Afanasiev K.I., Rubtsova G.A., Shitova M.V., Malinina T.V., Zhivotovsky L.A. Interregional differentiation of chum salmon from Sakhalin and South Kurils inferred from microsatellite markers. *Russian Journal of Genetics*, 2008, vol. 44, no. 7, pp. 833–840.
- Afanasiev K.I., Rubtsova G.A., Shitova M.V., Malinina T.V., Rakitskaya T.A., Prokhorovskaya V.D., Zhivotovsky L.A., Shevlyakov E.A., Zavarina L.O., Bachevskaya L.T., Chereshevnev I.A., Brykov V.A., Kovalev M.Y., Shevlyakov V.A., Sidorova S.V., Borzov S.I., Pogodin V.P., Fedorova L.K. Population structure of chum salmon *Oncorhynchus keta* in the Russian Far East, as revealed by microsatellite markers. *Russian Journal of Marine Biology*, 2011, vol. 37, no. 1, pp. 42–51.

- Bugaev A.V., Shpigalskaya N.Yu., Zikunova O.V., Feldman M.G., Zavarina L.O., Dubynin V.A., Artyukhina N.B., Shubkin S.V., Erokhin V.G., Koval M.V., Kovalenko M.N., Biryukov A.M., Fadeev E.S., Nagornov A.A. Analytical review of the results of the salmon season. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, 2018, vol. 13, pp. 14–41. (In Russian)
- Zhivotovsky L.A., Afanasiev K.I., Rubtsova G.A., Shitova M.V., Malinina T.V., Rakitskaya T.A., Prokhorovskaya V.D., Salmenkov E.A., Fedorova L.K., Borzov S.I., Pogodin V.P. On development of a DNA database for reproduction, identification and certification of populations of pacific salmon: an example from Chum salmon of Iturup Island. *Problems of Fisheries*, 2008, vol. 9, no. 1 (33), pp. 96–109. (In Russian)
- Zhivotovskiy L.A., Rubtsova G.I., Shitova M.V., Shevlyakov Ye.A., Fedorova L.K., Afanasiev K.I. 2010. Database of microsatellite DNA data on chum salmon from the Russian Far East. *Bulletin of Pacific salmon studies in Far East*, 2010, vol. 5, pp. 53–63. (In Russian)
- Kositsyna A.I., Shpigalskaya N.Yu., Sergeev A.A., Soshnina V.A., Savenkov V.V., Denisenko A.D., Muravskaya U.O., Zelenina D.A. Genetic identification of juvenile pink salmon *Oncorhynchus gorbuscha* (Walbaum) in the Okhotsk Sea basin based on the results of restriction analysis of mitochondrial DNA and analysis of single-nucleotide polymorphism. *The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*. 2022(66):52–66. (In Russian) <https://doi.org/10.15853/2072-8212.2022.66.52-67>
- Maniatis T., Fritsch E.F. and Sambrook J. *Molekul-yarnoe klonirovanie* [Molecular Cloning.] Moscow: Mir, 1984, 479 p.
- Shitova M.V., Afanasiev K.I., Rubtsova G.A., Malinina T.V., Sidorova S.V., Zhivotovsky L.A. Microsatellite DNA variation in chum salmon populations (*Oncorhynchus keta* Walbaum) from Sakhalin Island hatcheries. *Problems of Fisheries*, 2009, vol. 10, no. 1, pp. 102–115. (In Russian)
- Shitova M.V., Rakitskaya T.A., Prokhorovskaya V.D., Malinina T.V., Politov D.V., Afanasyev K.I., Rubtsova G.A., Zhivotovsky L.A., Khokhlov Y.N., Nikiforov A.I., Afanasyev P.K., Orlova S.Y., Elnikov A.N., Bugaev A.V. Differentiation of Asian North Chum salmon (*Oncorhynchus keta* W.) based on microsatellite markers. *Russian Journal of Genetics*, 2020, vol. 56, no. 6, pp. 706–717.
- Anderson E.C., Waples R.S., Kalinovski S.T. An improved method for estimating the accuracy of genetic stock identification. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2007, vol. 65 (7). P. 1475–1486.
- Beacham T.D., Candy J.R., Wallace C., Shigehiko U., Sato S., Varnavskaya N.V., Le K.D., Wetklo M. Microsatellite stock identification of chum salmon on a Pacific Rim basis. *North American Journal of Fisheries Management*, 2009, vol. 29, pp. 1757–1776.
- Beacham T.D., Spilsted B., Le K.D., Wetklo M. Population structure and stock identification of chum salmon *Oncorhynchus keta* from British Columbia determined with microsatellite DNA variation. *Can. J. Zool.*, 2008, vol. 86, pp. 1002–1014.
- Beacham T.D., Candy J.R., Le K.D., Wetklo M. Population structure of chum salmon (*Oncorhynchus keta*) across the Pacific Rim, determined from microsatellite analysis. *Fishery Bulletin*, 2009, vol. 107, no. 2, pp. 244–260.
- Botstein D., White R.L., Skolnick M.H., Davis R.W. Construction of a genetic linkage map in man using restriction fragment length polymorphisms. *Am. J. Hum. Genet.*, 1980, vol. 32, pp. 314–331.
- Chen J.-P., Sun D.-J., Dong Ch.-Zh., Liang B., Wu W.-H., Zhang S.-Y. Genetic analysis of four wild chum salmon *Oncorhynchus keta* populations in China based on microsatellite markers. *Environmental Biology of Fishes*, 2005, vol. 73, pp. 181–188.
- Dib C., Faum S., Fizames C., Samson D., Drouot N., Vignal A., Millasseau P., Marc S., Hazan J., Seboun E., Lathrop M., Gyapay G., Morissette J., Weissenbach J.A. Comprehensive genetic map of the human genome based on microsatellites. *Nature*, 1996, vol. 380, pp. 152–154.
- Felsenstein J. PHYLIP Phylogeny Inference Package (Version 3.2). *Cladistics*, 1989, vol. 5, pp. 164–166.
- Gruber B., Adamack A.T. Landgenreport: A new R function to simplify landscape genetic analysis using resistance surface layers. *Mol. Ecol. Resour.*, 2015, vol. 15 (5), pp. 1172–1178.
- Lewis P.O., Zaykin D.Yu. Genetic data analysis: computer program for the analysis of allelic data [Electronic resource]. 2001. URL: <http://lewis.eeb.uconn.edu/lewishome/software.html>.
- Maureen P.S., Serena D., Olive R., Seeb L.W., Seeb J.E., Pascal C.E., Warheit K.I., Templin W. Chum salmon genetic diversity in the Northeastern Pacific Ocean assessed with single nucleotide polymorphisms (SNPs): Applications to Fishery Management. *North American Journal of Fisheries Management*, 2015, vol. 35, pp. 974–987.
- Nei M. *Molecular evolutionary genetics*. N.Y.: Columbia Univ., 1987, Press, 512 p.
- Peakall R., Smouse P.E. GenAlEx 6: genetic analysis in Excel. Population genetic software for teaching and research. *Molecular Ecology Notes*, 2006, vol. 6, pp. 288–295.

Piry S., Alapetite A., Cornuet J.-M., Paetkau D., Baudouin L., Estoup A. GenClass2: A software for genetic assignment and first-generation migrant detection. *Journal of Heredity*, 2004, vol. 95, pp. 536–539.

Pritchard J.K., Stefens M., Donnelly P. Inference of population structure using multilocus genotype data. *Genetics*, 2000, vol. 155, pp. 945–959.

Sambrook J., Fritsch E.F., Maniatis T. *Molecular Cloning: A laboratory manual*. N.Y. Cold Spring Harbor Lab. Press. 1989, 1626 p.

Schneider S., Roessli D., Excoffier L. Arlequin ver. 2.000: A software for population genetics data analysis. Genetics and biometry laboratory, 2000, Univ. Geneva. Switzerland.

Smith C.T., Seeb L.W. Number of alleles as a predictor of the relative assignment accuracy of short-tandem-repeat (STR) and single-nucleotide-polymorphism (SNP) baselines for chum salmon. *Transactions of the American Fisheries Society*, 2008, vol. 137, pp. 751–762.

Sokal R.R., Rohlf F.G. *Biometry*. 2nd ed. W.H. Freeman & Co., 1981, San Francisco. CA. 859 p.

Статья поступила в редакцию: 12.10.2023

Одобрена после рецензирования: 28.10.2023

Статья принята к публикации: 08.11.2023

Информация об авторах

А.Д. Денисенко — вед. специалист
Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

У.О. Муравская — вед. специалист
Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

О.А. Пильганчук — канд. биол. наук, зав.
лабораторией Камчатского филиала ВНИРО
(КамчатНИРО)

Н.Ю. Шпигальская — канд. биол. наук,
руководитель Камчатского филиала ВНИРО
(КамчатНИРО)

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

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

Information about the authors

Anastasiya D. Denisenko – Leading Specialist
(KamchatNIRO)

Ulyana O. Muravskaya – Leading Specialist
(KamchatNIRO)

Oksana A. Pilganchuk – Ph. D. (Biology),
Head of Lab. (KamchatNIRO)

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

Vladimir V. Savenkov – Leading Specialist
(KamchatNIRO)

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

Научная статья / Original article
УДК 595.384.2(265.53)
doi:10.15853/2072-8212.2023.70.27-37



К ВОПРОСУ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОМЫСЛА КРАБА-СТРИГУНА ОПИЛИО В ЗАЛИВЕ ШЕЛИХОВА ОХОТСКОГО МОРЯ

Шагинян Эдуард Рудольфович

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

Аннотация. На основе материалов учетных съемок 2014, а также 2021–2022 гг., уставлено наличие в заливе Шелихова Охотского моря промысловых скоплений краба-стригуна опилио, достаточных для ведения специализированного лова. Определены участки с повышенными концентрациями краба-стригуна опилио. Рассмотрен качественный и размерный состав уловов, определены показатели уловов на усилие, осуществлена оценка численности промысловых самцов. Для вовлечения запаса краба-стригуна опилио залива Шелихова предлагается установить запрет на лов этого объекта в Западно-Камчатской подзоне к югу от 59°15' с. ш.

Ключевые слова: залив Шелихова, краб-стригун опилио, распределение, промысловые самцы, скопления, улов на усилие, численность

Благодарности: автор выражает искреннюю признательность и благодарность С.И. Моисееву (ВНИРО), а также П.Ю. Иванову и Т.Б. Морозову (КамчатНИРО), участвовавшим в сборе данных.

Для цитирования: Шагинян Э.Р. К вопросу оптимизации промысла краба-стригуна опилио в заливе Шелихова Охотского моря // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. № 70. С. 27–37.

ON THE ISSUE OF OPTIMIZING SNOW CRAB FISHING IN THE GULF OF SHELIKHOV, THE SEA OF OKHOTSK

Eduard R. Shaginyan

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

Abstract. Existence of commercial snow crab aggregations for target fishing has been discovered in the Gulf of Shelikhov, the Sea of Okhotsk, based on the survey data for 2014 and 2021–2022. Sites of higher densities of snow crab have been figured. Analysis of sex ratio and size composition of the catches was made, and the catch values per an fishing effort and stock abundance of commercial males were estimated. In order to involve mentioned snow crab stock of the Gulf of Shelikhov, a ban for the fishing of snow crab has been recommended in the West Kamchatka subzone southward from 59°15' N.

Keywords: Gulf of Shelikhov, snow crab, distribution, commercial males, aggregations, catch per effort, abundance

Acknowledgments: author expresses sincere gratitude to S.I. Moiseev from the head office of the FSBSI “VNIRO” and to his colleagues from Kamchatka Branch of VNIRO P.Yu. Ivanov and T.B. Morozov for their participation in data collection.

For citation: Shaginyan Ed.R. On the issue of optimizing snow crab fishing in the Gulf of Shelikhov, the Sea of Okhotsk // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the northwest part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 70. P. 27–37. (In Russian)

В дальневосточных морях России обитает несколько крупных популяций краба-стригуна опилио. Вдоль азиатского побережья Северной Пацифики этот вид краба распространен в Беринговом, Охотском и Японском морях, где он является важным объектом специализированного промысла (Макаров, 1941; Виноградов, 1950; Ушаков, 1952; Новиков, Гаврилов, 1970; Слизкин, 1974, 1978; Слизкин, Мясоедов, 1979).

Самая многочисленная из них, северооо- томорская популяция, занимает лидирующее положение по объему вылова среди промысловых ракообразных в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне (Карасев, 2009). По данным Отраслевой системы мониторинга водных биологических ресурсов, наблюдения и контроля за деятельностью промысловых судов (ОСМ) Росрыболовства, общий вылов краба-стригуна опилио за последние три года варьи-

ровал от 30,315 до 31,664 тыс. т, превышая суммарный вылов крабов-литотид более чем на 3–5 тыс. т (рис. 1).

История исследований краба-стригуна опилио западнокамчатской популяции, обитающей в северо-восточной части Охотского моря, подробно рассматривалась ранее (Шагинян, 2022). Здесь же приводится анализ основных биолого-промысловых показателей этого вида краба и особенности пространственного распределения промысловых самцов.

В этом районе моря, преимущественно в зал. Шелихова, встречаемость краба-стригуна опилио достаточно высока. Менее многочисленная, по сравнению с североохотоморской, эта популяция может представлять интерес как потенциальный объект специализированного промысла.

Результаты исследовательских работ в зал. Шелихова еще в конце 90-х годов 20-го столетия выявили плотные скопления стригуна опилио (Бажин, 1999). Затем исследования в данном районе моря были свернуты, учетные работы не проводились, а небольшой объем информации по этому виду краба поступал при выполнении исследовательских работ по другим объектам промысла.

Первые полноценные исследования краба-стригуна опилио в 21-м столетии были проведены в 2014 г. (Моисеев, 2014). В середине второй декады 2000-х годов на шельфе Западной Камчатки были выполнены работы с целью изучения состояния запасов промысловых видов

крабов, в том числе и краба-стригуна опилио, и мониторинга их промысла (Моисеев, Моисеева, 2020; Моисеев и др., 2021). Результаты этих работ подтвердили наличие скоплений стригуна опилио в зал. Шелихова с возможным объемом ежегодного вылова не менее 2 тыс. т.

В связи с этим целью исследования является анализ материалов по особенностям распределения скоплений краба-стригуна опилио в зал. Шелихова, полученных в последние годы, и их количественная оценка для выработки рекомендаций по вовлечению в промысел ресурсов краба-стригуна опилио северо-восточной части Охотского моря и рациональному использованию запасов популяции.

Задачи: исследовать особенности распределения скоплений краба-стригуна опилио в зал. Шелихова; оценить состояние запасов; проанализировать основные биологические показатели крабов; разработать рекомендации рационального использования ресурсов краба-стригуна опилио северо-восточной части Охотского моря.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

В настоящей работе использованы данные, полученные при выполнении учетных работ с использованием ловушек в зал. Шелихова в 2014, 2021–2022 гг. Выбор результатов этих работ обусловлен тем, что проведены они были не только в горловине зал. Шелихова, как это практиковалось ранее, а охватывали участки моря и в глубине залива (табл. 1).

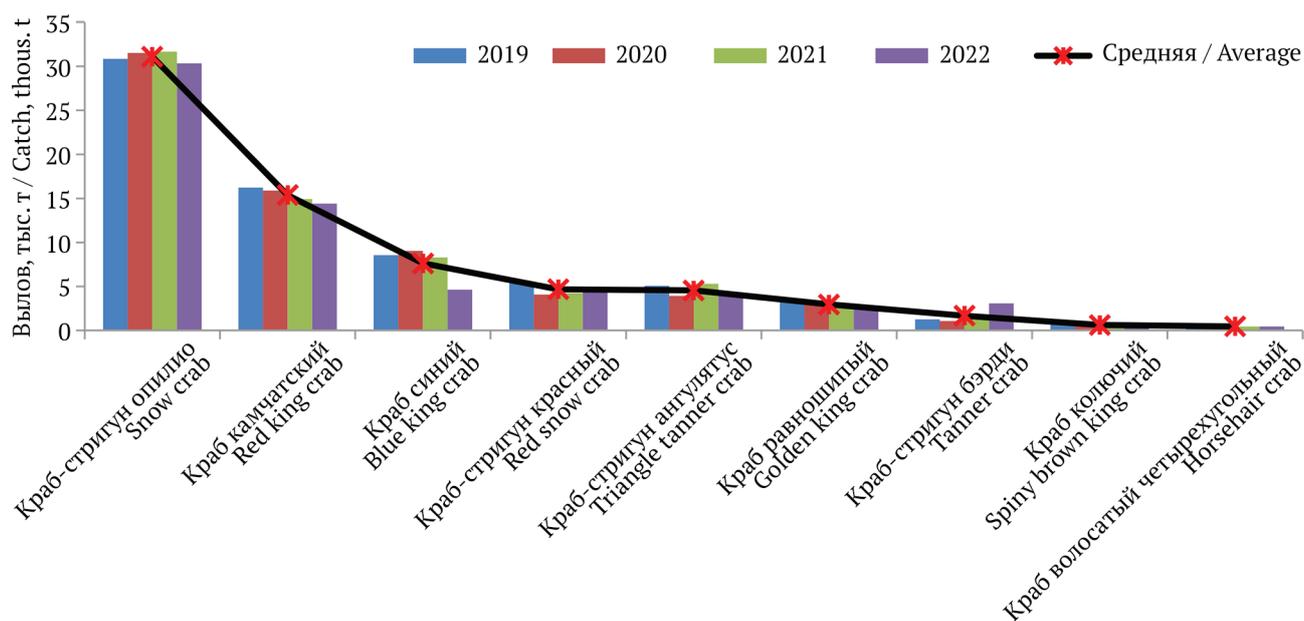


Рис. 1. Динамика общего вылова крабов и крабоидов в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2020–2022 гг.

Fig. 1. Dynamics of the total catch of crabs and stone crabs in the Far East fisheries basin in 2020–2022

Таблица 1. Период работ и объем собранного материала по крабу-стригуну опилио в северо-восточной части Охотского моря
 Table 1. Working period and snow crab sample size collected in the north-eastern part of the Sea of Okhotsk

Год Year	Судно Vessel	Период работ Working period	Кол-во измерений, экз. Number of crabs measured
2014	СРТМ «Дукат» Medium fishing trawler freezer “Dukat”	11.10–02.11	1891
2021	СТР «Зодиак» Reefer seiner trawler “Zodiak”	12.09–03.10	655
2022	СТР «Шантар-1» Reefer seiner trawler “Shantar-1”	23.09–14.10	3765

Лов краба осуществлялся конусными ловушками японского образца, объединенными в порядок, состоящий из 30 шт. В качестве параметра размера крабов использовалась наибольшая ширина их карапакса, которую измеряли штангенциркулем, без учета боковых шипов, с точностью до 1 мм.

Сбор и обработка данных проводились по общепринятым гидробиологическим методам (Родин и др., 1979; Низяев и др., 2006), а построение карт распределения уловов — с применением программы ГИС «КартМастер» 4.1 (Бизиков и др., 2006).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Северная часть Западно-Камчатской подзоны — район совместного обитания нескольких промысловых видов крабов. В зависимости от условий среды, главным образом характера грунта и глубины обитания, доминируют те или иные виды. На твердых грунтах руководящими видами являются крабы-литотиды: камчатский, синий, иногда равношипый. Грунты с преобладанием мягких фракций (ил, илистый песок, песок) — зона доминирования крабов-стригунов и прежде всего краба-стригуна опилио. Иногда отмечается встречаемость крабов-стригунов бэрди и ангулятуса. В зоне мелководья обычны колючий и волосатый четырехугольный крабы.

В предыдущих исследованиях, посвященных крабу-стригуну опилио Западно-Камчатской подзоны (Шагинян, 2022), было отмечено, что этот вид краба предпочитает участки моря с относительно ровным рельефом дна с мягким илистым, илисто-песчаным грунтом. Подобный характер биотопа характерен для района моря вблизи линии разграничения Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской подзон, проходящей по меридиану 153°30' в. д., т. е. в районе обитания многочисленной североохотоморской популяции, периферийная часть которой находится в границах Западно-Камчатской подзоны (Карасев, 2009), а также в зал. Шелихова. А обнаруженные в нем скопле-

ния стимулировали интерес к проведению исследований с целью оконтуривания скоплений краба, достаточных для ведения специализированного промысла.

Так, в осенний период 2014 г. специалистами ЦИ ФГБНУ «ВНИРО» на СРТМ «Дукат» (ООО «Дальневосточное побережье»), спустя 15 лет после получения первых данных о стригуне опилио в зал. Шелихова, была проведена учетная съемка (Моисеев, 2014). Здесь, при относительно низких скоростях приливно-отливных течений и преобладании мягких грунтов (илистый песок, ил), показатели улова промысловых самцов варьировали в пределах 10–18 экз./ловушку (рис. 2). Оцененная численность промысловых самцов стригуна опилио составила около 35 млн экз., а биомасса — 21 тыс. т.

Спустя семь лет в данном районе Охотского моря провели очередные учетные работы с использованием ловушек. Исследованиями был охвачен и участок залива к северу от 59° с. ш., с такими же физико-географическими условиями, как и в 2014 г. К сожалению, сетка станций существенно отличалась от таковой 2014 г., что в значительной мере повлияло по расчетные величины численности и биомассы краба.

Результаты работ показали, что на участке, ограниченном координатами 59°30'–59°36' с. ш., 155°37'–156°44' в. д., уловы промысловых самцов варьировали в пределах 2–17 экз./ловушку и в среднем составляли 10 экз./ловушку (рис. 3). По итогам учетных работ 2021 г. оцененная численность промысловых самцов составила 4,8 млн экз., биомасса — 2,88 тыс. т.

Если удалить оконтуривание границ этой съемки и гипотетически допустить продление ее до 60°15' с. ш., т. е. до северной границы съемки 2014 г., можно заметить определенные черты сходства в локализации скоплений с повышенной плотностью в них промысловых самцов, особенно обратив внимание на показания уловов (рис. 2 и 3) (рис. 4). Тогда и расчетные данные по численности и биомассе были бы близки к соответствующим значениям 2014 г.

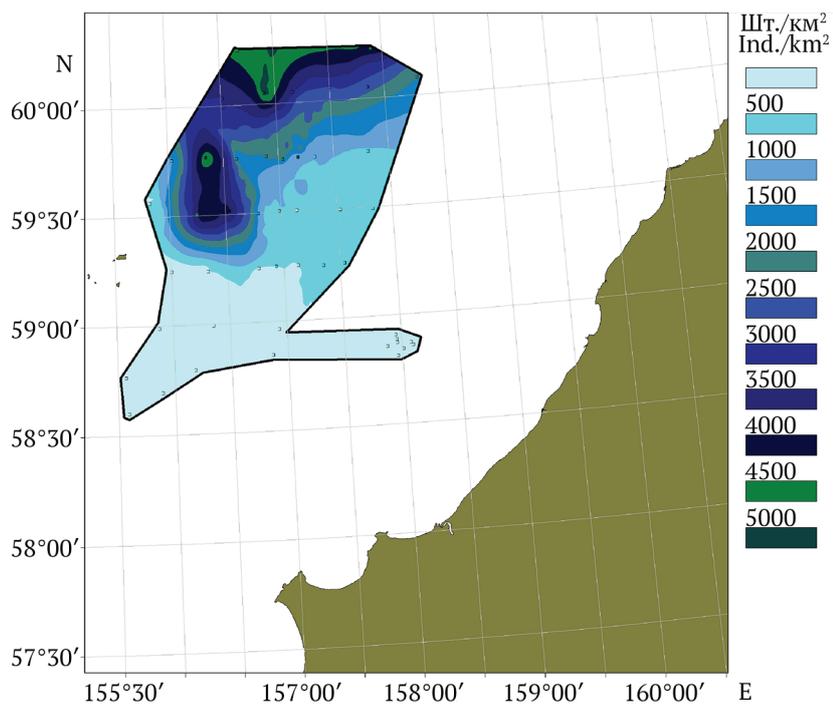


Рис. 2. Распределение скоплений промысловых самцов краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне (зал. Шелихова) в осенний период 2014 г. (по данным ловушечной съемки)

Fig. 2. Distribution of commercial snow crab male aggregations in the West Kamchatka subzone (Gulf of Shelikhov) in autumn of 2014 (on the data of trap survey)

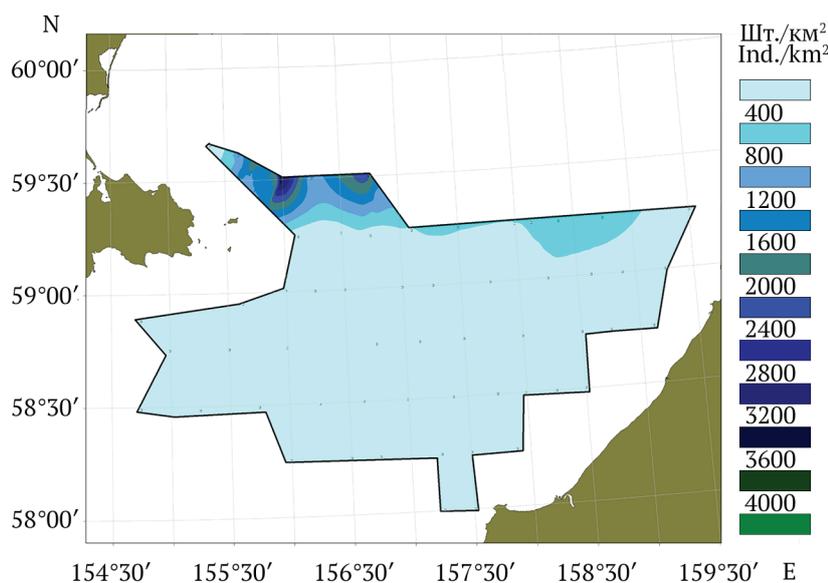


Рис. 3. Распределение скоплений промысловых самцов краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне (зал. Шелихова) в осенний период 2021 г. (по данным учетной ловушечной съемки)

Fig. 3. Distribution of commercial snow crab male aggregations in the West Kamchatka subzone (Gulf of Shelikhov) in autumn of 2021 (on the data of trap survey)

Учетные работы осенью 2022 г. показали, что скопления промысловых самцов с высокой плотностью, как и прежде, концентрировались к северу от 59° с. ш. вне зоны действия приливно-отливных течений, характерных в горле зал. Шелихова. Как и в 2021 г., севернее 59°30' с. ш. исследования не проводились, хотя вероятность нахождения скоплений стригуна опилио была высокой. Оцененная численность промысловых самцов по итогам учетных работ 2022 г. составила 18,7 млн экз., биомасса — 11,9 тыс. т. Максимальные показатели уловов зарегистрированы на небольшом по площади участке, ограниченном координатами 59°30'–59°45' с. ш., 156°–157° в. д., где их вели-

чина варьировала в пределах 17–85 экз./ловушку, а в среднем составила 48 экз./ловушку (рис. 5).

Результаты учетных работ по крабу-стригуну опилио убедительно свидетельствуют, что местоположение скоплений промысловых самцов стригуна опилио, обнаруженных в зал. Шелихова еще в конце 90-х годов 20-го столетия и подтвержденные данными последних нескольких лет, оставались практически без изменений. Это указывает на невысокую миграционную активность краба-стригуна, что установлено исследованиями последних лет (Мельник и др., 2014), а также более ранними работами в данном направлении (Слизкин, 1982).

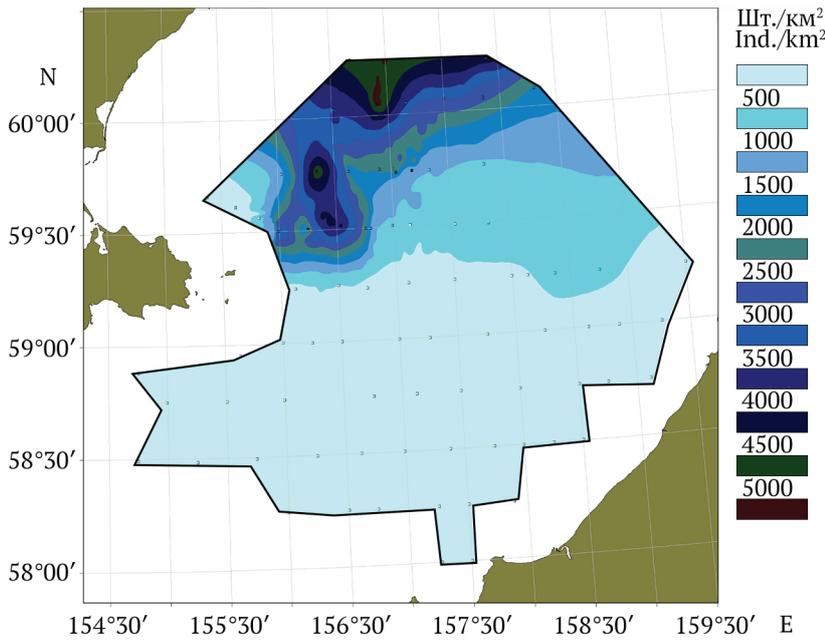


Рис. 4. Распределение скоплений промысловых самцов краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне (зал. Шелихова) по данным ловушечной съемки 2021 г. (оконтурено черной линией) и предполагаемое распределение скоплений на участке съемки 2014 г. (черные метки станций)
 Fig. 4. Distribution of commercial snow crab male aggregations in the West Kamchatka subzone (Gulf of Shelikhov) based on the data of trap survey in 2021 (outlined by black line) and supposed distribution of the aggregations at the survey site in 2014 (stations marked in black)

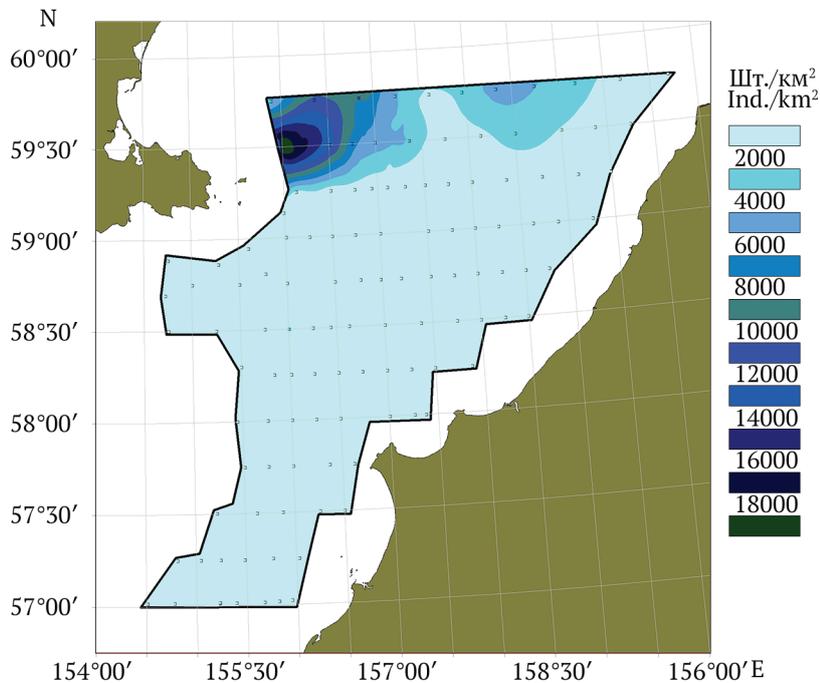


Рис. 5. Распределение скоплений промысловых самцов краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне (зал. Шелихова) в осенний период 2022 г. (по данным учетной ловушечной съемки)
 Fig. 5. Distribution of commercial snow crab male aggregations in the West Kamchatka subzone (Gulf of Shelikhov) in autumn of 2022 (based on the trap survey data)

Кроме того, невысокая изменчивость плотностных характеристик скоплений краба в межгодовом аспекте отчетливо указывает на отсутствие в зал. Шелихова специализированного лова стригуна опилио. За всю историю промысла этого вида краба в Западно-Камчатской подзоне, начиная с 1996 г., в зал. Шелихова его добыча никогда не велась. Следовательно, статус данного запаса можно считать как неиспользуемый промыслом.

Ранее отмечалось (Шагинян, 2022), что на рентабельность промысла существенно влияет размерная структура объекта лова. Иными словами: чем крупнее размеры самцов, тем выше

экономическая отдача от промысла в денежном эквиваленте. По результатам учетных работ в зал. Шелихова было установлено, что в 2014 и 2022 гг. основу уловов формировали крабы размером 115–119 мм. Их доля в общем улове составляла 19,3% и 18,5% соответственно. Более высокие значения модального размера были отмечены в 2021 г. — 120–124 мм, составляющие 23,2% в общем улове (рис. 6).

Видно, что размерный состав самцов малоизменчив. Что может быть в основе такой стабильности? Вероятнее всего, это результат отсутствия специализированного лова краба. Нет и «пассивного» промысла, т. е. в качестве

прилова при добыче синего краба, поскольку ареал обитания стригуна опилио в зал. Шелихова малоприспособлен для синего краба, предпочитающего каменистые участки дна с выходами скальных пород. Кроме того, нет и негативного воздействия рыбного промысла с использованием активных орудий лова в зал. Шелихова по причине отсутствия такового.

Исследования предыдущих лет (Слизкин, 1982; Селин, 2001; Шагинян, 2002) показали, что плотные скопления промысловых самцов этого вида краба при тех же условиях среды, что и в зал. Шелихова, встречались на удалении 150–160 миль в юго-западном направлении от него. Здесь краб был заметно крупнее, чем в зал. Шелихова, основу уловов формировали самцы размером 125–129 мм, составляющие более 1/5 от общего количества самцов (рис. 7).

Именно этот факт и определяет выбор места лова стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне, несмотря на количественную сторону величины уловов, о чем сказано выше. Привлекателен этот район и по причине близости к многочисленной североохотоморской популяции стригуна опилио, где объемы квот вылова краба у пользователей неизмеримо выше, чем в Западно-Камчатской

подзоне, что дает возможность ведения лова краба в двух промысловых подзонах одновременно. При этом, как было отмечено ранее (Шагинян, 2022), а также по результатам анализа данных ОСМ Росрыболовства, очевидны факты «перевозки» уловов из Северо-Охотоморской подзоны в Западно-Камчатскую (Буяновский и др., 2023) (рис. 8). Регулярный перелов промысловых самцов сверх научно обоснованных объемов вылова создает излишний промысловый пресс на популяцию краба-стригуна опилио североохотоморской популяции.

В то же время запасы краба-стригуна опилио в зал. Шелихова промыслом не осваиваются и находятся в «девственном» состоянии. Но это не означает, что численность и качественный состав популяции постоянны и неизменны. Напротив, со временем в популяции могут происходить определенные изменения, вызванные биотическими причинами, такими как: старение, т. е. ухудшение внешнего состояния, элиминация крабов старших размерно-возрастных категорий и др., и вновь улучшаться при пополнении популяции молодыми самцами.

Эти факторы влияют на численность краба и могут повторяться с определенной циклическостью. За период проведения учетных работ

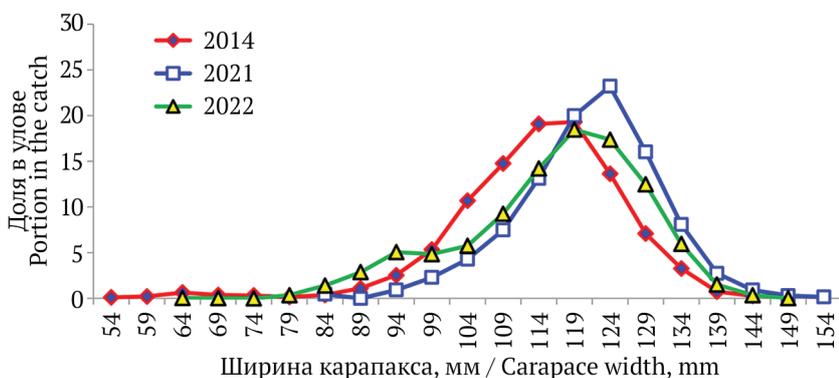


Рис. 6. Размерный состав самцов краба-стригуна опилио в зал. Шелихова (по данным учетных ловушечных съемок)
Fig. 6. Distribution of commercial snow crab male aggregations in the Gulf of Shelikhov (based on the trap survey data)

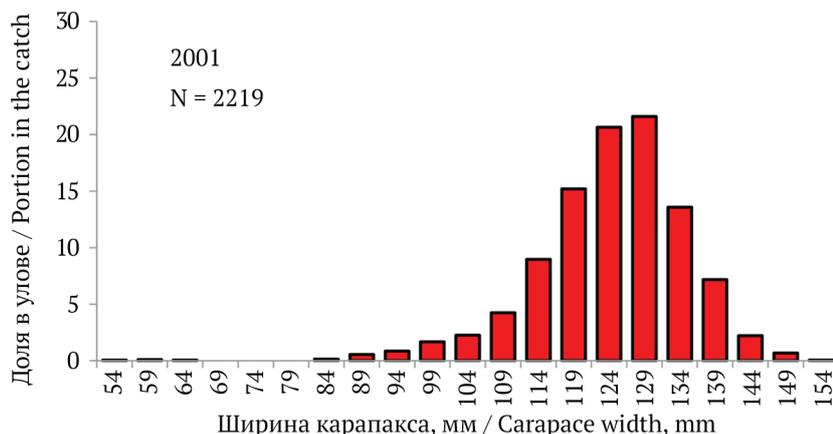


Рис. 7. Размерный состав самцов краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне за пределами зал. Шелихова (по данным уловов ловушек)
Fig. 7. Size composition of snow crab males in the West Kamchatka subzone off the Gulf of Shelikhov (based on the trap catch data)

по стригуну опилио доля молодых самцов, не достигших промыслового размера, составляла в зал. Шелихова 11,2% в 2014 г., 3,7% — в 2021 г., 14,7% — в 2022 г. Именно от количества этих крабов может колебаться в последующие годы численность промысловой части популяции. Возможно, между рассматриваемыми параме-

трами существует определенная цикличность. Для ее выявления необходимы непрерывные наблюдения за состоянием популяции в течение длительного периода. Исходя из имеющихся данных, предполагаемая цикличность динамики численности стригуна опилио зал. Шелихова может составлять не менее 5–6 лет.

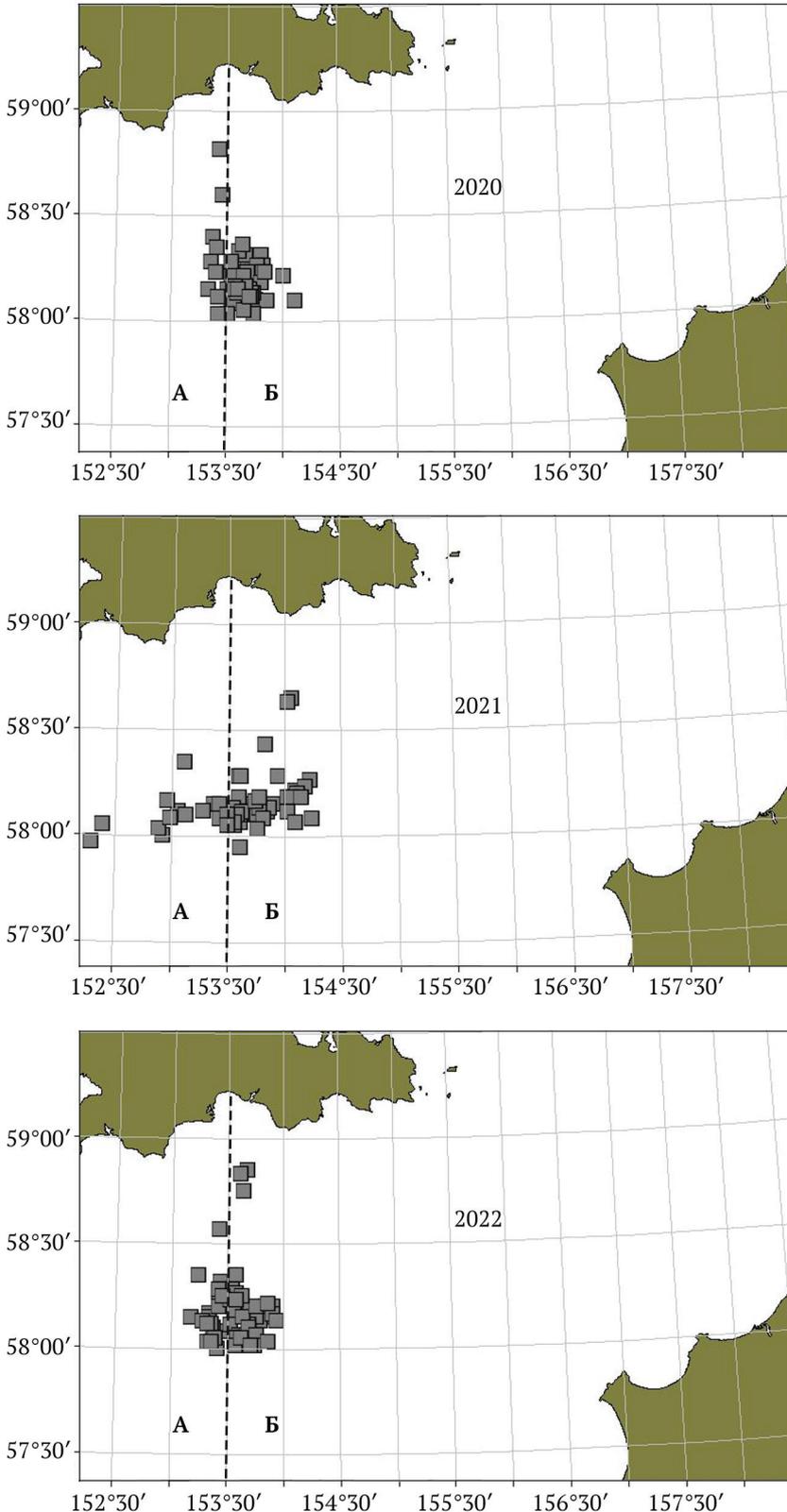


Рис. 8. Позиционирование судов на промысле краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне в 2020–2022 гг. (пунктиром указана линия разграничения Северо-Охотоморской (А) и Западно-Камчатской (Б) подзон)
 Fig. 8. Positioning of the vessels fishing the snow crabs in the West Kamchatka subzone in 2020–2022 (dashed line marks the boundary between the Northern Sea of Okhotsk (A) and West Kamchatka (B) subzones)

Для более достоверной оценки численности маломерных самцов, пополняющих промысловую часть популяции, необходимы данные траловых уловов. Однако в зал. Шелихова в силу различных причин траловые съемки не проводятся, а данные уловов ловушек, где абсолютное большинство (95–98%) уловов приходится на долю промысловых самцов (Слизкин, Сафронов, 2000), необъективны по причине значительного недолова ими маломерных крабов. Но и данные траловых уловов могут быть необъективными, поскольку молодь крабов-стригунов, имея более уплощенное, чем у взрослых особей, тело, способна зарываться в грунт и не попадать в зону действия трала.

Каким же образом интенсифицировать процесс эксплуатации запаса краба-стригуна в зал. Шелихова? Решение данной проблемы, на наш взгляд, может быть осуществлено путем установления запрета промысла краба-стригуна опилио в Западно-Камчатской подзоне к югу от 59°15' с. ш. В результате этого:

- исключается излишняя промысловая нагрузка на краба-стригуна опилио североохотоморской популяции, находящейся в границах Западно-Камчатской подзоны;

- заметно повышается доля квот вылова краба-стригуна опилио пользователями биоресурсов;

- запасы этого вида краба в зал. Шелихова становятся объектом специализированного и, при соблюдении рекомендованных объемов вылова, долгосрочного промысла.

Подобные шаги в практике крабового промысла предпринимались и раньше. Так, для предотвращения негативного влияния промысла краба синего на состояние запаса краба камчатского, численность которого резко снизилась в начале 2000-х годов, с 2008 г. был введен запрет на промысел краба синего в подзоне к югу от 57°40' с. ш., и за более чем 10-летний период его действия состояние запаса краба камчатского значительно улучшилось, в удовлетворительном состоянии находятся и запасы краба синего.

Аналогичные действия были осуществлены и в отношении краба-стригуна бэрди Камчатско-Курильской подзоны, когда в 2012 г. был введен запрет на его промысел к северу от 52°30' с. ш. для предотвращения влияния его добычи на состояние запаса краба камчатского.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам исследовательских работ в зал. Шелихова уставлено наличие промысловых скоплений краба-стригуна опилио, достаточных для ведения специализированного лова.

Наиболее плотные концентрации краба-стригуна опилио, образованные самцами промыслового размера, встречаются к северу от 59°15' с. ш., где показатели уловов варьировали в пределах 10–18 экз./ловушку в 2014 г., 2–17 экз./ловушку — в 2021 г., 17–85 экз./ловушку — в 2022 г.

Основу уловов ловушек в зал. Шелихова формировали самцы размером 115–119 мм. Это существенно ниже модального размера самцов стригуна опилио, отмеченного в районе соприкосновения Северо-Охотоморской и Западно-Камчатской подзон и равного 125–129 мм. Но даже при условии более низких размерно-весовых показателей стригуна опилио зал. Шелихова, по сравнению с таковыми из района соприкосновения двух промысловых подзон, этот ресурс для пользователей представляет значительный интерес.

Максимально оцененная численность промысловых самцов стригуна опилио по итогам учетных работ 2014 г. составила около 35 млн экз., а биомасса — 21 тыс. т, что согласно Правил регулирования промысла (ПРП) приоритетных видов крабов, может обеспечить вылов не менее 4 тыс. т краба.

В целом, по осредненным данным учетных работ 2014 и 2021–2022 гг., вылов в зал. Шелихова, к северу от 59°15' с. ш., может составить 2–3 тыс. т, что более чем в 10 раз выше существующего объема общего допустимого улова в Западно-Камчатской подзоне.

Однако чтобы запас краба-стригуна зал. Шелихова был реально вовлечен в промысел, необходимо установить запрет на его добычу в Западно-Камчатской подзоне к югу от 59°15' с. ш.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Автор заявляет, что данный обзор не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки оформлены в соответствии с ГОСТом.

The author declares that this review does not contain their own experimental data obtained using

animals or involving humans. Bibliographic references are formatted in accordance with the state standards (GOST).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Бажин А.Г. 1999. Рейсовый отчет по исследованию шельфовых крабов в Западно-Камчатской и Камчатско-Курильской подзонах в марте–июне на КРПС «Ивнинг Стар». Архив КамчатНИРО. № 6324. 27 с.

Бизилов В.А., Гончаров С.М., Поляков А.В. 2006. Новая географическая информационная система «КартМастер» для обработки данных биоресурсных съемок / VII Всерос. конф. по промысл. беспозвоночным (памяти Б.Г. Иванова) : Тез. докл. М.: ВНИРО. С. 18–24.

Буяновский А.И., Алексеев Д.О., Сологуб Д.О., Бизилов В.А. 2023. Динамика запасов и регулирование промысла крабов в морях России. М.: ВНИРО. 321 с.

Виноградов Л.Г. 1950. Определитель креветок, раков и крабов Дальнего Востока // Изв. ТИНРО. Т. 33. С. 180–236.

Карасев А.Н. 2009. Краб-стригун *Chionoecetes opilio* северной части Охотского моря: особенности биологии, запасы, промысел : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ВНИРО. 23 с.

Макаров В.В. 1941. Фауна Decapoda Берингова и Чукотского морей // Исслед. дальневост. морей СССР. М.-Л.: АН СССР. Т. 1. С. 111–163.

Мельник А.М., Абаев М.Д., Васильев А.Г., Клинушкин С.В., Метелев Е.А. 2014. Крабы и крабоиды северной части Охотского моря. Магадан: МагаданНИРО. 198 с.

Моисеев С.И. 2014. Результаты исследовательских работ на СРТМ «Дукат» по изучению краба-стригуна опилио в заливе Шелихова Охотского моря в октябре–ноябре 2014 г. : Рейсовый отчет. Архив ВНИРО. Б/н. 61 с.

Моисеев С.И., Лысенко А.В., Морозов Т.Б., Матвеев А.А., Блищак Н.М., Моисеева С.А. 2021. Результаты биологических исследований на шельфе Западной Камчатки летом 2021 г. // Тр. ВНИРО. Т. 186. С. 189–195.

Моисеев С.И., Моисеева С.А. 2020. Мониторинг промысловых видов крабов на шельфе Западной Камчатки в октябре–ноябре 2020 г. // Тр. ВНИРО. Т. 183. С. 191–197.

Низяев С.А., Букин С.Д., Клитин А.К., Первеева Е.Р., Абрамова Е.В., Крутченко А.А. 2006. Пособие по изучению ракообразных дальневосточных морей России. Южно-Сахалинск: СахНИРО. 114 с.

Новиков Н.П., Гаврилов Г.М. 1970. Распределение и численность краба-стригуна у восточного побережья Сахалина // Рыбное хозяйство. № 2. С. 8–9.

Родин В.Е., Слизкин, А.Г., Мясоедов В.И., Барсуков В.Н., Мирошников В.В., Згуровский К.А., Канарский О.А., Федосеев В.Я. 1979. Руководство по изучению десятиногих ракообразных Decapoda дальневосточных морей. Владивосток. 57 с.

Селин Н.И. 2001. Рейсовый отчет по плану научно-исследовательских и научно-поисковых морских экспедиций по изучению и освоению биоресурсов дальневосточных море на судне СРТМ-К «Николай Солодчук» в 2001 г. Архив КамчатНИРО. № 6628. 23 с.

Слизкин А.Г. 1974. Особенности распределения крабов (Crustacea, Decapoda, Lithodidae et Majidae) в Беринговом море // Тр. ВНИРО. Т. 99. С. 26–37.

Слизкин А.Г. 1978. Некоторые особенности экологии *Chionoecetes opilio* в дальневосточных морях / Тез. докл. Второй Всесоюз. конф. по биологии шельфа. Киев: Наукова Думка. Ч. 2. С. 104–105.

Слизкин А.Г. 1982. Распределение крабов-стригунов рода *Chionoecetes* и условия их обитания в северной части Тихого океана // Изв. ТИНРО. Т. 106. С. 26–30.

Слизкин А.Г., Мясоедов В.И. 1979. Некоторые вопросы биологии и экологии краба-стригуна *Chionoecetes opilio* западнокамчатской популяции // Исслед. по биол. рыб и промысл. океаногр. Вып. 10. С. 44–51.

Слизкин А.Г., Сафронов С.Г. 2000. Промысловые крабы прикамчатских вод. Петропавловск-Камчатский: Северная Пацифика. 179 с.

Ушаков П.В. 1952. Чукотское море и его донная фауна / Крайний Северо-Восток СССР. М.: АН СССР. Т. 2. С. 5–82.

Шагинян Э.Р. 2002. Краб-стригун опилио *Chionoecetes opilio* шельфа и материкового склона Западной Камчатки / Тез. докл. VI Всерос. конф. по промысловым беспозвоночным. Калининград (пос. Лесное), 3–6 сентября 2002 г. М.: ВНИРО. С. 64–67.

Шагинян Э.Р. 2022. Краб-стригун опилио залива Шелихова и прилегающих к нему акваторий Охотского моря: состояние в 1996–2014 гг. и перспективы использования запаса // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 64. С. 64–78.

REFERENCES

- Bazhin A.G. Report on the study of shelf crabs in the Western Kamchatka and Kamchatka-Kuril subzones in March–June at the Ivning Star CRPS. *Archive KamchatNIRO*, 1999, no. 6324, 27 p. (In Russian)
- Bizikov V.A., Goncharov S.M., Polyakov A.V. New geographic information system “KartMaster” for processing data from bioresource surveys. *VII Vseros. konf. po promysl. bespozvonochnym (pamyati B.G. Ivanova)*: Tez. dokl. Moscow, VNIRO, 2006, pp. 18–24. (In Russian)
- Buyanovsky A.I., Alekseev D.O., Sologub D.O., Bizikov V.A. *Dinamika zapasov i regulirovaniye promysla krabov v moryakh Rossii* [Dynamics of stocks and regulation of crab fishing in the seas of Russia]. Moscow: Publishing house VNIRO, 2023, 324 p.
- Vinogradov L.G. Guid of shrimps, crayfish and crabs of the Far East. *Izvestia TINRO*, 1950, vol. 33, pp. 180–236. (In Russian)
- Karasev A.N. *Krab-strigun Chionoecetes opilio severnoy chasti Okhotskogo morya: osobennosti biologii, zapasy, promysel. Avtoref. dis. kand. biol. nauk* [Snow crab *Chionoecetes opilio* of the northern part of the Sea of Okhotsk: features of biology, stocks, fisheries. Abstract dis. cand. biol. sciences]. Moscow: VNIRO, 2009, 24 p.
- Makarov V.V. Decapoda fauna of the Bering and Chukchi Seas. *Issled. dalnevostochnykh morey SSSR, M.-L.: AN SSSR*, 1941, vol. 1, pp. 111–163. (In Russian)
- Melnik A.M., Abayev M.D., Vasilyev A.G., Klinushkin S.V., Metelev Ye.A. *Kraby i kraboidy severnoy chasti Okhotskogo morya* [Crabs and craboids of the northern part of the Sea of Okhotsk]. Magadan: MagadanNIRO, 2014, 198 p.
- Moiseev S.I. Report “Results of research work on the SRTM “Dukat” on the study of snow crab opilio in the Shelikhov Bay of the Sea of Okhotsk in October–November 2014”. *Arkhiv VNIRO, w/no*, 61 p. (In Russian)
- Moiseev S.I., Lysenko A.V., Morozov T.B., Matveev A.A., Blishehak N.M., Moiseeva S.A. Results of biological research on the shelf of Western Kamchatka in the Summer of 2021. *Trudy VNIRO*, 2021, vol. 186, pp. 189–195. (In Russian)
- Moiseev S.I., Moiseeva S.A. Monitoring of commercial crab species on the shelf of Western Kamchatka in October–November 2020. *Trudy VNIRO*, 2021, vol. 183, pp. 191–197. (In Russian)
- Nizyayev S.A., Bukin S.D., Klitin A.K., Perveyeva E.R., Krutchenko A.A., Abramova E.V. *Posobiye po izucheniyu promyslovykh rakoobraznykh dal’nevostochnykh morey Rossii* [Manual on the study of the fishing crustaceans of the Far Eastern seas of Russia]. Yuzhno-Sakhalinsk: SakhNIRO, 2006, 114 p.
- Novikov N.P., Gavrilov G.M. Distribution and abundance of snow crab near the eastern coast of Sakhalin. *Rybnoe khozyaystvo*, 1970, no. 2, pp. 8–9. (In Russian)
- Rodin V.Ye., Slizkin A.G., Myasoyedov V.I., Barsukov V.N., Miroshnikov V.V., Zgurovskiy K.A., Kanarskiy O.A., Fedoseyev V.Ya. *Rukovodstvo po izucheniyu desyatinogikh rakoobraznykh Decapoda dalnevostochnykh morey* [Guide to the study of the decapod crustaceans Decapoda of the Far Eastern seas]. Vladivostok: TINRO, 1979, 57 p.
- Selin N.I. Report on the plan of scientific research and research marine expeditions to study and develop the bioresources of the Far Eastern seas on the ship SRTM-K “Nikolay Solodchuk” in 2001. *Archive KamchatNIRO*, 2001, no. 6628, 23 p. (In Russian)
- Slizkin A.G. Features of the distribution of crabs (Crustacea, Decapoda, Lithodidae et Majidae) in the Bering Sea. *Trudy VNIRO*, 1974, vol. 99, pp. 26–37. (In Russian)
- Slizkin A.G. Some features of the ecology of *Chionoecetes opilio* in the Far Eastern seas. *Tez. dokl. Vtoroy Vsesoyuz. konfer. po biologii shelfa*. Kiyev: Naukova Dumka, 1978, part 2, pp. 104–105. (In Russian)
- Slizkin A.G. Distribution of snow crabs of the genus *Chionoecetes* and their habitat conditions in the northern part of the Pacific Ocean. *Izvestia TINRO*, 1982, vol. 106, pp. 26–30. (In Russian)
- Slizkin A.G., Myasoyedov V.I. Some questions of biology and ecology of the snow crab *Chionoecetes opilio* of the Western Kamchatka population. *Issled. po biol. ryb i promysl. okeanogr.* Vladivostok: TINRO, 1970, issue 10, pp. 44–51. (In Russian)
- Slizkin A.G., Safronov S.G. *Promyslovyye kraby pri-kamchatskikh vod* [Commercial crabs of Kamchatka waters]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Northern Pacific, 2000, 180 p.
- Ushakov P.V. The Chukchi Sea and its benthic fauna. *Krayniy Severo-Vostok SSSR*. Moscow: AN SSSR, 1952, vol. 2, pp. 5–82. (In Russian)
- Shaginyan E.R. Opilio snow crab *Chionoecetes opilio* of the shelf and continental slope of Western Kamchatka. *Tez. dokl. VI Vseros. konf. po promyslovym bespozvonochnym (Kaliningrad (pos. Lesnoye), 3–6 sentyabrya 2002 g.)*. Moscow: VNIRO, 2002, pp. 64–67. (In Russian)
- Shaginyan E.R. Opilio snow crab in the Shelikhov Bay and adjacent waters of the Sea of Okhotsk: state in 1996–2014 and prospects for the use of the stock. *The researchers of the aquatic biological resources of*

Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean, 2022, vol. 64, pp. 64–79. (In Russian)

Информация об авторах

Э.Р. Шагинян — гл. специалист Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

Information about the author

Eduard R. Shaginyan – Principal Specialist (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 15.11.2023

Одобрена после рецензирования: 19.11.2023

Статья принята к публикации: 20.11.2023

Научная статья / Original article

УДК 595.341.4 (282.257.21)

doi:10.15853/2072-8212.2023.70.38-52



ПИТАНИЕ И ТРОФИЧЕСКИЕ ОТНОШЕНИЯ ПЛАНКТОННЫХ РАКООБРАЗНЫХ В ПЕЛАГИАЛИ ОЗЕРА АЗАБАЧЬЕ

Базаркина Лидия Анатольевна

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

Аннотация. На основании литературных и собственных данных приведена характеристика механизмов питания, состава пищи и методов исследования рационов питания планктонных ракообразных. Исходя из методов популяционной экологии, определены предпочитаемые виды корма массовых представителей планктонных ракообразных в оз. Азабачье – *Cyclops scutifer* и *Daphnia galeata subarctica*. В периоды слабой вегетации *A. subarctica* циклопы потребляют беспанцирных коловраток, в отдельные годы – диатомовые водоросли рода *Stephanodiscus*. В годы бурного цветения Bacillariophyta дафнии фильтруют мелкие клетки диатомовых (*S. minutulus*) и синезеленых водорослей (*Gloeocapsa* sp.). При предполагаемом сходстве кормовых организмов малочисленной *Eurytemora kurenkovi* и ведущего по численности *C. scutifer*, пищевой конкуренции среди веслоногих раков не возникает. Основным компонентом питания хищной *Leptodora kindti* является молодь *D. galeata*. Исходя из результатов исследований, сделан вывод, что среди планктонных ракообразных оз. Азабачье напряженных трофических отношений не возникает.

Ключевые слова: планктонные ракообразные, рождаемость, фитопланктон, коловратки, трофические отношения

Для цитирования: Базаркина Л.А. Питание и трофические отношения планктонных ракообразных в пелагиали озера Азабачье // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. № 70. С. 38–52.

FEEDING AND TROPHIC INTERACTIONS OF PLANKTON CRUSTACEANS IN THE PELAGIC ZONE OF THE AZABACHYE LAKE

Lidia A. Bazarkina

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

Abstract. Characteristics of feeding mechanisms, forage composition and methods of analysis of the diet of plankton crustacean are demonstrated based on reviewed and author's data. Preferable forage species for the mass plankton crustaceans *Cyclops scutifer* and *Daphnia galeata* in the lake Azabachye were figured out using methods of population ecology. It is revealed, that reproduction of the cyclops and daphnia populations prospers due to *Aulacoseira subarctica*. In the periods of poor vegetation of the diatom the cyclops have been feeding on shell-less rotifers, and in particular years – on the diatoms of the genera *Stephanodiscus*. In the years of vigorous bloom of *Bacillariophyta* the daphnias filter small cells of diatom (*S. minutulus*) or blue-green (*Gloeocapsa* sp.) algae. In case of suggested similarity in the forage organisms between small numbered *Eurytemora kurenkovi* and abundant *C. scutifer*, there was no competition observed between the copepods. The main forage component for predator *Leptodora kindti* was juvenile *D. galeata*. It is concluded based on the analysis, that intense competition between plankton crustaceans does not raise in the Azabachye Lake.

Keywords: plankton crustaceans, generated production, phytoplankton, rotifers, trophic interactions

For citation: Lidia A. Bazarkina. Feeding and trophic interactions of plankton crustaceans in the pelagic zone of the Azabachye Lake // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the northwest part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 70. P. 38–52. (In Russian)

Планктонные ракообразные являются важным компонентом озерных экосистем, выполняющим функции трансформации органического вещества от основания пищевой сети водоемов (ресурсов) до ее вершины (хищников).

Исследования динамики численности популяций планктонных ракообразных особо актуальны на выростных водоемах ценных

промысловых рыб, в частности нерки (*Oncorhynchus nerka* Walb.), которая в течение двух–трех лет жизни в озерах питается преимущественно планктонными ракообразными. Одно из крупнейших азиатских стад нерки производится в оз. Азабачье (Бугаев, 2011).

Сообщество планктонных ракообразных пелагиали оз. Азабачье представлено неболь-

шим количеством форм, характерных для северных озер. Во все сезоны года в пелагиали водоема доминирует *Cyclops scutifer* Sars (Copepoda). В летне-осенние месяцы развиваются *Eurytemora kurenkovi* Borutzky (Copepoda), *Daphnia galeata* Sars и *Leptodora kindti* Focke (Cladocera); единично встречаются веслоногие рачки *Acanthocyclops capillatus* Sars и *Ergasilus* sp., из ветвистоусых — *Bosmina longirostris* O.F. Müller. Стабильное состояние популяций планктонных ракообразных в мезотрофном оз. Азабачье обеспечивают умеренный пресс рыб-планктонофагов и достаточное количество пищевых ресурсов (Базаркина, 2002).

Жизненный цикл популяций Crustacea проходит при динамичных условиях окружающей среды, способствующих формированию индивидуальных типов пищевого поведения рачков путем их адаптации к поиску и потреблению доступной пищи в присутствии планктонофагов (Мантейфель, 1987). В целях добычи кормовых организмов и избегания позвоночных и беспозвоночных хищников планктонные ракообразные оз. Азабачье совершают суточные вертикальные миграции (Базаркина, 2004б). При неблагоприятных абиотических и биотических условиях в водоеме интенсивность перемещения и питания рачков снижается, вплоть до их перехода в состояние анабиоза (Базаркина, 1993).

Обзор литературных данных (Монаков, 1976; Гутельмахер и др., 1988; Крылов, 1989) свидетельствует о том, что в большинстве случаев изучение пищевого поведения и спектров питания планктонных ракообразных проводилось путем выдержки рачков в аквариумах на различных видах корма. При изучении питания *C. scutifer* озер Дальнее и Курильское Е.Б. Павельевой и И.А. Носовой рачкам предлагали корм, меченый радиоизотопом углерода (Павельева, Сорокин, 1971; Монаков и др., 1972). Достоинства и слабые стороны лабораторных исследований питания рачкового планктона, критически рассмотренные рядом авторов, приведены в работе Н.М. Крючковой (1989). Наиболее информативны немногочисленные работы, основанные на анализе потребления пищи зоопланктоном в природных условиях (Мордухай-Болтовская, 1958; Гиляров, 1976; Лепская, Бонк, 2007; Вежновец и др., 2012). В последние десятилетия исследования питания Crustacea проводятся исходя из анализа состава в их теле полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), поступающих в организм рачков с кормовыми объектами (Сущик,

2006; Кормилец, 2019). По мнению О.Н. Кормилец (2019), применяемый метод имеет ограничения, «поскольку при изучении трофических взаимодействий в водных экосистемах не позволяет однозначно определить источники пищи консументов», кроме того, гидробионты способны самостоятельно синтезировать ПНЖК из некоторых насыщенных жирных кислот потребленных организмов.

Работы с применением радиоизотопов и проведение биохимических анализов на хроматографах доступны не каждому специалисту, а вскрытие кишечника планктонных ракообразных — сложный трудоемкий процесс. К тому же при изучении питания рачков, ранее фиксированных каким-либо консервантом, результаты качественных и количественных оценок могут быть занижены из-за срыгивания части пищи и дефекации у гидробионтов при фиксации. Нами для определения предпочитаемой пищи планктонных ракообразных в оз. Азабачье был предпринят популяционный подход, основанный на анализе причинно-следственных связей статических (численность, биомасса) и динамических (рождаемость, смертность, суточный рацион) характеристик популяций планктонных организмов с учетом лаг-эффекта (Базаркина, 2004а).

Цель работы — на основании литературных и собственных данных определить особенности питания и трофических отношений представителей Copepoda и Cladocera в оз. Азабачье.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Озеро Азабачье расположено в нижнем течении р. Камчатки в зоне умеренно-континентального климата с продолжительной холодной зимой и теплым летом. По площади (56,5 км²) относится к крупным водоемам Камчатского полуострова, по гидрологическому режиму — к сточно-проточным, димиктическим озерам. Полный обмен вод в бассейне водоема происходит за полтора года. Гидрохимические и биологические показатели оз. Азабачье соответствуют мезотрофному типу водоемов с щелочной реакцией среды (Базаркина, 2002, 2018).

Материалом для исследований послужили тотальные пробы планктона, собранные в глубоководной части пелагиали озера сетью Джеди средней модели (диаметр входного отверстия 18 см, газ № 67) ежедекадно в летне-осенние месяцы 2001–2020 гг. Планктонные организмы фиксировали в 4%-м растворе формалина.

Планктонные пробы обрабатывали под микроскопами NICON-SMZ1000 и МБС-10 в камерах Богорова и Горяева, согласно рекомендациям, приведенным в литературе (Киселев, 1956; Методика изучения биогеоценозов., 1975). В популяциях *Sorperoda* отдельно учитывали науплиусов и копепоидитов I–VI стадий, в том числе и взрослых особей (самцов и самок); у *Cladocera* — молодь, самцов, яйценосных и эфиппидальных самок. Для определения средней абсолютной плодовитости популяций рачков просчитывали яйца в яйцевых мешках самок веслоногих ракообразных и в выводковых камерах кладоцер (по 25 экз. в каждой пробе).

Биомассу планктонных организмов определяли как произведение их численности на средний вес одного экземпляра. Средние значения веса клеток диатомовых водорослей были заимствованы из работы Т.М. Михеевой (1969), массы тела коловраток — из таблиц, приведенных И.А. Киселевым в книге «Жизнь пресных вод СССР» (Киселев, 1956), средний вес яиц и науплиусов циклопов — из работы С.П. Белоусовой (Белоусова, 1970). Среднюю массу тела копепоидитов *Sorperoda* и особей *Cladocera* определяли по зависимости: $\omega = ql^b$, где ω — масса тела рачков (мг); l — длина тела (мм); q и b — эмпирические константы для каждого отдельного вида (Балушкина, Винберг, 1979).

Расчет динамических характеристик популяций основных видов планктонных ракообразных оз. Азабачье *C. scutifer* и *D. galeata* проводили по формулам, основанным на экспоненциальной модели роста численности популяции (Гиляров, 1987):

$$b = \frac{1}{D} \ln\left(1 + \frac{E}{N}\right), \quad r = \frac{\ln N_2 - \ln N_1}{t_2 - t_1}, \quad d = b - r.$$

Здесь b , r , d — удельные скорости рождаемости, популяционного роста численности и смертности (сутки⁻¹); D — продолжительность развития яиц (сутки); E — общее количество яиц в популяции; N — число взрослых самок для *Sorperoda* и численность популяции для *Cladocera*; N_1 и N_2 — численность популяций циклопов и дафний в последовательные моменты времени t_1 и t_2 .

Продолжительность развития яиц *C. scutifer* определяли путем введения температурных поправок по «нормальной кривой» Крога (Винберг, 1968) к данным о длительности интервалов времени между появлением в планктоне озера самок с прикрепленными сперматофорами и массовым вылуплением науплиусов.

Продолжительность развития яиц *D. galeata* рассчитывали по установленной Боттреллем зависимости:

$$\ln D = 3,3956 + 0,2193 \ln T - 0,3414 (\ln T)^2,$$

где D — продолжительность развития яиц (сутки), T — температура среды обитания самок популяции (°C) (Bottrell, 1975).

Количество ракообразных, элиминированных за сутки (M), определяли по формуле, рекомендованной Л.В. Полищуком (1986):

$$M = \frac{1}{t} \frac{d}{r} (N_2 - N_1),$$

где d — удельная смертность, r — удельная скорость роста численности популяции, N_2 и N_1 — численность особей в начале и в конце интервала времени t (сутки).

Рационы питания планктонных ракообразных рассчитывали по уравнению:

$$C = p\omega^m,$$

где C — суточный рацион (г сырого веса пищи на 1 экз.) при 20 °C; ω — сырой вес животного (г); $p = 0,0746$ — константа, определяющая уровень потребления пищи в единицу времени при $\omega = 1$; $m = 0,80$ — коэффициент скорости изменения величины рациона при возрастании массы тела (Сущеня, Хмелева, 1967). При этом вводили поправочные коэффициенты, рассчитанные Л.М. Сущеней (1972) для скорости обмена ракообразных при разных температурах.

Взаимосвязи статических и динамических характеристик популяций планктонных организмов оценивали по величине коэффициентов корреляции, рассчитанных в программе Microsoft Office Excel. Статистическую значимость корреляционных связей определяли по таблице критических значений коэффициентов корреляции Пирсона (Лакин, 1990).

В работе использованы неопубликованные данные Е.В. Лепской о размерах клеток и численности диатомовых водорослей рода *Stephanodiscus*, отобранных батометром в оз. Азабачье в 2001–2005 гг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Способы питания и состав пищи. Механизм питания планктонных ракообразных обусловлен строением их ротового аппарата и хватательных органов. *D. galeata* и *E. kurenkovi* в течение всего жизненного цикла сохраняют фильтрационный способ питания. *C. scutifer* является типичным хватателем. Особи *L. kindtii* уже в первые сутки своей жизни начинают

хищничать (табл. 1). Выбор потенциального корма зоопланктоном, по мнению ряда авторов (Gerritsen, Porter, 1982; DeMott, Watson, 1991), происходит с помощью хемо- и механорецепции.

У веслоногих ракообразных в процессе метаморфоза происходят возрастные изменения строения и функций окологротовых конечностей, и рачки на III–IV копепоидитных стадиях переходят от фитофагии к зоофагии. Пищевые частицы размером менее 20 мкм (бактерии, фитопланктон, частицы детрита) *C. scutifer* и *E. kurenkovi* потребляют целиком, более крупную добычу (50–300 мкм) циклопы перед заглатыванием разрывают на части, эвритемора — пережевывает (Рылов, 1948; Монаков, 1976, 1998; Боруцкий и др., 1991; Вежновец и др., 2012).

Активный хищник *L. kindti* схваченную добычу прокусывает и высасывает из нее содержимое (Мордухай-Болтовской, Ривьер, 1987). Исходя из размеров тела *L. kindti* в оз. Азабачье 2,0–8,0 мм, жертвами хищника могут служить зоопланктонные организмы длиной тела 0,1–0,6 мм (Монаков, 1998).

D. galeata, в отличие от *C. scutifer*, *E. kurenkovi* и *L. kindti*, не способна к индивидуальному захвату отдельных пищевых объектов и потребляет частицы путем «механической фильтрации» в соответствии с размером ее фильтрую-

щих ячеек. По данным Геллера и Мюллера (Geller, Müller, 1981), расстояние между сетулами (щетинками) торакальных конечностей у *D. galeata* составляет 0,4–1,3 мкм. Бернс (Burns, 1968) для семи видов кладоцер, в том числе и для *D. galeata*, экспериментально установила достоверную положительную связь между размером тела дафний (x — длина панциря, мм) и максимальным диаметром потребляемых частиц (y , мкм):

$$y = 22x + 4,87.$$

При среднем размере тела *D. galeata* в оз. Азабачье 0,7 мм предельный размер потребляемых кладоцерой частиц равен 22,5 мкм.

Согласно экспериментам, проведенным по изотопной методике, циклопы озер Дальнее и Курильское наиболее активно потребляют Bacillariophyta, которые доминируют в фитопланктоне водоемов: *Stephanodiscus hantzschii* и *Aulacoseira subarctica* соответственно, а с прекращением их вегетации питаются простейшими и беспанцирными коловратками (Павельева, Сорокин, 1971; Монаков и др., 1972).

В сетном фитопланктоне оз. Азабачье преобладают диатомовые водоросли (рис. 1). При среднемноголетней численности Bacillariophyta за летне-осенние месяцы 2001–2020 гг. 90 тыс. кл/л, 77 тыс. составляет *A. subarctica* (табл. 2). В 2020 г. среди планктонных водорос-

Таблица 1. Характеристика питания планктонных ракообразных в оз. Азабачье
Table 1. Feeding specifics of plankton crustaceans in the Azabachye Lake

Вид, возраст Species, ages	Способ питания Way of foraging	Преобладающая пища Major forage	Литературный источник Literature source
Сорепода			
<i>C. scutifer</i>			
Науплиусы/nauplii, копепоидиты I–II / sorepodites I–II	Захват/capturing, заглатывание/swallowing	Детрит/detritus, бактерии/ bacteria, водоросли/algae, простейшие/protozoa	Рылов, 1948 Монаков, 1976, 1998
Копепоидиты III–VI / sorepodites III–VI	Активный захват active capturing, размельчение/crushing, заглатывание/swallowing	Детрит/detritus, бактерии/ bacteria, водоросли/algae, беспанцирные коловратки / shell-less rotifers, молодь кладоцер / juvenile cladoceras, науплии копепод / naupliial sorepods	Рылов, 1948 Павельева, Сорокин, 1971 Монаков и др., 1972 Монаков, 1976, 1998 Лепская, 2000 Лепская, Бонк, 2007 Кормилец, 2019
<i>E. kurenkovi</i>			
Науплиусы/nauplii, копепоидиты I–II / sorepodites I–II	Фильтрация/filtering, заглатывание/swallowing	Детрит/detritus, бактерии/ bacteria, водоросли/algae, простейшие/protozoa	Монаков, 1976 Боруцкий и др., 1991
Копепоидиты III–VI / sorepodites III–VI	Фильтрация/filtering, размельчение/crushing, заглатывание/swallowing	Детрит/detritus, бактерии/ bacteria, водоросли/algae, беспанцирные коловратки / shell-less rotifers	Монаков, 1976 Гутельмахер и др., 1988 Боруцкий и др., 1991 Вежновец и др., 2012
Cladocera			
<i>D. galeata</i>	Фильтрация/filtering	Бактерии/bacteria, детрит/ detritus, простейшие/protozoa, водоросли/algae	Мануйлова, 1964 Geller, Müller, 1981 Садчиков, Филиппова, 1984 Сущик, 2006 Коровчинский и др., 2021
<i>L. kindti</i>	Захват/capturing, прокусывание/biting, высасывание/sucking	Коловратки/rotifers, молодь кладоцер / juvenile cladoceras, науплии копепод / naupliial sorepods	Мордухай-Болтовская, 1958 Кузичкин, 1975 Мордухай-Болтовский, Ривьер, 1987 Куликов и др., 1991

лей доминировала *Asterionella formosa* (230 тыс. кл/л).

Исходя из размеров клеток водорослей, приведенных в таблице 2, к кормовому фитопланктону для Сорерода можно отнести все виды диатомовых, за исключением *Asterionella*, *Synedra* и *Tabellaria*; для *D. galeata* доступны только *Aulacoseira*, *Melosira* и представители рода *Stephanodiscus*. В литературе отсутствуют данные о потреблении веслоногими ракообразными синезеленых водорослей, но относительно ветвистоусых, в частности *D. galeata*, известно, что они могут отфильтровывать мелкие колонии Cyanophyta до наступления их массового развития (Hall, 1964; Lampert, 1981). В периоды бурного цветения многих форм фитопланктона ветвистоусые фильтраторы избегают слоев с максимальной их концентрацией (Fiedler, 1982).

Наши исследования состава пищи *C. scutifer* оз. Азабачье показали, что единичные клетки *A. subarctica* начинают встречаться в кишечниках рачков, когда численность этой водоросли в планктоне превышает 60 тыс. кл/л (Базаркина, 1991). В пищевых комках циклопов старших копеподитных стадий, кроме *Aulacoseira*, Е.В. Лепской (2000) были обнаружены единичные клетки *Stephanodiscus alpinus*, *S. minutulus*, *Fragilaria*, *Nitzschia* и зеленых водорослей.

Надежным критерием пищевой ценности определенного вида корма для ракообразных является способность этого кормового объекта обеспечить рост и размножение рачков (Infante, Litt, 1985). Реакция рождаемости ракообразных на изменение трофических условий происходит не мгновенно, а с некоторой задержкой (Матвеев, 1983). По нашим расчетам, интервал времени между максимальными значениями

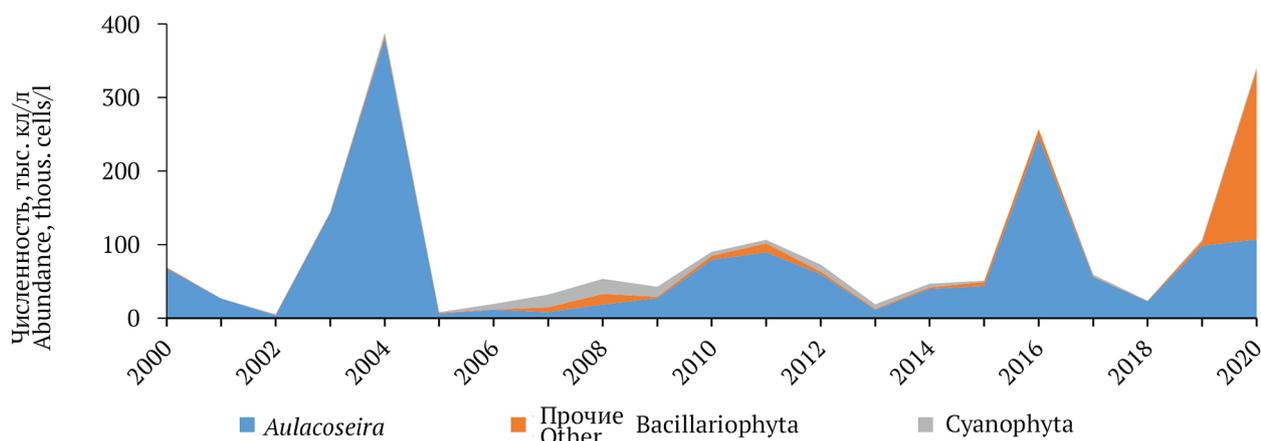


Рис. 1. Многолетняя динамика численности планктонных водорослей в оз. Азабачье
Fig. 1. Long-term dynamics of the abundance of plankton algae in the Azabachye Lake

Таблица 2. Доминирующие виды сетного фитопланктона в оз. Азабачьем в 2001–2020 гг.
Table 2. Dominating species of phytoplankton netted in the Azabachye Lake in 2001–2020

Отдел, вид Division, species	Среднегодолетняя численность за периоды вегетации Long-term average abundance for the vegetation period	Размер клеток, мкм Cell size, μm
Bacillariophyta, клеток/л / cells/l		
<i>Asterionella formosa</i>	12 300	120×9*
<i>Aulacoseira subarctica</i>	77 400	14×5**
<i>Diatoma hiemale</i>	120	56×6*
<i>Fragilaria capucina</i>	1700	43×3*
<i>Melosira</i> sp.	900	30×10**
<i>Navicula</i> sp.	20	49×22*
<i>Pinnularia</i> sp.	20	35×9*
<i>Stephanodiscus alpinus</i>	50	11–14***
<i>Stephanodiscus minutulus</i>	100	4–8***
<i>Synedra ulna</i>	740	410×10*
<i>Tabellaria fenestrata</i>	100	52×5*
Cyanophyta, колоний/л / colonies/l		
<i>Anabaena</i> sp.	10	4–6***
<i>Gloeocapsa</i> sp.	400	4–6***
<i>Microcystis</i> sp.	30	1–2***
<i>Merismopedia</i> sp.	5	3–4***

* — длина и ширина клетки (cell length and width), ** — высота и диаметр клетки (cell height and diameter), *** — диаметр клетки (cell diameter).

численности (биомассы) предполагаемых кормовых организмов и скорости рождаемости в популяции циклопов в среднем составляет 30 дней, для дафний — 10 суток. Эти сроки (лаг-периоды) по продолжительности равны времени развития яиц первой кладки у самок *C. scutifer* и *D. galeata* соответственно.

На основании корреляционного анализа следует полагать, что в годы, когда средняя численность *A. subarctica* в пелагиали оз. Азабачье была близка среднесезонному значению 80 тыс. кл/л, например в 2015 г., и выше, как в 2004, 2011, 2012, 2016 и 2020 гг., *Aulacoseira* являлась основным кормом для циклопов (рис. 2).

При слабой вегетации *A. subarctica* (<50 тыс. кл/л) (рис. 2, А), взрослые особи *C. scutifer* могли использовать в качестве пищи другие виды планктонных водорослей или беспанцирных коловраток *Asplanchna priodonta*, *Conochilus unicornis*, *Filinia maior*, *F. longiseta*, *Polyarthra*

dolichoptera, *Synchaeta pectinata* (рис. 3, А). В 2002 и 2005 гг. циклопы при питании беспанцирными коловратками, диатомовыми *S. alpinus* и *S. minutulus* отдавали большее предпочтение *Stephanodiscus*-complex (рис. 3, Б).

D. galeata эффективно фильтрует *A. subarctica*, когда ее плотность в пелагиали озера не превышает 30 тыс. кл/л (рис. 4). В 2006, 2007 и 2009 гг. дафнии потребляли *Aulacoseira* в течение всего цикла развития ($n = 27, r = 0,584; P > 0,99$), в 2003 г. — до наступления активной вегетации водоросли осенью ($n = 7, r = 0,758; P > 0,95$) (рис. 4, А); в 2001, 2008, 2012, 2015, 2016 и 2020 гг. — после летнего пика ее цветения ($n = 43, r = 0,584; P > 0,99$) (рис. 4, Б).

Обилие *A. subarctica* 2004, 2010, 2011, 2014 и 2019 гг. могло оказывать ингибирующее влияние на развитие *D. galeata*, о чем свидетельствуют значимые отрицательные корреляции между скоростью рождаемости в популяции и количеством диатомеи в эти годы

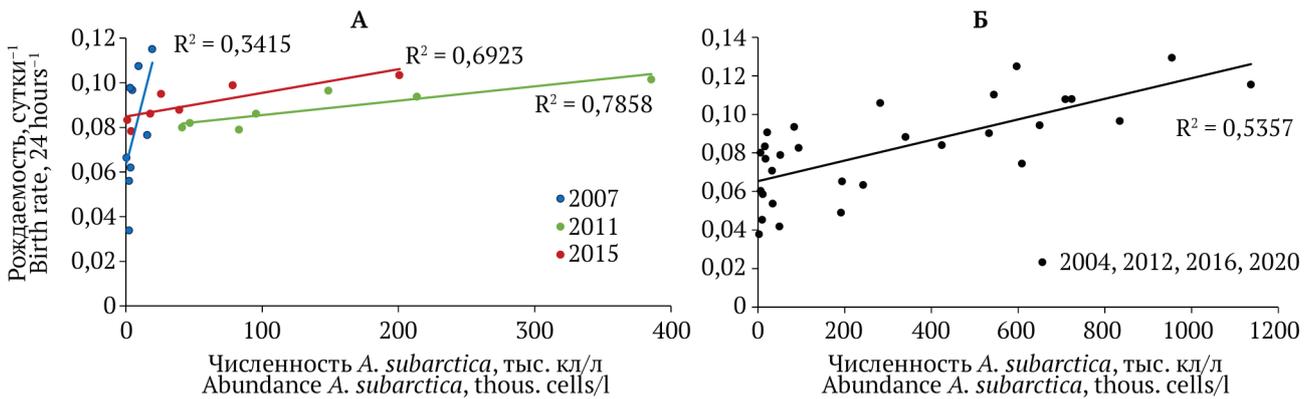


Рис. 2. Зависимость скорости рождаемости *C. scutifer* от разной концентрации *A. subarctica* в периоды размножения циклопов в пелагиали оз. Азабачье: А — <50 тыс. кл/л (2007 г.), ≈80 тыс. кл/л (2011 г.), >80 тыс. кл/л (2015 г.); Б — >200 тыс. кл/л
 Fig. 2. Correlation between the birth rate of *C. scutifer* and different density of *A. subarctica* in the periods of cyclop reproduction in the pelagic zone of the Azabachye Lake: А — <50 thous. cells/l (2007), ≈80 thous. cells/l (2011), >80 thous. cells/l (2015); Б — >200 thous. cells/l

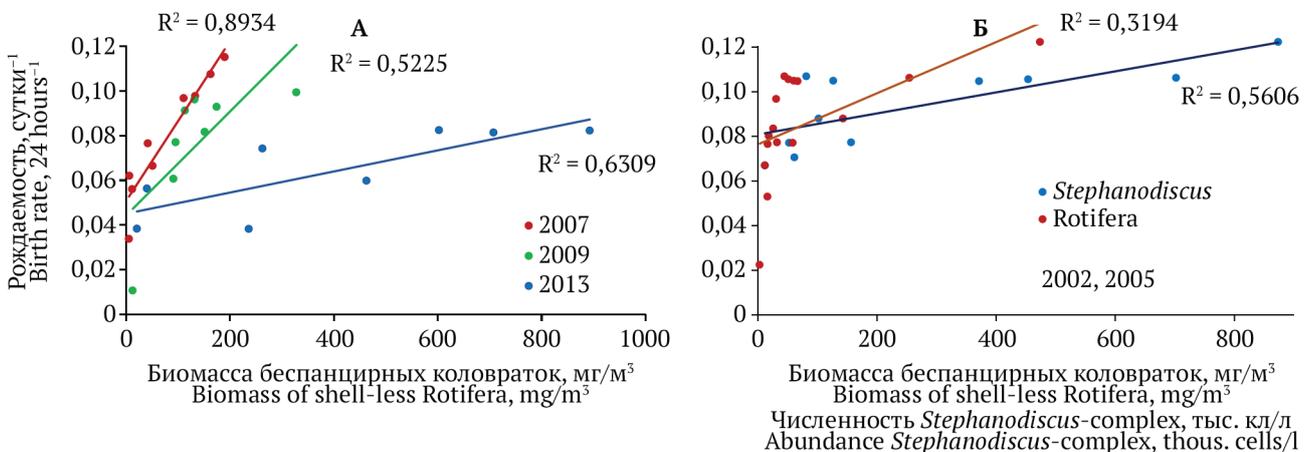


Рис. 3. Зависимость скорости рождаемости *C. scutifer* от биомассы беспанцирных Rotifera (А, Б) и численности *Stephanodiscus*-complex (Б) в генеративные периоды циклопов в оз. Азабачье
 Fig. 3. Correlation between the birth rate of *C. scutifer* and the biomass of shell-less Rotifera (А, Б) or abundance of *Stephanodiscus*-complex (Б) in the periods of reproduction of cyclopes in the Azabachye Lake

(рис. 5, А). В 2004 г. половозрелые дафнии потребляли в основном *S. minutulus* ($n = 7$, $r = 0,817$; $P > 0,95$), в 2011, 2014 и 2019 гг. — клетки синезеленых водорослей *Gloeocapsa* sp. ($n = 21$, $r = 0,559$; $P > 0,99$) (рис. 5, Б). Корреляционные связи между рождаемостью в популяции *D. galeata* и численностью *Gloeocapsa* sp. в 2004 и 2010 гг. оказались положительными, но не значимыми.

Отсутствие значимых взаимосвязей скорости рождаемости в популяции *D. galeata* с количеством *A. subarctica* в 2002, 2005, 2013, 2017 и 2018 гг. (менее 10 тыс. кл/л) может указывать на недостаток диатомеи для воспроизводства вида. Вероятно, в 2002 и 2005 гг., как и в 2004 г., дафнии питались в основном *S. minutulus* ($n = 22$; $r = 0,628$; $P > 0,99$) (рис. 6, А), в 2013 г. — *Gloeocapsa* sp. ($n = 7$; $r = 0,780$; $P > 0,95$) (рис. 6, Б). В летние месяцы 2017 и 2018 гг. *D. galeata* могли потреблять *A. subarctica*, осенью — *Gloeocapsa* sp. ($n = 16$; $r = 0,713$; $P > 0,99$) (рис. 6, Б).

Конкуренция и хищничество. Средне-многолетняя численность планктонных рако-

образных в пелагиали оз. Азабачье за летне-осенние месяцы 2001–2020 гг. равна 121 тыс. экз./м³, из которых 116 тыс. составляет *C. scutifer*, 4 тыс. — *D. galeata*, 470 экз./м³ — *E. Kurenkovi*, 220 экз./м³ — *L. kindti*.

Популяции *Eurytemora* и *Leptodora* в водоеме малочисленны и составляют менее 1% от общего количества Crustacea. В ежедекадных пробах планктона яйценосные особи *E. kurenkovi* и *L. kindti* встречаются единично, что не позволяет установить виды кормовых организмов, определяющих рождаемость в их популяциях.

Сходный характер пространственного распределения и суточных вертикальных миграций веслоногих ракообразных (Базаркина, 2004б; Базаркина и др., 2005) позволяет сделать вывод о том, что *E. kurenkovi* питается теми же водными организмами, что и *C. scutifer*.

Потребность веслоногих и ветвистоусых ракообразных в пище в летне-осенние месяцы оценивали исходя из величин суточного рациона одной особи при фактической температуре среды обитания рачков и плотности их популяций (табл. 3).

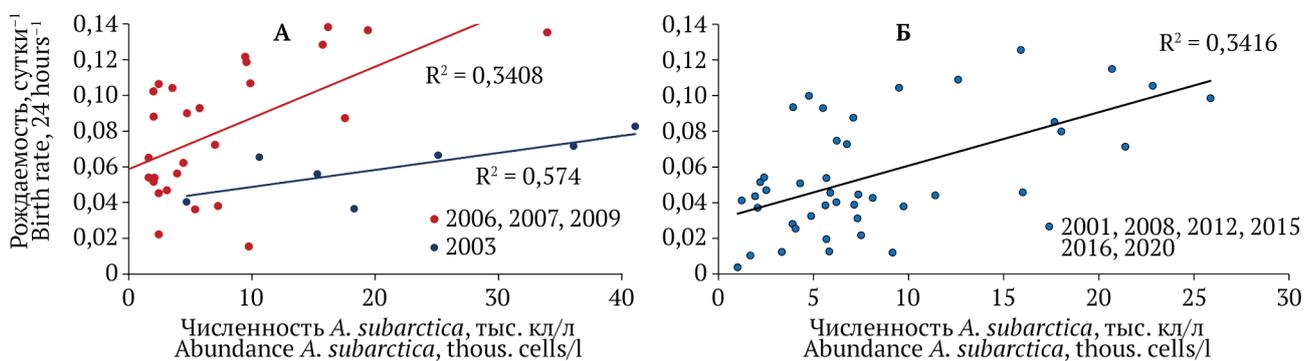


Рис. 4. Зависимость скорости рождаемости *D. galeata* от концентрации *A. subarctica* в оз. Азабачье в 2001, 2003, 2006–2009, 2012, 2015, 2016 и 2020 гг.
 Рис. 4. Correlation between the birth rate of *D. galeata* and the density of *A. subarctica* in the Azabachye Lake in 2001, 2003, 2006–2009, 2012, 2015, 2016 and 2020

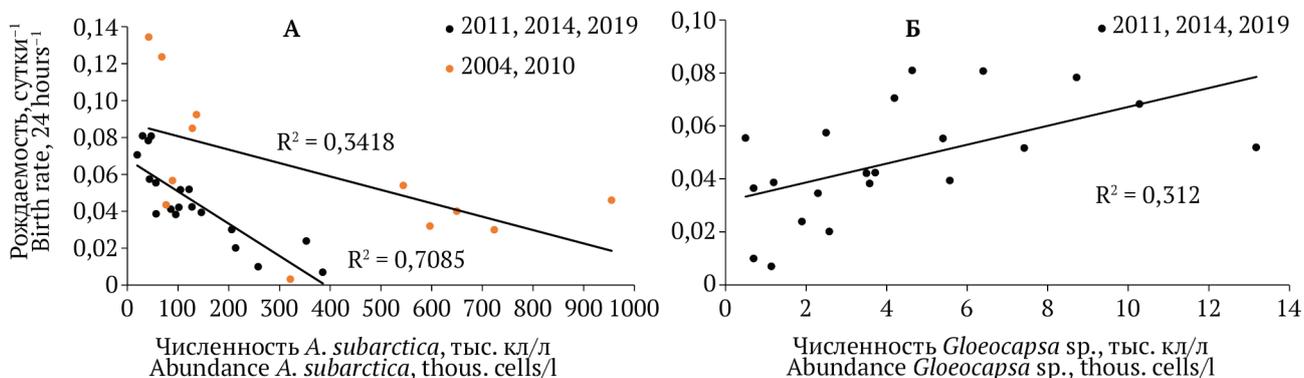


Рис. 5. Зависимость скорости рождаемости *D. galeata* от концентрации *A. subarctica* в 2004, 2010, 2011, 2014 и 2019 гг. (А) и от концентрации *Gloeocapsa* sp. в 2011, 2014 и 2019 гг. (Б) в оз. Азабачье
 Fig. 5. Correlation between the birth rate of *D. galeata* and the density of *A. subarctica* in 2004, 2010, 2011, 2014 and 2019 (A) or of *Gloeocapsa* sp. in 2011, 2014 and 2019 (B) in the Azabachye Lake

Суточные рационы питания одной особи *C. scutifer* и *E. kurenkovi* I–VI копеподитных стадий в летне-осенние месяцы 2001–2020 гг. при средней температуре воды эвфотического слоя 10,5 °C составляют 0,0015 и 0,0029 мг соответственно. Популяция *C. scutifer*, потребляя *A. subarctica*, использует 40% биомассы диатомеи в пелагиали озера, популяция *E. kurenkovi* — 4%, что не приводит к обострению пищевых отношений среди Copepoda. *D. galeata*, избегая

высоких концентраций *A. subarctica*, не является конкурентом веслоногим ракообразным.

В 2001, 2002, 2005–2009, 2013, 2014 и 2018 гг. количество *A. subarctica* не соответствовало потребностям популяций *C. scutifer* и *E. kurenkovi* (рис. 7) и рачки старших копеподитных стадий могли потреблять беспанцирных коловраток (рис. 8), науплиусов веслоногих и молодь кладоцер. В 2002 г. основным кормом Copepoda, вероятно, был *Stephanodiscus*-complex.

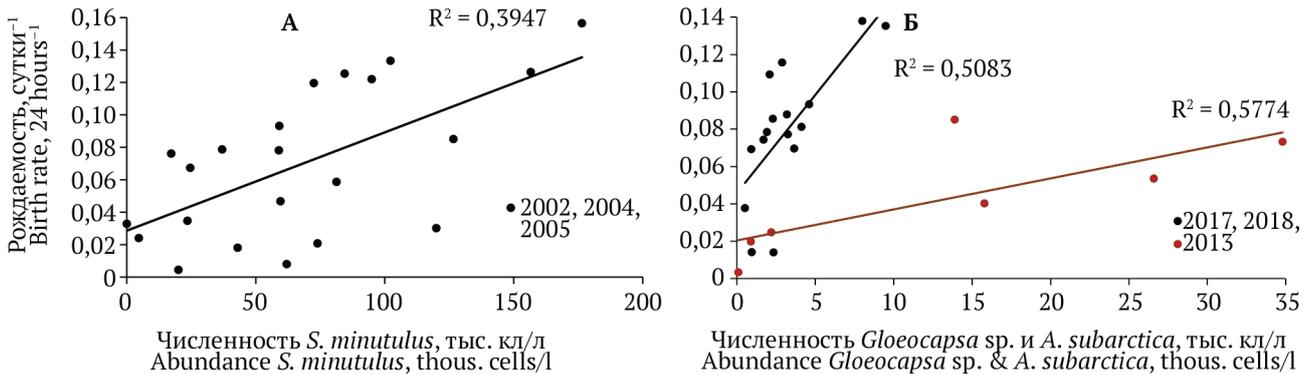


Рис. 6. Зависимость скорости рождаемости *D. galeata* от концентрации *S. minutulus* в 2002 и 2005 гг. (А) и от количества *Gloeocapsa* sp. и *A. subarctica* в 2013, 2017 и 2018 гг. (Б) в оз. Азабачье
 Fig. 6. Correlation between the birth rate of *D. galeata* and the density of *S. minutulus* in 2002 and 2005 (A), or the abundance of *Gloeocapsa* sp. and *A. subarctica* in 2013, 2017 and 2018 (Б) in the Azabachye Lake

Таблица 3. Рационы питания планктонных ракообразных в оз. Азабачьем
 Table 3. Feeding diets of the plankton crustaceans in the Azabachye Lake

Вид (возраст, длина тела) Species (age, body length)	Средняя численность, экз./м ³ Average abun- dance, ind./m ³	Средний вес тела, мг Average body weight, mg	Среднесуточный рацион 1 особи, мг/сутки Average daily diet of 1 crusta- cean, mg / 24 hours		Рацион популяции, мг/(сутки×м ³) Population diet, mg/ (24 hours×m ³)
			T = 20 °C	T = 10,5 °C	
<i>C. scutifer</i>					
копеподиты copepodites I–VI	48 400	0,020	0,0032	0,0015	74,2
оцеподиты copepodites IV–VI	17 900	0,036	0,0053	0,0025	44,9
<i>E. kurenkovi</i>					
копеподиты copepodites I–VI	410	0,043	0,0060	0,0029	1,2
копеподиты copepodites IV–VI	250	0,050	0,0068	0,0032	0,8
<i>D. galeata</i> (0,2–1,2 мм/мм)	3800	0,030	0,0045	0,0021	8,1
<i>L. kindti</i> (2,0–8,0 мм/мм)	220	0,370	0,0337	0,0160	3,5

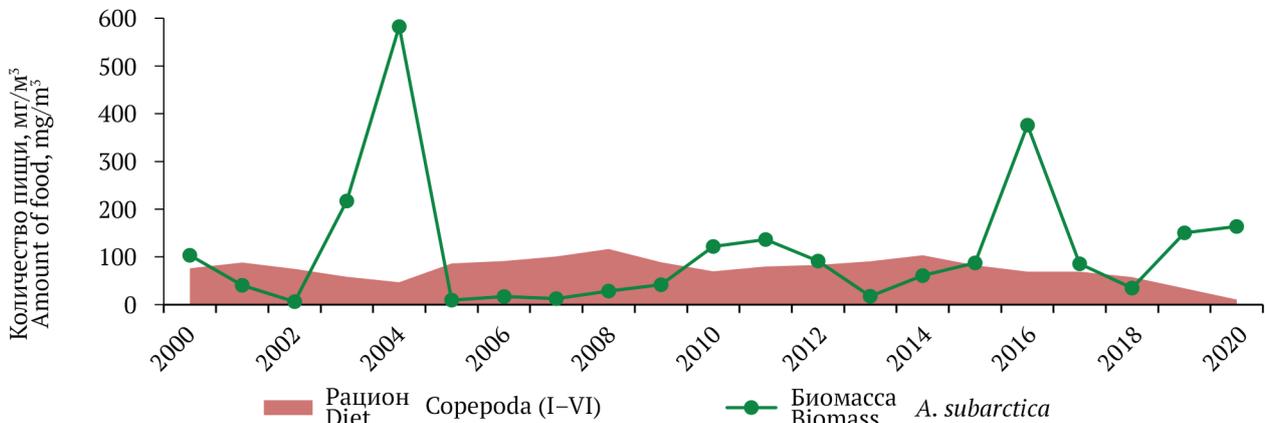


Рис. 7. Многолетние изменения биомассы *A. subarctica* и рационов питания популяций *C. scutifer* и *E. kurenkovi* (Copepoda) в оз. Азабачье в июне–ноябре 2000–2020 гг.: с I–VI — копеподиты I–VI стадий развития
 Fig. 7. Long-term variations of the biomass of *A. subarctica* and the diet of the populations of *C. scutifer* and *E. kurenkovi* (Copepoda) in the Azavachye Lake in June–November of 2000–2020: from I–VI — the copepodites of the I–VI stages

При суточном рационе одной особи взрослых *C. scutifer* и *E. kurenkovi* (копеподиты IV–VI стадий) 0,0025 и 0,0032 мг соответственно, один рачок может истребить 6–8 мелких беспанцирных коловраток или 2–3 науплиуса. Используя в качестве пищи беспанцирных коловраток, популяция *C. scutifer* в среднем потребляет 20% биомассы беспанцирных коловраток в водоеме, а популяция *E. kurenkovi* — около 1%, что не приводит к конкуренции веслоногих зоофагов (рис. 8). Незначительная отрицательная корреляция между суточным рационом *C. scutifer* и биомассой элиминированных *D. galeata* в 2001–2020 гг. позволяет сделать вывод, что дафнии не являются жертвами циклопов. Также невозможен каннибализм *C. scutifer* IV–VI копеподитных стадий по отношению к собственным науплиусам, поскольку их массовое вылупление происходит во второй половине сентября, когда взрослые особи предыдущего поколения исчезают, а копеподиты IV стадии нового поколения появляются в водоеме только во второй половине

ноября. Науплиусы *C. scutifer* осенью находятся под прессом половозрелых особей *E. kurenkovi*, но из-за невысокой численности *Eurytemora* оз. Азабачье, по сравнению с циклопами, *E. kurenkovi* не оказывает существенного влияния на популяцию *C. scutifer*, так как может потребить только 4% количества науплиусов в водоеме.

Среди планктонных ракообразных оз. Азабачье типичным представителем хищного зоопланктона является *L. kindti*. Суточный рацион питания одной *Leptodora* за 2001–2020 гг. в среднем равен 0,0160 мг, при котором рачок за сутки способен истребить 25–30 мелких коловраток или 5–7 молодых дафний, либо 10–14 науплиусов. В течение летне-осенних месяцев популяция *L. kindti* может использовать 6% биомассы беспанцирных коловраток, 4% биомассы науплиусов и до 60% количества молоди *D. galeata* в водоеме. Это означает, что *Leptodora* не оказывает существенного воздействия на популяции коловраток и циклопов, но угнетает популяцию дафний ($n = 20$, $r = -0,576$; $P > 0,99$) (рис. 9). Зна-



Рис. 8. Многолетние изменения биомассы беспанцирных коловраток и рационов питания популяций *C. scutifer* и *E. kurenkovi* (Copepoda) в оз. Азабачье в июне–ноябре 2000–2020 гг.: с IV–VI — копеподиты IV–VI стадий развития
Fig. 8. Long-term variations of the biomass of the shell-less rotifers and of the the population diets of *C. scutifer* and *E. kurenkovi* (Copepoda) in the Azabachye Lake in June–November of 2000–2020: from IV–VI — the copepodites of the IV–VI stages

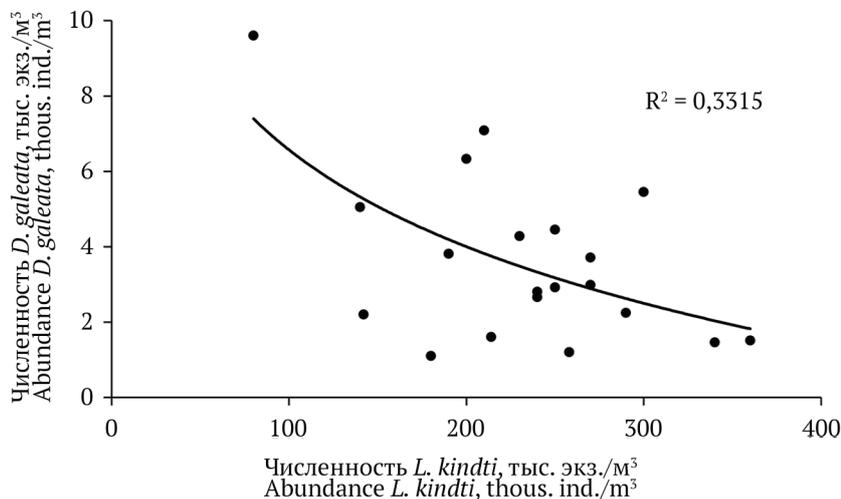


Рис. 9. Взаимосвязь показателей численности популяций *D. galeata* и *L. kindti* в оз. Азабачье в 2001–2020 гг.
Fig. 9. Relationship between the population abundances of *D. galeata* and *L. kindti* in the Azabachye Lake in 2001–2020

чимая корреляция между биомассой элиминированных *D. galeata* и суточными рационами популяции *L. kindti*, при разной ее численности (рис. 10), указывает на мощный пресс хищника на жертву.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кормовые условия популяций Crustacea в оз. Азабачье обусловлены особенностями их питания и трофическими взаимоотношениями. В природных условиях при большом выборе пищи планктонные ракообразные предпочитают доступные по размеру и численности организмы, способствующие воспроизводству их популяций.

D. galeata и *E. kurenkovi* в течение всего жизненного цикла сохраняют фильтрационный способ питания. *C. scutifer* и *L. kindti* относятся к хватателям. Веслоногие ракообразные переходят к зоофагии на III–IV копеподитных стадиях. Особи *L. kindti* с первых дней жизни начинают хищничать.

На основании популяционно-аналитического подхода к определению предпочитаемой пищи ведущих видов планктонных ракообразных в оз. Азабачье *C. scutifer* и *D. galeata*, установлено, что основным компонентом питания рачков является диатомея *A. subarctica*. *Aulacoseira* доступна *C. scutifer* в годы, когда ее количество в периоды размножения вида близко среднемноголетнему значению (80 тыс. кл/л) и выше. При слабой вегетации *A. subarctica* взрослые циклопы потребляют беспанцирных коловраток и *Stephanodiscus*-complex (Bacillariophyta).

D. galeata эффективно фильтруют *A. subarctica* при ее плотности в пелагиали водоема менее 30 тыс. кл/л. При обилии *Aulacoseira*, оказывающем ингибирующее влияние на популяцию, дафнии используют в качестве пищи мелкие клетки диатомовых (*S. minutulus*) и си-

незеленых водорослей (*Gloeocapsa* sp.), что исключает их конкуренцию с веслоногими ракообразными.

E. kurenkovi может употреблять *A. subarctica*, беспанцирных коловраток и науплиусов циклопов, но из-за невысокой численности ее популяции в озере не обостряет трофические отношения с *C. scutifer* и не влияет на динамику его численности.

Малочисленный хищник *L. kindti* не оказывает существенного воздействия на коловраток и науплиусов циклопов, но наносит значимый ущерб популяции *D. galeata*, истребляя до 60% количества ее молоди в водоеме.

Исходя из результатов исследований, следует полагать, что применение метода оценки рождаемости планктонных ракообразных по количеству доступной им пищи правомерно и может быть использовано для определения обеспеченности кормом рачков при выявлении причин изменения численности их популяций.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Автор заявляет, что данный обзор не содержит собственных экспериментальных данных, полученных с использованием животных или с участием людей. Библиографические ссылки оформлены в соответствии с ГОСТом.

The author declares that this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references are formatted in accordance with the state standards (GOST).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Базаркина Л.А. 1991. Некоторые закономерности многолетних изменений численности популяции *Cyclops scutifer* в оз. Азабачье // VI съезд Все-

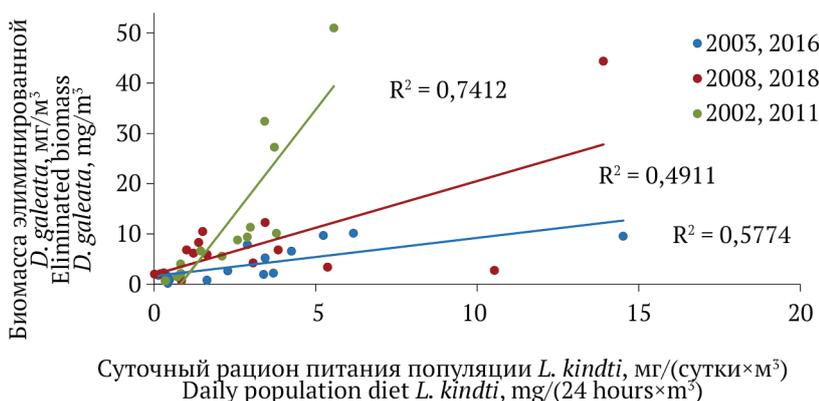


Рис. 10. Зависимость биомассы элиминированных особей *D. galeata* от суточных рационов питания популяции *L. kindti* при разной плотности хищника в оз. Азабачье: 2008, 2018 гг. — 80–140 экз./м³; 2002, 2011 гг. — 210–230 экз./м³; 2003, 2016 гг. — 300–360 экз./м³
 Fig. 10. Correlation between the biomass of eliminated individuals of *D. galeata* and the daily *L. kindti* population diets under different density of predator in the Azabachye Lake: 2008, 2018 – 80–140 ind./m³; 2002, 2011 – 210–230 ind./m³; 2003, 2016 – 300–360 ind./m³

- союз. гидробиол. общества АН СССР : Тез. докл. Мурманск. С. 10–11.
- Базаркина Л.А. 1993. Диапауза циклопов (*Cyclops scutifer*) озера Азабачье // Зоологич. журнал. Т. 72, № 11. С. 22–28.
- Базаркина Л.А. 2002. К проблеме повышения кормовых ресурсов молоди нерки в озере Азабачье // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 6. С. 251–259.
- Базаркина Л.А. 2004б. Сезонные и суточные вертикальные миграции планктонных ракообразных в пелагиали озера Азабачье // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 7. С. 103–110.
- Базаркина Л.А. 2004а. Механизмы регуляции численности в популяциях планктонных ракообразных мезотрофного лососевого озера Азабачье (Камчатка) : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: МГУ. 21 с.
- Базаркина Л.А. 2018. Многолетние изменения гидрологического режима озера Азабачьего (бассейн р. Камчатки) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 51. С. 47–59.
- Базаркина Л.А., Бугаев В.Ф., Николаев А.С. 2005. Сезонные изменения пространственной структуры планктонных ракообразных в пелагиали озера Азабачьего // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 8. С. 150–157.
- Балушкина Е.Ф., Винберг Г.Г. 1979. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных / Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: Наука. С. 58–79.
- Белоусова С.П. 1970. Определение веса некоторых планктонных ракообразных по размерам тела // Изв. ТИНРО. Т. 73. С. 122–126.
- Боруцкий Е.В., Степанова Л.А., Кос М.С. 1991. Определитель Calanoida пресных вод СССР // Определители по фауне СССР. СПб.: Наука. Т. 157. 503 с.
- Бугаев В.Ф. 2011. Азиатская нерка-2 (биологическая структура и динамика численности локальных стад нерки в конце XX – начале XXI вв.). Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 380 с.
- Вежновец В.В., Зайдыков И.Ю., Наумова Е.Ю., Сысова Е.А. 2012. Особенности биологии двух видов копепод (Crustacea, Soropoda, Calanoida) как возможные причины изменения их ареалов // Российский журнал биол. инвазий. Т. 5, № 2. С. 16–29.
- Винберг Г.Г. 1968. Зависимость скорости развития от температуры / Методы определения продукции водных животных. Минск: Высшая школа. С. 59–72.
- Гиляров А.М. 1976. Питание *Cyclops strenuus* (Soropoda, Crustacea) в озере Глубоком (Московская обл.) в летнее время // Зоологич. журнал. Т. 55, № 2. С. 294–296.
- Гиляров А.М. 1987. Динамика численности пресноводных планктонных ракообразных. М.: Наука. 190 с.
- Гутельмахер Б.Л., Садчиков А.П., Филиппова Т.Г. 1988. Питание зоопланктона // Итоги науки и техники. Сер. Общая экология. Биоценология. Гидробиология. М.: ВИНТИ. Т. 6. 156 с.
- Киселев И.А. 1956. Методы исследования планктона // Жизнь пресных вод СССР. Л.: ЗИН АН СССР. Т. IV. Ч. 1. С. 253–258.
- Кормилец О.Н. 2019. Жирные кислоты в трофических сетях экосистем внутренних водоемов : Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Красноярск. 43 с.
- Коровчинский Н.М., Котов А.А., Бойкова О.С., Смирнов Н.Н. 2021. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т. I. М.: Тов-во науч. изданий КМК. 481 с.
- Крылов П.И. 1989. Питание пресноводного хищного зоопланктона // Итоги науки и техники. Сер. Общая экология. Биоценология. Гидробиология. М.: ВИНТИ. Т. 7. 146 с.
- Крючкова Н.М. 1989. Трофические взаимоотношения зоо- и фитопланктона. М.: Наука. 124 с.
- Кузичкин А.П. 1975. О пищевом поведении и избирательности питания у *Leptodora kindti* (Focke) / Поведение водных беспозвоночных: Матер. II Всесоюз. симпозиума. Борок, 1975. С. 45–49.
- Куликов А.С., Шкуте А.О., Полищук Л.В. 1991. Питание молоди *Leptodora kindti* (Focke) (Crustacea, Cladocera) // Экология. № 3. С. 81–85.
- Лакин Г.Ф. 1990. Биометрия: учеб. пособие для биол. спец. вузов. 4-е изд. М.: Высшая школа. 352 с.
- Лепская Е.В. 2000. Фитопланктон оз. Азабачьего и его роль в питании массовых видов зоопланктона // Исслед. биологии и динамики численности промысловых рыб Камчатского шельфа. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор. Вып. V. С. 152–160.
- Лепская Е.В., Бонк Т.В. 2007. Спектр питания *Cyclops scutifer* Sars (Soropoda) в лососевых нерестово-нагульных озерах Курильское и Паланское (Камчатка) // Биология внутренних вод. № 1. С. 13–32.
- Мантейфель Б.П. 1987. Экологические и эволюционные аспекты поведения животных. М.: Наука. 272 с.

- Мануйлова Е.Ф. 1964. Ветвистоусые рачки (*Cladocera*) фауны СССР. М., Л.: Наука. Т. 88. 326 с.
- Матвеев В.Ф. 1983. Два способа оценки взаимодействий между *Diaphanosoma*, *Bosmina* и *Daphnia* / Биоценоз мезотрофного озера Глубокого. М.: Наука. С. 7–20.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. 1975. Л.: Наука. 240 с.
- Михеева Т.М. 1969. Озерный фитопланктон и его продукционные возможности в водоемах разного типа : Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск: Бел. гос. ун-т. 23 с.
- Монаков А.В. 1976. Питание и пищевые взаимоотношения пресноводных копепод. Л.: Наука. 170 с.
- Монаков А.В. 1998. Питание пресноводных беспозвоночных. М.: Ин-т проблем экологии и эволюции им. А.И. Северцова РАН. С. 120–168.
- Монаков А.В., Носова И.А., Сорокин Ю.И. 1972. О питании *Cyclops scutifer* // Информ. бюл. ИБВВ АН СССР. № 13. С. 27–31.
- Мордухай-Болтовская Э.Д. 1958. Предварительные данные по питанию хищных кладоцер *Leptodora* и *Bythotrephes* // Доклады АН СССР. Т. 122, № 4. С. 723–726.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д., Ривьер И.К. 1987. Хищные ветвистоусые Podonidae, Polyphemidae, Cercopagidae и Leptodoridae фауны мира. Л.: Наука. С. 97–106.
- Павельева Е.Б., Сорокин Ю.И. 1971. Изучение питания зоопланктона озера Дальнего на Камчатке // Тр. ИБВВ АН СССР. Вып. 22 (25). С. 6–63.
- Полищук Л.В. 1986. Динамические характеристики популяций планктонных животных. М.: Наука. 128 с.
- Рылов В.М. 1948. Cyclopoidea пресных вод // Фауна СССР. Ракообразные. М., Л.: АН СССР. Т. III, вып. 3. 319 с.
- Садчиков А.П., Филиппова Т.Г. 1984. Питание некоторых эпилимниальных ветвистоусых раков мезотрофного озера // Науч. доклады высш. школы. Биол. науки. № 8. С. 60–68.
- Суцень Л.М. 1972. Интенсивность дыхания ракообразных. Киев: Наукова Думка. 196 с.
- Суцень Л.М., Хмелева Н.Н. 1967. Потребление пищи как функция веса тела у ракообразных // Доклады АН СССР. Т. 176. Вып. 6. С. 1428–1431.
- Суцук Н.Н. 2006. Жирные кислоты как маркеры трофометаболических взаимодействий в пресноводных экосистемах : Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Красноярск. 50 с.
- Bottrell H.H. 1975. Generation time, length of life, instar duration and frequency of moulting, and their relationship to temperature in eight species of *Cladocera* from the River Thames, Reading // Oecologia. Vol. 19, No. 2. P. 129–140.
- Burns C.W. 1968. The relationships between body size of filter feeding *Cladocera* and maximum size of particle ingested // Limnol. and Oceanogr. Vol. 13, No. 4. P. 675–678.
- DeMott W.R., Watson M.D. 1991. Remote detection of algae by copepods: responses to algal size, odors and motility // J. Plankton Res. Vol. 13, No. 6. P. 1203–1222.
- Fiedler P.C. 1982. Zooplankton avoidance and reduced grazing responses to *Gymnodinium splendens* (Dinophyceae) // Limnol. and Oceanogr. Vol. 27, No. 5. P. 961–965.
- Geller W., Müller H. 1981. The filtration apparatus of *Cladocera* filter mesh-sizes and their implications of food selectivity // Oecologia. Vol. 22, No. 2. P. 311–317.
- Gerritsen J., Porter K.G. 1982. The role of surface chemistry in filter-feeding by zooplankton // Science. Vol. 216, No. 4551. P. 1225–1227.
- Hall D.J. 1964. An experimental approach to the dynamics of a natural population of *Daphnia galeata mendotae* // Ecology. Vol. 45, No. 1. P. 94–112.
- Infante A., Litt A.H. 1985. Differences between two species of *Daphnia* in the use of 10 species in Lake Washington // Limnol. and Oceanogr. Vol. 30, No. 5. P. 1053–1059.
- Lampert W.A. 1981. Inhibitory and toxic effects of blue-green algae on *Daphnia* // Intern. Rev. gesamt. Hydrobiol. Bd. 66, No. 3. S. 285–298.

REFERENCES

- Bazarkina L. Some patterns of long-term changes in the population size of *Cyclops scutifer* in Lake Azabachye. VI Congress of the All-Union hydrobiol. society of the USSR Academy of Sciences: Tez. dokl. Murmansk, 1991, pp. 10–11. (In Russian)
- Bazarkina L.A. The diapause of *Cyclops scutifer* in the Lake Azabachye. *Zoologicheskyy Zhurnal*, 1993, vol. 72, issue 11, pp. 22–28. (In Russian)
- Bazarkina L.A. To the problem of juvenile sockeye salmon forage resource enhancement in Azabachye Lake. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2002, vol. 6, pp. 251–259. (In Russian)
- Bazarkina L.A. Vertical seasonal and diurnal migrations of plankton crustaceans in the pelagic zone of Azabachye Lake. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2004, vol. 7, pp. 103–110. (In Russian)

- Bazarkina L.A. *Mekhanizmy regulyatsii chislennosti v populyatsiyakh planktonnykh rakoobraznykh mezotrofnogo lososevogo ozera. Avtoref. dis. kand. biol. nauk* [Mechanisms of regulation of abundance in populations of planktonic crustaceans of mesotrophic salmon Azabachye Lake (Kamchatka). Extended Abstract of Cand. Sci. (Biol.) Dissertation]. Moscow: MSU, 2004, 21 p.
- Bazarkina L.A. Longterm changes of hydrological regime of Azabachye Lake (Kamchatka River basin). *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and of the north-west part of the Pacific Ocean*, 2018, vol. 51, pp. 47–59. (In Russian)
- Bazarkina L.A., Bugaev V.F., Nikolaev A.S. Seasonal transformations of spatial structure of plankton crustaceans in the pelagic zone of the Azabachye Lake. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2006, vol. 8, pp. 150–157. (In Russian)
- Balushkina E.F., Vinberg G.G. Relationship between length and body mass of planktonic crustaceans. *Eksperimentalnyye i polevyye issledovaniya biologicheskikh osnov produktivnosti ozer* [Experimental and field studies of the biological basis of lake productivity]. Leningrad: Nauka, 1979, pp. 58–79.
- Belousova S.P. Determination of the weight of some planktonic crustaceans by body size. *Izvestia TINRO*, 1970, vol. 73, pp. 122–126. (In Russian)
- Borutsky E.V., Stepanova L.A., Kos M.S. Key to Calanoida fresh waters of the USSR. *Opredeliteli po faune SSSR* [Keys to the fauna of the USSR]. SPb.: Science, 1991, vol. 157, 503 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.
- Vezhnovets V.V., Zaidykov I.Yu., Naumova E.Yu., Sysova E.A. Biological peculiarities of two copepod species (Crustacea, Copepoda, Calanoida) as possible causes of changes of their ranges. *Russian Journal of Biological Invasions*, 2012, vol. 5, no. 2, pp. 16–29. (In Russian)
- Vinberg G.G. Dependence of development rate on temperature. *Metody opredeleniya produktsii vodnykh zhivotnykh* [Methods for determining the production of aquatic animals]. Minsk: Vysshaya shkola, 1968, pp. 59–72.
- Gilyarov A.M. Feeding of *Cyclops strenuus* (Copepoda, Crustacea) in Lake Glubokoye (Moscow Region) in the summer. *Zoologich. Zhurnal*, 1976, vol. 55, no. 2, pp. 294–296.
- Gilyarov A.M. *Dinamika chislennosti presnovodnykh planktonnykh rakoobraznykh* [Population dynamics of freshwater planktonic crustaceans]. Moscow: Nauka, 1987, 190 p.
- Gutelmakher B.L., Sadchikov A.P., Filippova T.G. Feeding of zooplankton. *Itogi nauki i tekhniki. Ser. Obshchaya ekologiya. Biotsenologiya. Gidrobiologiya* [Results of Science and Technology. Ser. General ecology. Biocenology. Hydrobiology]. Moscow: VINITI, 1988, vol. 6. 156 p.
- Kiselev I.A. Methods for studying plankton. *Zhizn presnykh vod SSSR* [Life of fresh waters of the USSR]. L.: ZIN AN USSR, 1956, vol. 4, part 1, pp. 253–258.
- Kormilets O.N. *Zhirnyye kisloty v troficheskikh setyakh ekosistem vnutrennikh vodoyemov. Avtoref. dis. d-ra biol. nauk* [Fatty acids in trophic networks of inland water ecosystems: Author's abstract. dis. ... Dr. Biol. Sci.]. Krasnoyarsk, 2019, 43 p.
- Korovchinsky N.M., Kotov A.A., Boykova O.S., Smirnov N.N. *Vetvistousyye rakoobraznyye (Crustacea: Cladocera) Severnoy Yevrazii* [Cladocerans (Crustacea: Cladocera) of Northern Eurasia]. Vol. 1. Moscow: Scientific Commodity, KMK publications, 2021, 481 p.
- Krylov P.I. Feeding of freshwater predatory zooplankton. *Itogi nauki i tekhniki. Ser. Obshchaya ekologiya. Biotsenologiya. Gidrobiologiya* [Results of Science and Technology. Ser. General ecology. Biocenology. Hydrobiology]. Moscow: VINITI, 1989, vol. 7. 146 p.
- Kryuchkova N.M. *Troficheskiye vzaimootnosheniya zoo- i fitoplanktona* [Trophic relationships between zoo- and phytoplankton]. Moscow: Science, 1989, 124 p.
- Kuzichkin A.P. On feeding behavior and food selectivity in *Leptodora kindti* (Focke). *Povedeniye vodnykh bespozvonochnykh: Mater. II Vsesoyuz. Simpoziuma* [Behavior of aquatic invertebrates: Mater. II All-Union. Symposium]. Borok, 1975, pp. 45–49.
- Kulikov A.S., Shkute A.O., Polishchuk L.V. Feeding of juveniles of *Leptodora kindti* (Focke) (Crustacea, Cladocera). *Ecology*, 1991, no. 3, pp. 81–85. (In Russian)
- Lakin G.F. *Biometriya* [Biometrics]. Moscow: Vysshaya shkola, 1990, 352 p.
- Lepskaya E.V. Phytoplankton of Azabachye Lake and its role in feeding common species of zooplankton. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2000, vol. 5, pp. 152–160. (In Russian)
- Lepskaya Y.V., Bonk T.V. Feeding Spectrum of *Cyclops scutifer* Sars (Copepoda) in salmon spawning and foraging Lakes Kurilskoye and Palanskoye

- (Kamchatka). *Inland Water Biology*, 2007, no. 1, pp. 13–22. (In Russian)
- Manteuffel B.P. *Ekologicheskiye i evolyutsionnyye aspekty povedeniya zhivotnykh* [Ecological and evolutionary aspects of animal behavior]. Moscow: Science, 1987, 272 p.
- Manuilova E.F. *Vetvistousyye rachki (Cladocera) fauny SSSR* [Cladocera (Cladocera) of the fauna of the USSR]. M., L.: Science, 1964, vol. 88, 326 p.
- Matveev V.F. Two ways to assess interactions between *Diaphanosoma*, *Bosmina* and *Daphnia*. *Biotsenoz mezotrofnogo ozera Glubokogo* [Biocenosis of mesotrophic Lake Glubokoe]. Moscow: Nauka, 1983, pp. 7–20.
- Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoyemov* [Methodology for studying biogeocenoses of inland water bodies]. Leningrad: Science, 1975, 240 p.
- Mikheeva T.M. *Ozernyy fitoplankton i yego produktsionnyye vozmozhnosti v vodoyemakh raznogo tipa: Avtoref. dis. kand. biol. nauk* [Lake phytoplankton and its production capabilities in water bodies of various types: Author's abstract. dis. cand. biol. sci.]. Minsk, 1969, 23 p.
- Mikheyeva T.M. Озерный фитопланктон и его продукционные возможности в водоемах разного типа: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Минск: Бел. гос. ун-т. 1969, 23 с.
- Monakov A.V. *Pitaniye i pishchevyye vzaimootnosheniya presnovodnykh kopepod* [Feeding and feeding relationships of freshwater copepods]. Leningrad: Science, 1976, 170 p.
- Monakov A.V. *Pitaniye presnovodnykh bespozvonochnykh* [Feeding of freshwater invertebrates]. Magadan: Institute of Problems of Ecology and Evolution named after. A.I. Severtsov RAS, 1998, pp. 120–168.
- Monakov A.V., Nosova I.A., Sorokin Yu.I. On the feeding of *Cyclops scutifer*. *Inform. Bulletin IBVVAS USSR*, 1972, no. 13, pp. 27–31.
- Mordukhay-Boltovskaya E.D. Preliminary data on the nutrition of the predatory cladocerans *Leptodora* and *Bythotrephes*. *Reports of the USSR Academy of Sciences*, 1958, vol. 122, no. 4, pp. 723–726. (In Russian)
- Mordukhai-Boltovskoy F.D., Riviere I.K. *Khishchnyye vetvistousyye Podonidae, Polyphemidae, Cercopagidae i Leptodoridae fauny mira* [Predatory cladocerans Podonidae, Polyphemidae, Cercopagidae and Leptodoridae fauna of the world]. Leningrad: Science, 1987, pp. 97–106.
- Pavelyeva E.B., Sorokin Yu.I. Study of the nutrition of zooplankton in Lake Dalniy in Kamchatka. *Tr. IBVVAS USSR*, 1971, vol. 22 (25), pp. 6–63. (In Russian)
- Polishchuk L.V. *Dinamicheskiye kharakteristiki populyatsiy planktonnykh zhivotnykh* [Dynamic characteristics of planktonic animal populations]. Moscow: Science, 1986, 128 p.
- Rylov V.M. Cyclopoida of fresh waters. *Fauna of the USSR. Crustaceans. M., L.: USSR Academy of Sciences*, 1948, vol. 3, issue 3. 319 p.
- Sadchikov A.P., Filippova T.G. Feeding of some Epilimnial cladocerans of a mesotrophic lake. *Scientific reports of higher schools. Biol. sciences*, 1984, no. 8, pp. 60–68. (In Russian)
- Sushchenya L.M. *Intensivnost dykhaniya rakoobraznykh* [Respiration rates of crustaceans]. Kiev: Naukova Dumka, 1972, 196 p.
- Sushchenya L.M., Khmeleva N.N. Food consumption as a function of body weight in crustaceans. *Reports of the USSR Academy of Sciences*, 1967, vol. 176, issue 6, pp. 1428–1431. (In Russian)
- Sushchik N.N. *Zhirnyye kisloty kak markery trofometabolicheskikh vzaimodeystviy v presnovodnykh ekosistemakh: Avtoref. dis. d-ra biol. nauk* [Fatty acids as markers of trophometabolic interactions in freshwater ecosystems: Author's abstract. dis. Dr. Biol. Sci.]. Krasnoyarsk, 2003, 50 p.
- Bottrell H.H. Generation time, length of life, instar duration and frequency of moulting, and their relationship to temperature in eight species of *Cladocera* from the River Thames, Reading. *Oecologia*, 1975, vol. 19, no. 2, pp. 129–140.
- Burns C.W. The relationships between body size of filter feeding *Cladocera* and maximum size of particle ingested. *Limnol. and Oceanogr.*, 1968, vol. 13, no. 4, pp. 675–678.
- DeMott W.R., Watson M.D. Remote detection of algae by copepods: responses to algal size, odors and motility. *J. Plankton Res.*, 1991, vol. 13, no. 6, pp. 1203–1222.
- Fiedler P.C. Zooplankton avoidance and reduced grazing responses to *Gymnodinium splendens* (Dinophyceae). *Limnol. and Oceanogr.*, 1982, vol. 27, no. 5, pp. 961–965.
- Geller W., Müller H. The filtration apparatus of *Cladocera* filter mesh-sizes and their implications of food selectivity. *Oecologia*, 1981, vol. 22, no. 2, pp. 311–317.
- Gerritsen J., Porter K.G. The role of surface chemistry in filter-feeding by zooplankton. *Science*, 1982, vol. 216, no. 4551, pp. 1225–1227.
- Hall D.J. An experimental approach to the dynamics of a natural population of *Daphnia galeata mendotae*. *Ecology*, 1964, vol. 45, no. 1, pp. 94–112.
- Infante A., Litt A.H. Differences between two species of *Daphnia* in the use of 10 species in Lake

Washington. *Limnol. and Oceanogr.*, 1985, vol. 30, no. 5, pp. 1053–1059.

Lampert W.A. Inhibitory and toxic effects of blue-green algae on *Daphnia*. *Intern. Rev. gesamt. Hydrobiol.*, 1981, Bd. 66, no. 3, pp. 285–298.

Информация об авторе

Л.А. Базаркина — канд. биол. наук, вед. науч. сотрудник Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО)

Information about the author

Lidia A. Bazarkina – Ph. D. (Biology), Leading Researcher (KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 21.09.2021

Одобрена после рецензирования: 22.11.2023

Статья принята к публикации: 24.11.2023

Научная статья / Original article

УДК 574.583(265.5)

doi:10.15853/2072-8212.2023.70.53-62



ПЕРВАЯ НАХОДКА ФЕОЦИСТИСА (*PHAEOCYSTIS POUCHETII* (HARIOT) LAGERHEIM 1896) В ПРИБРЕЖНЫХ ВОДАХ ВОСТОЧНОЙ КАМЧАТКИ

Лепская Екатерина Викторовна^{1✉}, Тепнин Олег Борисович¹, Павлов Николай Николаевич²

¹Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, lepskaya.e.v@kamniro.ru ✉

²ООО «Восток Тур», Сахалинская обл., с. Малокурильское, Россия

Аннотация. Впервые у восточного берега Камчатки (Авачинский залив) зарегистрировано «колониальное цветение» гаптофитовой микроводоросли *Phaeocystis pouchetii*, в жизненном цикле которой известны как одиночные подвижные, так и неподвижные, сгруппированные в слизистые «облачные» колонии клетки. Численность колоний в пик «цветения» в прибрежной зоне составила 100 колоний/л. Вид часто формирует нетоксичные «цветения» в европейских морях, в Антарктике и некоторых других прибрежных акваториях. Очевидно, что данное явление требует изучения в режиме мониторинга.

Ключевые слова: Камчатка, Авачинский залив, Халактырский пляж, *Phaeocystis pouchetii*, «цветение»

Для цитирования: Лепская Е.В., Тепнин О.Б., Павлов Н.Н. Первая находка феоцистиса (*Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim 1896) в прибрежных водах Восточной Камчатки // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. № 70. С. 53–62.

THE FIRST DETECTION OF THE *PHAEOCYSTIS* (*PHAEOCYSTIS POUCHETII* (HARIOT) LAGERHEIM 1896) IN THE COASTAL WATERS OF EAST KAMCHATKA

Ekaterina V. Lepskaya^{1✉}, Oleg B. Tepnin¹, Nikolay N. Pavlov²

¹Kamchatka Branch of Russian Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, lepskaya.e.v@kamniro.ru ✉

²East Tour Co. Ltd., Sakhalinskaya Obl., s. Malokurilskoye, Russia

Abstract. While single mobile or immobile cells grouped into mucous “cloudy” colonies have been described in the life cycle of the haptophyta microalga *Phaeocystis pouchetii*, the first colonial bloom of this algae was detected on the east coast of Kamchatka (Avachinsky Gulf). The number of the colonies at the peak of the bloom in the coastal waters was 100 per liter. Such blooms of mentioned species in the European seas, in the Antarctic and some other coastal waters are often non-toxic. So, this phenomenon obviously requires study in monitoring mode.

Keywords: Kamchatka, Avachinsky Gulf, Khalaktyrsky Beach, *Phaeocystis pouchetii*, bloom

For citation: Lepskaya E.V., Tepnin O.B., Pavlov N.N. The first detection of the *Phaeocystis* (*Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim 1896) in the coastal waters of East Kamchatka // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 70. P. 53–62. (In Russian)

После событий осени 2020 г., когда у восточного берега Камчатки произошло масштабное «цветение» динофлагеллят рода *Karenia* (Orlova et al., 2022), мониторинг микроводорослей прибрежных вод полуострова приобрел особую актуальность. Несмотря на то, что к восточному берегу Камчатки проложены автомобильные дороги, поездка, например, на Халактырский пляж занимает не менее четырех часов, а со сбором проб и обследованием пляжа — весь рабочий день. В этой ситуации информация, которая появляется в соцсетях или которой делятся наблюда-

тельные граждане, бесценна. Так, была получена информация от Н.Н. Павлова, который в ясный субботний день 29 апреля 2023 г. приехал на Халактырский пляж. Его внимание привлекли волны с пеной желто-зеленого цвета (рис. 1), которая плотно оседала на песке и, высыхая, образовывала зеленую корочку (рис. 2).

В связи с этим сотрудники лаборатории рыбохозяйственной экологии КамчатНИРО организовали и провели обследование прибойной зоны Халактырского пляжа с целью определения причин данного явления.



Рис. 1. Желтая пена в прибойных волнах, Халактырский пляж (Авачинский залив), 29 апреля 2023 г. Фото Н.Н. Павлова
Fig. 1. The yellow foam at the tidal waters, the Khalaktyrsky Beach (Avachinsky Gulf), April 29, 2023. Photo by N.N. Pavlov

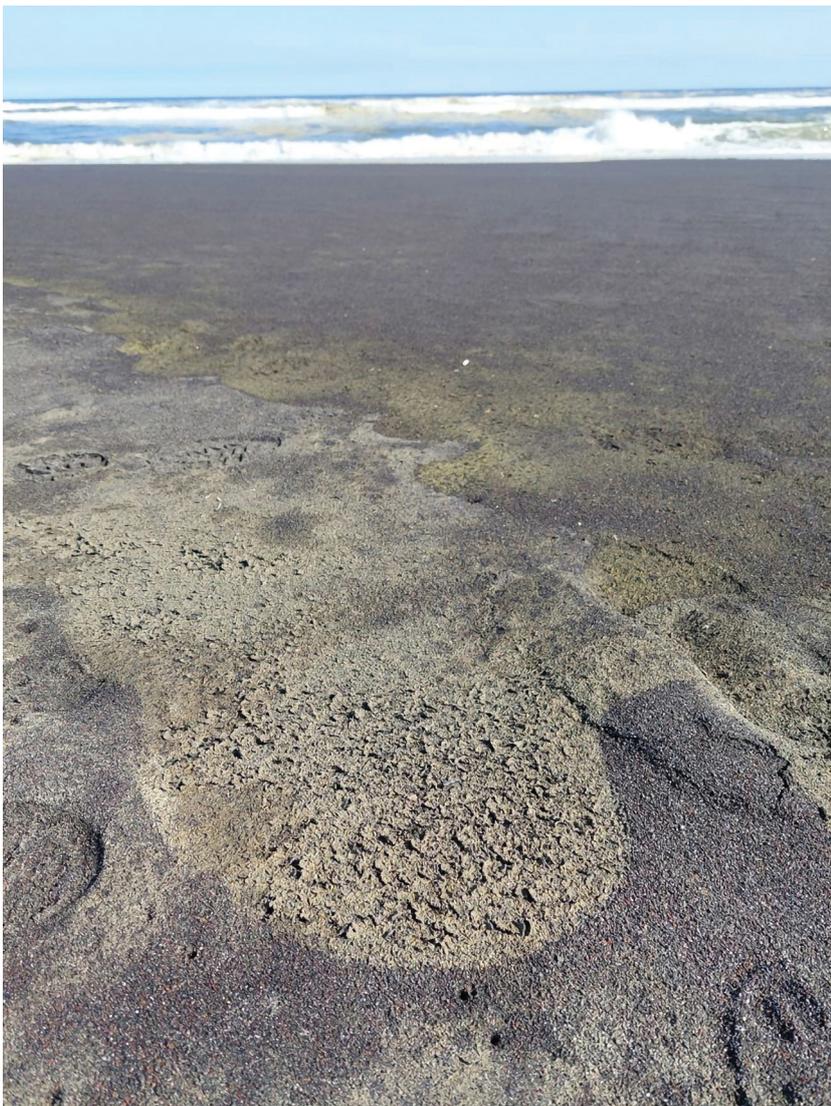


Рис. 2. Высохшая пена на песке Халактырского пляжа (Авачинский залив), 29 апреля 2023 г. Фото Н.Н. Павлова
Fig. 2. The dried foam on the sand of the Khalaktyrsky Beach (Avachinsky Gulf), April 29, 2023. Photo by N.N. Pavlov

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Обследование Халактырского пляжа (Авачинский залив, Восточная Камчатка) и отбор проб в прибойной зоне были проведены 2 и 4 мая 2023 г. (рис. 3).

Пробы были собраны ведром в точках с координатами: 1) 53°00.005' с. ш., 158°51.892' в. д., 2) 52°59.769' с. ш., 158°51.549' в. д. Образцы исследовали в световой микроскоп OLYMPUS BX41 с компьютерной фотоприставкой OLYMPUS DP21 в счетной камере Седжвика–Рафтера. Также была просмотрена проба воды, отобранная в прибойной полосе на Халактырском пляже 26 апреля 2023 г. — накануне зафиксированного Н.Н. Павловым явления. При идентификации микроводорослей использовали определитель планктонных морских флагеллят (Thronsdén, 1997). Температуру воды и координаты местоположения измеряли гидрологическим зондом CastAway-CTD.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Во всех изученных пробах были обнаружены колонии *Phaeocystis pouchetii* (Hariot) Lagerheim 1896 (рис. 4) — микроводоросли из отдела Nartophyta (гаптофитовые водоросли) класса Coccolithophyceae (кокколитофориды) ([https://](https://www.algaebase.org)

www.algaebase.org). 26 апреля численность колоний *P. pouchetii* не превышала 10 колоний/л. В разгар «цветения», 2 мая, их стало на порядок больше — 100 колоний/л., 4 мая отмечена заметная убыль колоний *P. pouchetii* до 5–8 колоний/л. Из-за сильного волнения температуру воды измерить не удалось.

В соответствии с численностью колоний *Phaeocystis* в прибрежной акватории менялся облик прибойных волн. Так, в начале «цветения» 26 апреля и в его завершающей фазе 4 мая пена на волнах была обычного белого цвета, тогда как 29 апреля и 2 мая, в активную фазу «цветения», на волнах отчетливо была заметна желто-зеленая пена (рис. 5), а на песке и в зоне волнового заплеска на заснеженную прибрежную тундру — зеленая сухая корочка (рис. 2, 6).

Первые сведения о находках *Phaeocystis pouchetii* в Северной Пацифике приведены И.А. Киселевым, который указывал, что «данный вид в больших количествах встречался в северной и северо-западной частях Берингова моря, нередко близ кромки льда» (Киселев, 1937). На восточном шельфе Берингова моря наблюдали «цветения» воды, образованные этим видом (Суханова, Флинт, 2001). Вид также



Рис. 3. Отбор проб воды в прибойной зоне, Халактырский пляж (Авачинский залив), 2 мая 2023 г.
Fig. 3. Sampling water in the tidal zone, the Khalaktyrsky Beach (Avachinsky Gulf), May 2, 2023

был найден, иногда в значительных количествах, в некоторых заливах северо-западной части Японского моря в феврале – начале апреля при температуре воды от минус 1,8 до 5,0 °C (Коновалова и др., 1989). Этот же вид включен в список планктонной флоры прибрежных вод Восточной Камчатки (Коновалова, 2006). Однако описание мест его находок приводится автором по литературным данным (Киселев, 1937; Суханова, Флинт, 2001; Коновалова и др., 1989), из чего мы делаем вывод, что в сборах из Авачинского и Кроноцкого заливов (Восточная Камчатка) Г.В. Коноваловой данный вид найден не был. Таким образом, в Авачинском заливе у

восточного побережья Камчатки *Phaeocystis pouchetii* указывается нами впервые.

Кроме того, возможно, что сотрудники КамчатНИРО, наблюдавшие обильную пену в прибрежной полосе возле устья р. Вывенка (Каргинский залив) 2 июня 2023 г., стали также свидетелями «цветения» *Phaeocystis* (рис. 7).

Организмы, относимые к роду *Phaeocystis*, появились на Земле 75 млн лет назад (Verity et al., 2007). В настоящее время описано двенадцать видов этого рода, занесенных в международную базу AlgaeBase.

Phaeocystis pouchetii, как *P. globosa* и *P. antarctica*, относится к видам, образующим колонии,

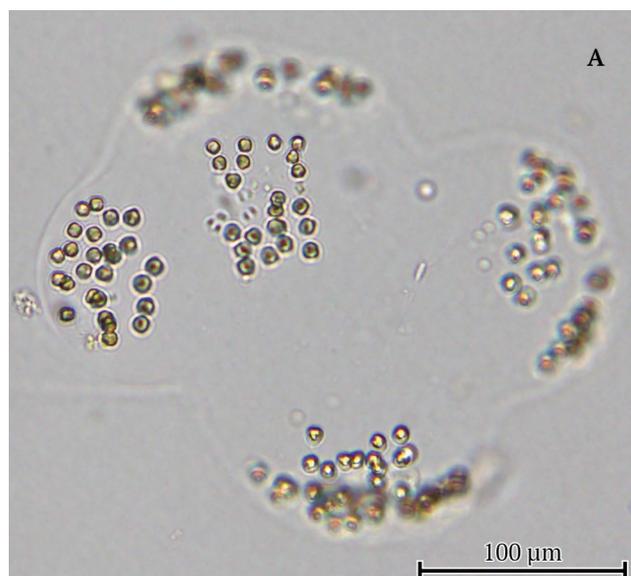


Рис. 4. Колонии *Phaeocystis pouchetii* в образцах прибрежной воды, отобранных на Халактырском пляже (Авачинский залив) 26 апреля (А) и 2 мая (Б) 2023 г.
Fig. 4. The colonies of *Phaeocystis pouchetii* in the tidal water samples, collected on the Khalaktyrsky Beach in April 26 (A) and May 2 (Б), 2023

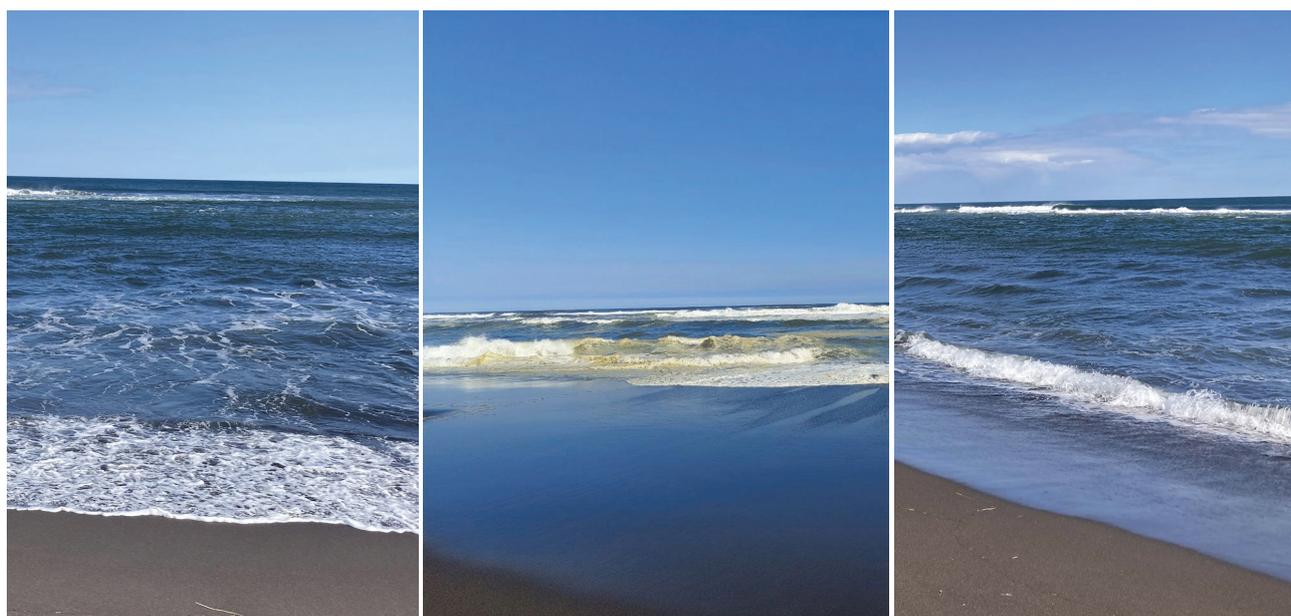


Рис. 5. Прибрежная акватория Халактырского пляжа 26 апреля (А), 29 апреля (Б) и 4 мая 2023 г.
Fig. 5. The coastal waters of the Khalaktyrsky Beach on April 26 (A), April 29 (Б) and May 4, 2023



Рис. 6. Засохшая пена в зоне штормового заплеска на Халактырском пляже в разгар «цветения» *Phaeocystis pouchetii* 2 мая 2023 г.
Fig. 6. The dried foam in the storm splash zone of the Khalaktyrsky Beach at the peak of the *Phaeocystis pouchetii* “bloom” on May 2, 2023



Рис. 7. Вероятное «цветение» *Phaeocystis* sp. в прибрежной зоне Карагинского залива возле устья р. Вывенки (западная часть Берингова моря) 2 июня 2023 г. Фото М.В. Коваля
Fig. 7. Presumably the *Phaeocystis* sp. bloom in the coastal zone of Karaginsky Gulf near the Vyvenka River outlet (Western Bering Sea) on June 2, 2023. Photo by M.V. Koval

и в своем жизненном цикле обычно имеет три типа клеток: подвижные клетки (флагелляты) с чешуйками (кокколитами) и гаптонемой; неподвижные клетки, организованные в колонии; и флагелляты, утратившие гаптонему и кокколиты (Verity et al., 2007).

К особенностям морфологии *Phaeocystis pouchetii*, которыми этот вид отличается от других, известных для Северотихоокеанского региона, например, *P. globosa*, относятся: максимальный размер колонии 1,5–2,0 мм, форма колонии — сферическая при ее диаметре менее 0,1 мм, и «облакообразная», когда диаметр колонии превышает 0,1 мм. Клетки располагаются в изгибах «облаков» плоскими прямоугольными группами по четыре клетки (см. рис. 4), промежутки между клетками свободны от слизи. Слизь, связывающая клетки, неплотная. Оптимальная температура роста составляет от минус 2,0 до 12,0 °С, предел температурной устойчивости — от менее минус 2,0 до 14,0 °С (Baumann et al., 1994).

Молодые мелкие сферические колонии *P. pouchetii* морфологически не отличимы от колоний другого бореального космополитного вида, *P. globosa*. В этом случае отличить эти виды можно по соотношению C/N, которое у первого вида составляет в среднем 9,0, а у второго 6,2 (Baumann et al., 1994).

До 30% биомассы *Phaeocystis* формируется слизистым полисахаридным матриксом (Karlson et al., 2021). При разрушении колоний образуется обильная пена, которая при нагонном ветре концентрируется в прибрежье, как, например, при «цветении» *P. pouchetii* у берегов

острова Нордерней (Фризские острова) (рис. 8) (Bätje, Michaelis, 1986).

Виды рода *Phaeocystis* имеют всесветное распространение и в прибрежной зоне морей Европы образуют регулярные нетоксичные «цветения». Такие виды, как *P. globosa* и *P. pouchetii*, обычны в прибрежных водах Бельгии, Нидерландов, Германии (Ваттовое море), Дании, Норвегии и Баренцева моря (Karlson et al., 2021). «Цветения» *Phaeocystis* отмечены в Средиземном море, в Аравийском море, у тихоокеанских берегов Южной Америки, у атлантического побережья Северной Америки (залив Мэн), у берегов Гренландии, в Южном океане и в Антарктике (моря Росса и Уэдделла) (Vogt et al., 2012).

Несмотря на нетоксичность *Phaeocystis*, в 2020 г. в Нидерландах во время обильного «цветения» этим видом прибрежной акватории, которое сопровождалось образованием слоя пены толщиной 2,5–3 м, погибли пять человек, занимавшихся в это время водным спортом (Karlson et al., 2021).

Виды рода *Phaeocystis* играют фундаментальную роль в глобальном биогеохимическом цикле углерода и серы (Vogt et al., 2012; Karlson et al., 2021). При «цветении» *Phaeocystis* его клетки синтезируют огромное количество диметилсульфида, который поступает в виде аэрозолей в атмосферу, выступая важным фактором в ее охлаждении (Verity et al., 2007). Клетки *Phaeocystis* могут служить донорами пластид некоторым динофлагеллятам, в том числе комплекса ВЦВ, например *Karenia* spp. (Verity et al., 2007). В высоких южных широтах *Phaeocystis* может давать до 50% первичной продукции,



Рис. 8. Пример мощного «цветения» *Phaeocystis pouchetii* 9 июня 1981 г. и глубокий слой пены на пляжах острова Нордерней (Фризские острова) (Bätje, Michaelis, 1986)
Fig. 8. An example of strong bloom of *Phaeocystis pouchetii* on the 9th of June, 1981, and impressive foam benches on the beaches of the island of Norde-
rney (Frisian Islands) (Bätje, Michaelis, 1986)

являясь важным компонентом карбонового цикла наряду с диатомовыми, особенно в прибрежной зоне (Nissen, Vogt, 2021).

«Колониальное цветение» *Phaeocystis* обычно следует за весенним максимумом развития диатомовых водорослей, которые, вероятно, изменяют химический состав воды, выделяя аллелохимические вещества, что является необходимым условием для формирования колоний *Phaeocystis* (Verity et al., 1991). Например, известно, что некоторые виды диатомей рода *Chaetoceros* продуцируют химические соединения, которые инициируют переход подвижных клеток *Phaeocystis* в неподвижную стадию. Свободно живущие клетки *Phaeocystis* могут прикрепляться к поверхностям посредством своих жгутиков (но не гаптонемой). Так 8-клеточные колонии *Phaeocystis* находили прикрепленными к цепочковидным колониям диатомовых водорослей (Verity et al., 1991). Молодые сферические колонии *P. pouchetii*, найденные во время его «цветения» на восточном шельфе Берингова моря в 1994 г., были прикреплены к щетинкам колониальной диатомеи *Chaetoceros debilis* (Суханова, Флинт, 2001). Массовыми сопутствующими видами диатомовых микроводорослей во время «цветения» *Phaeocystis* могут быть как колониальные таксоны родов *Chaetoceros*,

Thalassiosira, *Pseudo-nitzschia* (Киселев, 1937; Суханова, Флинт, 2001; Nissen, Vogt, 2021), так и крупные диатомеи, не образующие колонии, например, *Proboscia alata*, *Corethron criophilum* (Суханова, Флинт, 2001) или *Navicula directa* (Киселев, 1934). В случае «цветения» *Phaeocystis* в прибрежных водах Авачинского залива в воде, наряду с колониями этого вида, в изобилии отмечены колониальные диатомеи родов *Chaetoceros*, *Thalassiosira*, *Odontella* (рис. 9).

Триггерами «цветения» *Phaeocystis* могут стать эдафические факторы — такие как уменьшение концентрации кремния и фосфатов, а также металлов. В опытах с культурой *Phaeocystis* cf. *pouchetii* показано, что в интервале температур 0–20 °С рост колоний экспоненциально увеличивался в зависимости от освещенности. Этими же опытами было подтверждено, что одиночные клетки лучше адаптированы к низким значениям освещенности и температуры, чем клетки в колониях (Verity et al., 1991). Температурный оптимум «цветения» *Phaeocystis* в Беринговом море лежит в пределах 4–8 °С (Суханова, Флинт, 2001). Соотношение обилия *Phaeocystis* и диатомовых в прибрежных водах Антарктики зависит от пространственно-временной динамики концентрации железа и освещенности (Nissen, Vogt, 2021).



Рис. 9. Фитопланктон в прибойной зоне Халактырского пляжа (Авачинский залив), 2 мая 2023 г. (черные стрелки — *Thalassiosira* spp.; красная стрелка — *Chaetoceros socialis*; синяя стрелка — *Odontella aurita*)
 Fig. 9. Phytoplankton in the tidal zone of the Khalaktyrsky Beach (Avachinsky Gulf) on May 2, 2023 (black arrows — *Thalassiosira* spp.; red arrow — *Chaetoceros socialis*; blue arrow — *Odontella aurita*)

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Предполагается, что «цветение» *Phaeocystis* развивается как двуступенчатый процесс, в который обязательно вовлечены обе стадии жизненного цикла — колониальная и одиночные клетки. Одиночные клетки увеличивают численность за счет высокой скорости роста при низкой освещенности и температуре, при этом привлекая мелкими размерами потребителей из числа мирного зоопланктона. Колонии формируются из одиночных клеток, чему, вероятно, способствует наличие диатомовых, и на этой стадии медленного роста колоний популяция минимизирует воздействие выедания зоопланктоном (Verity et al., 1991).

Утилизация органического вещества во время и после «цветения» *Phaeocystis* идет в нескольких направлениях. Часть колоний оседает на дно и вовлекается в бентические пищевые цепи (Verity et al., 2007). Часть колоний в планктоне подвергается биотической деструкции при обильном заселении бактериями (Суханова, Флинт, 2001; Verity et al., 2007), протистами, например, хоанофлагеллятами (Суханова, Флинт, 2001) или диатомовыми микроводорослями (Sazhin et al., 2007).

Феномен «цветения» *Phaeocystis* в Авачинском заливе (Восточная Камчатка) отмечен впервые. Это явление сопровождалось обильным развитием колониальных диатомовых микроводорослей *Thalassiosira* spp., *Chaetoceros socialis*. Какие эдафические факторы стали триггерами «цветения», остается только предполагать. Очевидно, что явление требует изучения, в том числе в режиме мониторинга.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

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

The authors declare that this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references to all data of other authors used in the review are formatted in accordance with the state standards (GOST). The authors declare that they have no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ
AUTHOR CONTRIBUTION

Е.В. Лепская — организация отбора проб, отбор и обработка проб, текст статьи, включающий анализ оригинальных и литературных данных, фотоматериалы, микрофотографии. О.Б. Тепнин — отбор проб, работа с гидрологическим зондом CastAway (YSI, США). Н.Н. Павлов — информация о начале «цветения» *Phaeocystis*, фотоматериалы.

Lepskaya E.V. – organization of sampling, selection and processing of the samples, text of the article, including analysis of original and literary data, photographic materials, microphotographs. Tepnin O.B. – sampling, working with the CastAway hydrological probe (YSI, USA). Pavlov N.N. – information about the beginning of the “blooming” of *Phaeocystis*, photographic materials.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Киселев И.А. 1937. Состав и распределение фитопланктона в северной части Берингова и южной части Чукотского морей // Исслед. морей СССР. Вып. 25. С. 217–245.

Коновалова Г.В. 2006. Планктонная флора прибрежных вод Восточной Камчатки. Жгутиковые водоросли. II // Тр. Камчат. фил.-ла Тихоокеанского ин-та геогр. ДВО РАН. Вып. VI. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор. С. 8–23.

Коновалова Г.В., Орлова Т.Ю., Паутова Л.А. 1989. Атлас фитопланктона Японского моря. Л.: Наука. 160 с.

Суханова И.Н., Флинт М.В. 2001. *Phaeocystis pouchetii* на восточном шельфе Берингова моря // Океанология. Т. 41, № 1. С. 80–90.

Bätje M., Michaelis H. 1986. *Phaeocystis pouchetii* blooms in the East Frisian coastal waters (German Bight, North Sea) // Marine Biology. No. 93. P. 21–27.

Baumann M.E.M., Lancelot C., Brandini F.P., Sakshaug E., John D.M. 1994. The taxonomic identity of the cosmopolitan prymnesiophyte *Phaeocystis*: a morphological and ecophysiological approach // Journal of Marine Systems. No. 5. P. 5–22.

Karlson B., Andersen P., Arneborg L., Cembella A., Eikrem W., John U., West J.J., Klemm K., Kobos J., Lehtinen S., Lundholm N., Mazur-Marzec H., Naustvoll L., Poelman M., Provoost P., De Rijcke M., Suikkanen S. 2021. Harmful algal blooms and their effects in coastal seas of Northern Europe // Harmful Algae. No. 102. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2021.101989>.

Nissen C., Vogt M. 2021. Factors controlling the competition between *Phaeocystis* and diatoms in the

- Southern Ocean and implications for carbon export fluxes // *Biogeosciences*. N 18. P. 251–283. <https://doi.org/10.5194/bg-18-251-2021>
- Orlova T.Yu., Alexanin A.I., Lepskaya E.V., Efimova K.V., Selina M.S., Morozova T.V., Stonik I.V., Kachur V.A., Karpenko A.A., Vinnikov K.A., Adrianov A.V., Mitsunori Iwataki. 2022. A massive bloom of *Karenia* species (Dinophyceae) off the Kamchatka coast, Russia, in the fall of 2020 // *Harmful Alga*. No. 120. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2022.102337>
- Sazhin A.F., Najstgaard J.C., Artigas L.F., Fischer M. 2007. The colonization of two *Phaeocystis* species (Prymnesiophyceae) by pennate diatoms and other protists: A significant contribution to colony biomass // *Biogeochemistry*. N 83. P. 137–145. <https://10.1007/s10533-007-9086-2>
- Thronsdén J. 1997. The Planktonic Marine Flagellates Chapter 5 in *Identifying Marine Phytoplankton*. Edited by Carmelo R. Tomas. P. 591–729.
- Verity P.G., Smayda T.J., Sakshaug E. 1991. Photosynthesis, excretion, and growth rates of *Phaeocystis* colonies and solitary cells. Pp. 117–128 in Sakshaug E., Hopkins, C.C. E. & Britsland. N.A. (eds.): *Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology*. Trondheim, 12–16 May 1990. *Polar Research IO* (1).
- Verity P.G., Brussaard C.P., Nejstgaard J.C., Leeuwe M.A., van Lancelot C., Medlin L.K. 2007. Current understanding of *Phaeocystis* ecology and biogeochemistry, and perspectives for future research // *Biogeochemistry* 83, 311–330. <https://doi.org/10.1007/s10533-007-9090-6>.
- Vogt M., O'Brien C., Peloquin J., Schoemann V., Breton E., Estrada M., Gibson J., Karentz D., Van Leeuwe M.A., Stefels J., Widdicombe C., Peperzak L. 2012. Global marine plankton functional type biomass distributions: *Phaeocystis* spp. // *Earth System Science Data*. No. 4. P. 107–120. www.earth-syst-sci-data.net/4/107/2012/doi:10.5194/essd-4-107-2012.
- Sukhanova I.N., Flint M.V. *Phaeocystis pouchetii* on the eastern shelf of the Bering Sea. *Oceanology*, 2001, vol. 41, no. 1, pp. 80–90. (In Russian)
- Bätje M., Michaelis H. *Phaeocystis pouchetii* blooms in the East Frisian coastal waters (German Bight, North Sea). *Marine Biology*, 1986, no. 93, pp. 21–27.
- Baumann M.E.M., Lancelot C., Brandini F.P., Sakshaug E., John D.M. The taxonomic identity of the cosmopolitan prymnesiophyte *Phaeocystis*: a morphological and ecophysiological approach. *Journal of Marine Systems*, 1994, no. 5, pp. 5–22.
- Karlson B., Andersen P., Arneborg L., Cembella A., Eikrem W., John U., West J.J., Klemm K., Kobos J., Lehtinen S., Lundholm N., Mazur-Marzec H., Naustvoll L., Poelman M., Provoost P., De Rijcke M., Suikkanen S. Harmful algal blooms and their effects in coastal seas of Northern Europe. *Harmful Algae*, 2021, no. 102. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2021.101989>.
- Nissen C., Vogt M. Factors controlling the competition between *Phaeocystis* and diatoms in the Southern Ocean and implications for carbon export fluxes. *Biogeosciences*, 2021, no. 18, pp. 251–283. <https://doi.org/10.5194/bg-18-251-2021>
- Orlova T.Yu., Alexanin A.I., Lepskaya E.V., Efimova K.V., Selina M.S., Morozova T.V., Stonik I.V., Kachur V.A., Karpenko A.A., Vinnikov K.A., Adrianov A.V., Mitsunori Iwataki. A massive bloom of *Karenia* species (Dinophyceae) off the Kamchatka coast, Russia, in the fall of 2020. *Harmful Algae*, 2022, no. 120. <https://doi.org/10.1016/j.hal.2022.102337>
- Sazhin A.F., Najstgaard J.C., Artigas L.F., Fischer M. The colonization of two *Phaeocystis* species (Prymnesiophyceae) by pennate diatoms and other protists: A significant contribution to colony biomass. *Biogeochemistry*, 2007, no. 83, pp. 137–145. <https://10.1007/s10533-007-9086-2>
- Thronsdén J. The Planktonic Marine Flagellates Chapter 5 in *Identifying Marine Phytoplankton*. Edited by Carmelo R. Tomas, 1997, pp. 591–729.
- Verity P.G., Smayda T.J., Sakshaug E. Photosynthesis, excretion, and growth rates of *Phaeocystis* colonies and solitary cells in Sakshaug E., Hopkins, C.C. E. & Britsland. N.A. (eds.): *Proceedings of the Pro Mare Symposium on Polar Marine Ecology*. Trondheim, 12–16 May 1990. *Polar Research IO* (1), 1991, pp. 117–128.
- Verity P.G., Brussaard C.P., Nejstgaard J.C., Leeuwe M.A., van Lancelot C., Medlin L.K. Current understanding of *Phaeocystis* ecology and biogeochemistry, and perspectives for future research. *Biogeochemistry*, 2007, 83, 311–330. <https://doi.org/10.1007/s10533-007-9090-6>.

REFERENCES

- Kiselev I.A. Composition and distribution of phytoplankton in the northern part of the Bering and southern part of the Chukchi Seas. *Issled. morey SSSR* [Research. seas of the USSR], 1937, vol. 25, pp. 217–245.
- Konovalova G.V. Planktonic flora of coastal waters of Eastern Kamchatka. Flagellated algae. II. *Trudy Kamchat. fil-la Tikhoookeanskogo in-ta geogr. DVO RAN*, 2006, issue 6, pp. 8–23. (In Russian)
- Konovalova G.V., Orlova T.Y., Pautova L.A. *Atlas fitoplanktona Yaponskogo moray* [Atlas of phytoplankton of the Sea of Japan]. Leningrad: Nauka, 1989, 160 p.

Vogt M., O'Brien C., Peloquin J., Schoemann V., Breton E., Estrada M., Gibson J., Karentz D., Van Leeuwe M.A., Stefels J., Widdicombe C., Peperzak L. Global marine plankton functional type biomass distributions: *Phaeocystis* spp. *Earth System Science Data*, 2012, vol. 4, issue 1, pp. 107–120. www.earth-syst-sci-data.net/4/107/2012/ doi:10.5194/essd-4-107-2012.

Об авторах

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

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

Н.Н. Павлов — ген. директор ООО «Восток Тур»

Information about the authors

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

Oleg B. Tepnin – Head of Division (KamchatNIRO)

Nikolay N. Pavlov – Head of East Tour Co. Ltd.

Статья поступила в редакцию: 10.10.2023

Одобрена после рецензирования: 17.10.2023

Статья принята к публикации: 07.11.2023

Краткое сообщение / Short communication article

УДК 579.556.31(265.5)

doi:10.15853/2072-8212.2023.70.63-69



ПЕРВЫЕ СВЕДЕНИЯ О ВСТРЕЧАЕМОСТИ И ЭКОЛОГИИ ГИГАНТСКОГО КРЮЧКОРОГА *ARTEDIELLUS INGENS* (COTTIDAE) У КУРИЛЬСКИХ ОСТРОВОВ

Курбанов Юрий Каримович^{1,2}

¹Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, kurbanov.u.k@kamniro.ru

²Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ), Петропавловск-Камчатский, Россия

Аннотация. По материалам, собранным в ходе мониторинга донного тралового промысла, впервые рассмотрены встречаемость, некоторые стороны экологии и размерный состав гигантского крючкороба *Artediellus ingens* у Средних Курильских островов. Установлено, что он является регулярным видом прилова на глубинах 250–488 м при температуре воды у дна 1,8–3,9 °С. Вероятно, данный вид относится к мезобентальному ихтиоцелу. В траловых уловах *A. ingens* представлен особями длиной 10–19 см. Сопоставление его максимальных размеров с таковыми других видов рода *Artediellus* показало, что он является одним из наиболее крупных.

Ключевые слова: гигантский крючкороб *Artediellus ingens*, Cottidae, встречаемость, распределение, экология, Курильские острова

Благодарности: автор выражает глубокую признательность А.А. Баланову (ННЦМБ ДВО РАН, г. Владивосток) за помощь, оказанную в определении видовой принадлежности *A. ingens*.

Для цитирования: Курбанов Ю.К. Первые сведения о встречаемости и экологии гигантского крючкороба *Artediellus ingens* (Cottidae) у Курильских островов // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. № 70. С. 63–69.

FIRST DATA ON THE OCCURENCE AND ECOLOGY OF GIANT HOOKEAR SCULPIN *ARTEDIELLUS INGENS* (COTTIDAE) OFF THE KURIL ISLANDS

Yuri K. Kurbanov^{1,2}

¹Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fishery and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, kurbanov.u.k@kamniro.ru

²Kamchatka State Technical University (KamchatGTU), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

Abstract. Based on materials collected during monitoring of bottom trawl fishing, the occurrence, some aspects of ecology and size composition of giant hookear sculpin *Artediellus ingens* were examined for the first time off the Middle Kuril Islands. It has been established that this species is a regular bycatch at the depths 250–488 m at the temperature of the near-bottom water layer of 1.8–3.9 °C. Most likely *A. ingens* belongs to mesobenthic ichthyocene. In the trawl catches, this species is represented by individuals of 10–19 cm TL. Comparison of the maximum body length with that of the other species of the genera *Artediellus* indicated this species is one of the largest.

Keywords: giant hookear sculpin *Artediellus ingens*, Cottidae, occurrence, distribution, ecology, Kuril Islands

Acknowledgments: author is deeply grateful to A.A. Balanov (A.V. Zhirmunsky National Scientific Center of Marine Biology RAS, Vladivostok) for assistance in species identification of *A. ingens*.

For citation: Kurbanov Yu.K. First data on the occurrence and ecology of giant hookear sculpin *Artediellus ingens* (Cottidae) off the Kuril Islands // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 70. P. 63–69.

К настоящему времени установлено, что в морской акватории Дальнего Востока обитают 11 представителей бычков-крючкоробов рода *Artediellus* из семейства Cottidae. Среди них у Курильских островов отмечено восемь видов: тонкохвостый *A. camchaticus* Gilbert et Burke, 1912, гигантский *A. ingens* Nelson, 1986, мягкорылый *A. micanthus* Gilbert et Burke, 1912, малый *A. mi-*

nor (Watanabe, 1958), охотский *A. ochotensis* Gilbert et Burke, 1912, лопастной *A. pacificus* Gilbert, 1896, а также Дыдымова *A. dydymovi* Soldatov, 1915 и Гомоюнова *A. gomojunovi*, Taranetz, 1933 (Таранец, 1937; Шмидт, 1950; Андрияшев, 1961; Нелов, 1979; Линдберг, Красюкова, 1987; Борец, 2000; Шейко, Федоров, 2000; Парин и др., 2014; Nelson, 1986; Parin et al., 2002).

Распределение и биология многих крючкорогов до сих пор остаются не исследованными, имеются лишь отрывочные сведения (Андрюшев, 1961; Неелов, 1979). Наиболее изученным следует считать только *A. camchaticus* (Токранов, 1981, 1988а; Токранов, Полутов, 1984; Токранов, Орлов, 2015), и в меньшей степени — *A. ochotensis* (Токранов, 2013) из прикамчатских и прикурильских вод. Тем временем о других представителях рода *Arteidiellus* опубликованная информация сводится к оценке встречаемости в уловах и обилии в разных районах дальневосточных морей (Токранов, 1988б; Орлов, 1998; Гаврилов, Глебов, 2002; Четвергов и др., 2003; Золотов, Дубинина, 2013; Терентьев и др., 2013; Савин, Глебов, 2016; Савин, 2018; Курбанов, Терентьев, 2019; Савельев и др., 2019; и др.).

Как новый вид, *A. ingens* (рис. 1) был описан сравнительно недавно по экземплярам, пойманым с охотоморской стороны о. Симушир на глубине 429 м (Nelson, 1986). Несколько позже границы его ареала были расширены вследствие включения акватории, расположенной у Северных Курил и юго-восточного побережья Камчатки (Шейко, Федоров, 2000; Федоров, 2000; Parin et al., 2002). Однако какие-либо другие сведения об этом виде в литературе отсутствовали.

При проведении мониторинга донного тралового промысла у Курильских островов автором собраны данные, которые позволяют впервые охарактеризовать встречаемость, а также обсудить некоторые стороны экологии и биологии *A. ingens*. Это и является целью настоящего сообщения.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Материал собран в ходе мониторинговых исследований на промысле северного одноперого терпуга *Pleurogrammus monopterygius* (Pallas,

1810) и командорского кальмара *Berryteuthis magister* (Berry, 1913) в тихоокеанских водах у Средних Курил (участок от 46°46' до 47°57' с. ш.) в апреле–июле 2018, 2020 и 2022 гг. Было проанализировано 120 тралений, выполненных на глубинах 100–496 м. В качестве орудия лова использовали донный трал Selstad 810 msk Streamline с вертикальным и горизонтальным раскрытием в пределах 12,0–12,6 и 37,5–37,6 м соответственно. Размер ячеи в кутке на промысле *P. monopterygius* составил 110 мм, а при добыче командорского кальмара дополнительно вшивали мелкочейную вставку (30 мм). Скорость судов во время тралений варьировала от 2,3 до 4,5 (в среднем 3,4) узлов.

Видовую идентификацию *A. ingens* проводили согласно работе Д.У. Нельсона (Nelson, 1986), которая в дальнейшем была подтверждена А.А. Балановым (НИЦМБ ДВО РАН, Владивосток). Частоту встречаемости (в %) оценивали исходя из числа результативных тралений (с исследуемым видом) от их общего количества. Карту мест поимок *A. ingens* строили с помощью программы ArcView GIS 3.3. Анализ размерного состава основан на измерении полной длины (*TL*) у 305 экз. Среднюю массу рыб по глубинам рассчитывали как отношение суммарной массы особей к их общему числу, отмеченному в уловах.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Считается (Шейко, Федоров, 2000; Парин и др., 2014; Parin et al., 2002), что *A. ingens* — редкий представитель семейства Cottidae. Однако, как показал анализ траловых уловов, у Средних Курил этот вид был достаточно обычным и регулярно наблюдался в качестве прилова. Особи *A. ingens* отмечены с тихоокеанской стороны о-вов Кетой и Симушир, а также в проливе Дианы (рис. 2). Частота встречаемости по годам исследований варьировала от 30,7 до 84,2%.



Рис. 1. Гигантский крючкорог *Arteidiellus ingens* *TL* 15,0 см из тихоокеанских вод у Средних Курильских островов (фото автора)
Fig. 1. Giant hookear sculpin *Arteidiellus ingens* of 15,0 cm *TL* from the Pacific Ocean waters off the Middle Kuril Islands (photo by the author)

Характерно, что все поимки зафиксированы исключительно на промысле командорского кальмара, при лове которого использовали мелкочейную вставку в кутке донного трала. Тем не менее доля *A. ingens* по массе в уловах была достаточно мала, не превышая, за редким исключением, 1,0% (табл. 1).

По литературным данным (Шейко, Федоров, 2000; Парин и др., 2014; Nelson, 1986), исследуемый вид обитает в нижней части шельфа и прилегающих участках материкового склона на глубинах 170–429 м. В ходе мониторинговых работ у Средних Курильских островов в апреле–июле *A. ingens* отмечен в интервале 250–488 м (при среднем значении 344,7 м), что несколько расширяет известные границы вертикального распространения. При этом большее число особей (78,7%) было отловлено в батиме-

трическом диапазоне 301–400 м. Заметим, что в настоящее время нет единой точки зрения касательно принадлежности *A. ingens* к конкретному ихтиоцелу. Одни авторы (Федоров, 2000; Шейко, Федоров, 2000) считают его мезобентальным, другие — элиторальным (Парин и др., 2014). Учитывая, что в период исследований во всех 45 тралениях, выполненных на глубинах менее 250 м, *A. ingens* не зафиксирован, вероятно, его следует считать все же типичным представителем мезобентали. Подтверждением этого служат и показатели температуры придонного слоя воды, при которых данный вид отмечался. Так, особи *A. ingens* встречены при значениях 1,8–3,9 °С, причем более 90% рыб были приурочены к интервалу 2,0–3,0 °С (рис. 3), что указывает на его явную stenothermность. Для сравнения, элиторальный *A. cam-*

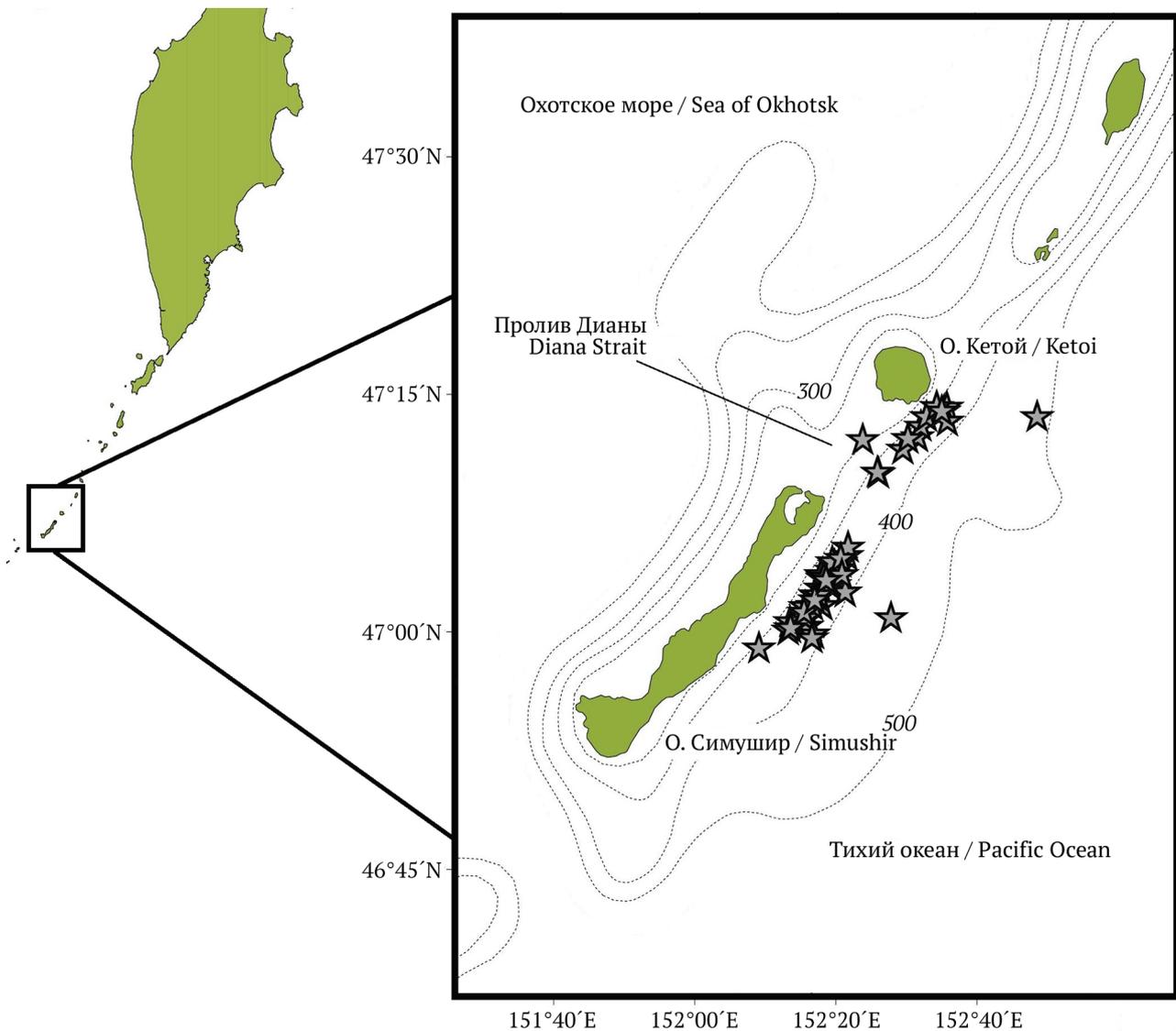


Рис. 2. Места поимок (★) *Artediellus ingens* у Средних Курильских островов в апреле–июле 2018, 2020 и 2022 гг.
Fig. 2. Sites of the catch of *Artediellus ingens* (★) off the Middle Kuril Islands in April–July of 2018, 2020 and 2022

chaticus в тихоокеанских водах у Северных Курил и Камчатки придерживается нижней части шельфа на глубинах менее 200 м при температуре придонных вод 0–2,0 °С (Токранов, Полутов, 1984; Токранов, Орлов, 2015).

По сведениям Д.У. Нельсона (Nelson, 1986), максимальный размер *A. ingens* составляет 12,3 см, однако этот показатель относится к стандартной длине (*SL*, от кончика рыла до конца чешуйного покрова). В ходе наших исследований у Средних Курильских островов данный вид был представлен особями длиной 10–19 см (в среднем 15,34 см) (рис. 4). Но чаще в уловах

присутствовали рыбы размерной группы 15–17 см (67,2%). Если сравнивать опубликованные сведения о максимальных размерах других представителей рода *Artediellus* (Андрияшев, 1961; Борец, 2000; Токранов, 2013; Токранов, Орлов, 2015; Mecklenburg et al., 2002, 2016), то *A. ingens*, наравне с *A. camchaticus*, является наиболее крупным.

Примечательно, что на глубинах менее 300 м средние показатели длины и массы *A. ingens* оказались несколько меньше, чем в диапазоне 301–488 м, составив 14,75 см и 34,4 г соответственно (табл. 2). Заметим, что подобная

Таблица 1. Количественные показатели встречаемости *Artediellus ingens* в тихоокеанских водах у Средних Курильских островов в апреле–июле 2018, 2020 и 2022 гг.
Table 1. Quantitative indicators of the occurrence of *Artediellus ingens* in the Pacific Ocean waters off the Middle Kuril Islands in April–July of 2018, 2020 and 2022

Показатели / Indicators	Величины / Values	
	min–max	<i>M</i>
Доля по массе, % / Portion in catches by mass, %	0,01–1,04	0,24
Число рыб за 1 ч траления, экз. / Catch, ind./h of trawling	18–1392	359
Длина тела (<i>TL</i>), см / Total body length (<i>TL</i>), cm	10–19	15,34
Глубина поимок, м / Depth of the catches, m	250–488	344,7
Придонная температура, °С / Near-bottom temperature, °C	1,8–3,9	2,5
Уловов с видом / Number catches of which <i>A. ingens</i> was recorded	53	

Примечание / Note: min–max — пределы варьирования (limits of variation); *M* — среднее значение (mean)

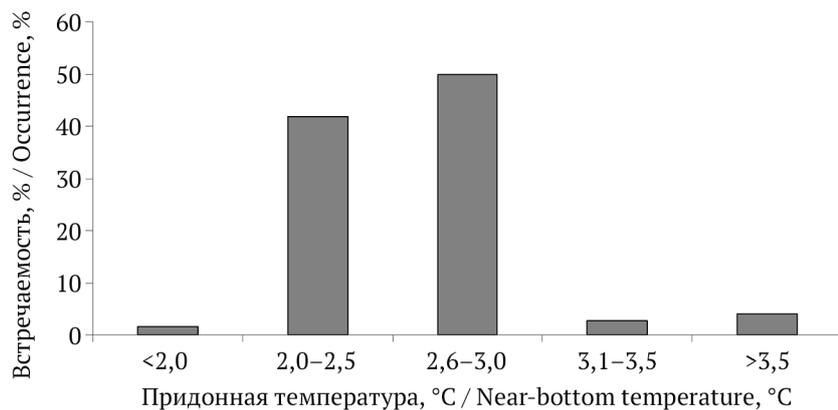


Рис. 3. Частота встречаемости *Artediellus ingens* в зависимости от температуры придонного слоя воды у Средних Курильских островов в апреле–июле 2018, 2020 и 2022 гг.
Fig. 3. The *Artediellus ingens* occurrence frequency depending on the water temperature in the near-bottom layer off the Middle Kuril Islands in April–July of 2018, 2020 and 2022

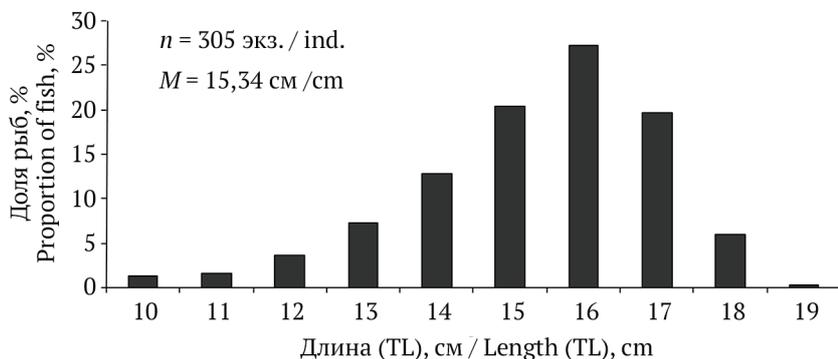


Рис. 4. Размерный состав *Artediellus ingens* в тихоокеанских водах у Средних Курильских островов в апреле–июле 2018, 2020 и 2022 гг.
Fig. 4. Size composition of *Artediellus ingens* in the Pacific Ocean waters off the Middle Kuril Islands in April–July of 2018, 2020 and 2022

Таблица 2. Средние показатели длины и массы *Artediellus ingens* по глубинам в тихоокеанских водах у Средних Курильских островов в апреле–июле 2018, 2020 и 2022 гг.
Table 2. Mean body length and weight of *Artediellus ingens* in the Pacific Ocean waters off the Middle Kuril Islands by depths in April–July of 2018, 2020 and 2022

Глубина, м / Depth, m	Длина, см / Length, cm	Масса, г / Weight, g	<i>n</i> , экз. / <i>n</i> , ind.	Тралений с видом / Trawlings with the finds of <i>Artediellus ingens</i>
250–300	14,75	34,4	24	9
301–400	15,41	35,8	214	40
401–488	15,36	35,2	67	4

Примечание/Note: *n* — число промеренных рыб / number of fish measured.

особенность батиметрического распределения рыб разных размерных групп была выявлена (Токранов, Орлов, 2015) и для *A. camchaticus* в тихоокеанских водах у Северных Курил и юго-восточной оконечности Камчатки.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ траловых уловов показал, что *A. ingens* в тихоокеанских водах у Средних Курильских островов является обычным видом прилова на промысле командорского кальмара. В апреле–июле это вид отмечается на глубинах 250–488 м при температуре воды у дна 1,8–3,9 °С. Исходя из высокой частоты встречаемости в диапазоне 301–400 м, предполагается, что он принадлежит к мезобентальному ихтиоцелу, а не элиторальному, как считали некоторые исследователи. Максимальная длина вида составляет 19 см, что делает его одним из самых крупных представителей рода *Arteidiellus*.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

Все применимые международные, национальные и/или институциональные принципы ухода и использования животных были соблюдены. Библиографические ссылки оформлены в соответствии с ГОСТом.

All applicable international, national, and/or institutional guidelines for the care and use of animals were followed. Bibliographic references are formatted in accordance with the state standards (GOST).

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

Андряшев А.П. 1961. Обзор бычков-крючорогов рода *Arteidiellus* Jord. (Pisces, Cottidae) Берингова моря // Вопр. ихтиологии. Т. 1. № 2. С. 231–242.

Борец Л.А. 2000. Аннотированный список рыб дальневосточных морей. Владивосток: ТИНРО-Центр. 192 с.

Гаврилов Г.М., Глебов И.И. 2002. Состав донного ихтиоцелена в западной части Берингова моря в ноябре 2000 г. // Изв. ТИНРО. Т. 130. С. 1027–1037.

Золотов А.О., Дубинина А.Ю. 2013. Состав и многолетняя динамика биомассы донных рыб тихоокеанского шельфа Камчатки и Северных Курильских островов // Изв. ТИНРО. Т. 173. С. 46–66.

Курбанов Ю.К., Терентьев Д.А. 2019. Современное состояние сообщества демерсальных рыб Карагинского и Олюторского заливов // Вестник рыбохоз. науки. Т. 6, № 2. С. 4–15.

Линдберг Г.У., Красюкова З.В. 1987. Рыбы Японского моря и сопредельных частей Охотского и Желтого морей. Ч. 5. Л.: Наука. 526 с.

Неелов А.В. 1979. Сейсмодатированная система и классификация керчаковых рыб (Cottidae: Muoxocephalinae, Arteidiellinae). Л.: Наука. 208 с.

Орлов А.М. 1998. Демерсальная ихтиофауна тихоокеанских вод Северных Курильских островов и Юго-Восточной Камчатки // Биология моря. Т. 24, № 3. С. 146–160.

Парин Н.В., Евсеенко С.А., Васильева Е.Д. 2014. Рыбы морей России: аннотированный каталог. М.: Тов-во науч. изданий КМК. 733 с.

Савельев П.А., Метелев Е.А., Сергеев А.С., Данилов В.С. 2019. Видовой состав и распределение донных рыб в элиторали северо-западной части Охотского моря в летний период // Вопр. ихтиологии. Т. 59, № 4. С. 405–415.

Савин А.Б. 2018. Ресурсы рыб в придонных биотопах шельфа и верхнего края свала глубин северо-западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. Т. 192. С. 15–36.

Савин А.Б., Глебов И.И. 2016. Современное состояние запасов демерсальных рыб на шельфе исключительной экономической зоны России северо-западной части Берингова моря // Изв. ТИНРО. Т. 187. С. 89–109.

Таранец А.Я. 1937. Краткий определитель рыб советского Дальнего Востока и прилежащих вод // Изв. ТИНРО. Т. 11. 200 с.

Терентьев Д.А., Михалютин Е.А., Матвеев А.А. 2013. Современное состояние запасов, многолетняя динамика распределения и размерной структуры массовых промысловых видов рыб на шельфе западного побережья Камчатки в летний период // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 30. С. 5–27.

Токранов А.М. 1981. Распределение керчаковых (Cottidae, Pisces) на западнокамчатском шельфе в летний период // Зоологич. журнал. Т. 60, вып. 2. С. 229–237.

Токранов А.М. 1988а. Некоторые вопросы биологии камчатского крючорога *Arteidiellus camchaticus* восточного побережья Камчатки // Вопр. ихтиологии. Т. 28, № 3. С. 415–420.

Токранов А.М. 1988б. Видовой состав и биомасса рогатковых (Pisces: Cottidae) в прибрежных водах Камчатки // Бюл. МОИП. Отд. биол. Т. 93, № 4. С. 61–69.

Токранов А.М. 2013. Некоторые черты биологии охотского усатого крючорога *Arteidiellus ochotensis* (Cottidae) в прикамчатских водах Охотского моря / Чтения памяти академика

К.В. Симакова : Матер. Всерос. науч. конф. Магадан: СВНЦ ДВО РАН. С. 173–175.

Токранов А.М., Орлов А.М. 2015. Особенности экологии тонкохвостого крючкороба *Artediellus camchaticus* Gilbert et Burke, 1912 (Pisces: Cottidae) в прикамчатских и прикурильских водах Тихого океана // Тр. ЗИН РАН. Т. 319, № 2. С. 257–268.

Токранов А.М., Полутов В.И. 1984. Распределение рыб в Кроноцком заливе и факторы, его определяющие // Зоологич. журнал. Т. 63, № 9. С. 1363–1373.

Федоров В.В. 2000. Видовой состав, распределение и глубины обитания видов рыбообразных и рыб Северных Курильских островов / Промыслово-биологические исследования рыб в тихоокеанских водах Курильских островов и прилежащих районах Охотского и Берингова морей в 1992–1998 гг. М.: ВНИРО. С. 7–46.

Четвергов А.В., Архандеев М.В., Ильинский Е.Н. 2003. Состав, распределение и состояние запасов донных рыб у Западной Камчатки в 2000 г. // Тр. КФ ТИГ ДВО РАН. Вып. 4. С. 227–256.

Шейко Б.А., Федоров В.В. 2000. Класс Cephalaspidomorphi – Миноги. Класс Chondrichthyes – Хрящевые рыбы. Класс Holosephali – Цельноголовые. Класс Osteichthyes – Костные рыбы / Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камч. печатный двор. С. 7–69.

Шмидт П.Ю. 1950. Рыбы Охотского моря : Моногр. М.; Л.: АН СССР. 370 с.

Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Sheiko B.A., Steinke D. 2016. Pacific Arctic Marine Fishes. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri. 406 p.

Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. 2002. Fishes of Alaska. Bethesda, Maryland: Amer. Fish. Soc. 1037 p.

Nelson D.W. 1986. Two new species of the cottid genus *Artediellus* from the Western North Pacific Ocean and the Japan Sea // Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia. Vol. 138, № 1. P. 33–45.

Parin N.V., Fedorov V.V., Sheiko B.A. 2002. An annotated catalog of fishlike vertebrates and fishes of the seas of Russia and adjacent countries. Part 2. Order Scorpaeniformes // J. Ichthyol. Vol. 42. Suppl. 1. P. 60–135.

REFERENCES

Andriyashev A.P. Review of hooker sculpin of the genus *Artediellus* Jord. (Pisces, Cottidae) Bering Sea.

Journal of Ichthyology, 1961, vol. 1, no. 2, pp. 231–242. (In Russian)

Borets L.A. *Annotirovannyi spisok ryb dalnevostochnykh morey* [Annotated list of fishes of the Far Eastern seas]. Vladivostok: TINRO-Center, 2000, 192 p. Gavrilov G.M., Glebov I.I. Composition of the bottom ichthyofauna in the western Bering Sea in November 2000. *Izvestia TINRO*, 2002, vol. 130, pp. 1027–1037. (In Russian)

Zolotov A.O., Dubinina A.Yu. Composition and long-term dynamics of demersal fish biomass at the Pacific Shelf of Kamchatka and Northern Kuril Islands. *Izvestia TINRO*, 2013, vol. 173, pp. 46–66. (In Russian)

Kurbanov Yu.K., Terentyev D.A. Current condition of the demersal fish community of the Karaginsky and Olyutorsky Bays. *Vestnik rybokhozyaystvennoy nauki*, 2019, vol. 6, no. 2, pp. 4–15. (In Russian)

Lindberg G.U., Krasnyukova Z.V. *Ryby Yaponskogo morya i sopredel'nykh chastey Okhotskogo i Zheltogo morey* [Fishes of the Sea of Japan and adjacent parts of the Okhotsk and Yellow Seas. Part 5]. Leningrad: Nauka, 1987, 526 p.

Neyelov A.V. *Seysmo Sensornaya sistema i klassifikatsiya kerchakovykh ryb (Cottidae: Myoxocephalinae, Artediellinae)* [Seismo Sensory system and classification of sculpin fishes (Cottidae: Myoxocephalinae, Artediellinae)]. Leningrad: Science, 1979, 208 p.

Orlov A.M. Demersal ichthyofauna of the Pacific waters of the Northern Kuril Islands and South-Eastern Kamchatka. *Russian Journal of Marine Biology*, 1998, vol. 24, no. 3, pp. 146–160. (In Russian)

Parin N.V., Yevseyenko S.A., Vasilyeva Ye.D. *Ryby morey Rossii: annotirovannyi katalog* [Fishes of the Russian seas: an annotated catalogue]. Moscow: Tov-vo nauch. izdaniy KMK, 2014, 733 p.

Saveliev P.A., Metelyov E.A., Sergeev A.S., Danilov V.S. Species Composition and Distribution of Benthic Fishes in the Elittoral of the Northwestern Part of the Sea of Okhotsk in Summer. *Journal of Ichthyology*, 2019, vol. 59, no. 4, pp. 477–487.

Savin A.B. Resources of fish in bottom biotopes on the shelf and the upper continental slope in the Northwestern Bering Sea. *Izvestia TINRO*, 2018, vol. 192, pp. 15–36. (In Russian)

Savin A.B., Glebov I.I. Current state of stocks for demersal fish on the continental shelf in the exclusive economic zone of Russia in the northwestern Bering Sea. *Izvestia TINRO*, 2018, vol. 187, pp. 89–109. (In Russian)

Taranec A.Y. A brief guide to the fish of the Soviet Far East and adjacent waters. *Izvestia TINRO*, 1937, vol. 11, 200 p. (In Russian)

- Terentiev D.A., Mihalutin E.A., Matveev A.A. Modern state of stock abundance, long-term dynamics of distribution and size composition of mass commercial fish species on the shelf of West Kamchatka in summer season. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2013, vol. 30, pp. 5–27. (In Russian)
- Tokranov A.M. Distribution of sculpins (Cottidae, Pisces) on the Western Kamchatka shelf in summer. *Zoologicheskyy Zhurnal*, 1981, vol. 60, issue 2, pp. 229–237. (In Russian)
- Tokranov A.M. Some questions of the biology of the Kamchatka hookfish *Artediellus camchaticus* on the eastern coast of Kamchatka. *Journal of Ichthyology*, 1988, vol. 28, no. 3, pp. 415–420. (In Russian)
- Tokranov A.M. Species composition and biomass of slingshots (Pisces: Cottidae) in the coastal waters of Kamchatka. *Bulletin of MOIP. Dept. biol.*, 1988, vol. 93, no. 4, pp. 61–69. (In Russian)
- Tokranov A.M. Some features of the biology of the Okhotsk baleen hook *Artediellus ochotensis* (Cottidae) in the Kamchatka waters of the Sea of Okhotsk. *Chteniya pamyati akademika K.V. Simakova : Mater. Vseros. nauch. konf. Magadan: SVNTS DVO RAN*, 2013, pp. 173–175.
- Tokranov A.M., Orlov A.M. Specific features of ecology of the clownfin sculpin *Artediellus camchaticus* Gilbert et Burke, 1912 (Pisces: Scorpaeniformes: Cottidae) in the pacific waters near Kamchatka and Kuril Islands. *Trudy ZIN RAN*, vol. 319, no. 2, pp. 257–268. (In Russian)
- Tokranov A.M., Polutov V.I. Distribution of fish in Kronotsky Bay and factors determining it. *Zoologicheskyy Zhurnal*, 1984, vol. 63, issue 9, pp. 1363–1373. (In Russian)
- Fedorov V.V. Species composition, distribution and depth of habitat of fish species and fish of the Northern Kuril Islands. *Commercial biological studies of fish in the Pacific waters of the Kuril Islands and adjacent areas of the Okhotsk and Bering Seas in 1992–1998*. Moscow: VNIRO, 2000, pp. 7–46. (In Russian)
- Chetvergova A.V., Arkhandeyev M.V., Ilinskiy Ye.N. Composition, distribution and state of demersal fish stocks near Western Kamchatka in 2000. *Trudy KF TIG DVO RAN*, 2003, issue 4, pp. 227–256. (In Russian)
- Sheiko B.A., Fedorov V.V. *Glava 1. Klass Cephalaspidomorphi – Minogi. Klass Chondrichthyes – Khryashchevye Ryby. Klass Holocephali – Tsel'nogolovye. Klass Osteichthyes – Kostnye Ryby*. [Chapter 1. Class Cephalaspidomorphi – Lampreys. Class Chondrichthyes – Cartilaginous Fishes. Class Holocephali – Chimaeras. Class Osteichthyes – Bony Fishes.]. Catalog of vertebrates of Kamchatka and adjacent waters. R.S. Moiseev, A.M. Tokranov (eds.). Petropavlovsk-Kamchatka: Kamchatsky pechatniy dvor, 2000, pp. 7–69 (166 p.). (In Russian)
- Schmidt P.Yu. *Ryby Okhotskogo moraya* [Fishes of the Sea of Okhotsk]. M.; L.: AN SSSR, 1950, 370 p.
- Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Sheiko B.A., Steinke D. Pacific Arctic Marine Fishes. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri. 2016, 406 p.
- Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. Fishes of Alaska. Bethesda, Maryland: Amer. Fish. Soc., 2002, 1037 p.
- Nelson D.W. Two new species of the cottid genus *Artediellus* from the Western North Pacific Ocean and the Japan Sea. *Proceedings of the Academy of Natural Sciences of Philadelphia*, 1986, vol. 138, no. 1, pp. 33–45.
- Parin N.V., Fedorov V.V., Sheiko B.A. An annotated catalog of fishlike vertebrates and fishes of the seas of Russia and adjacent countries. Part 2. Order Scorpaeniformes. *Journal of Ichthyology*, 2002, vol. 42, suppl. 1, pp. 60–135.

Информация об авторе

Ю.К. Курбанов – зав. лабораторией морских рыб Камчатского филиала ВНИРО (КамчатНИРО); аспирант КамчатГТУ

Information about the author

Yuri K. Kurbanov – Head of the Marine Fish Lab. (KamchatNIRO); Graduate student KamchatSTU

Статья поступила в редакцию: 10.11.2023

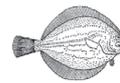
Одобрена после рецензирования: 20.11.2023

Статья принята к публикации: 21.11.2023

Краткое сообщение / Short communication article

УДК: 597.556.35 (265.52)

doi:10.15853/2072-8212.2023.70.70-74



НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ БИОЛОГИИ ЗВЕЗДЧАТОЙ КАМБАЛЫ *PLATICHTHYS STELLATUS* (PLEURONECTIDAE) В БУХТЕ УЗОВСКОЙ (АВАЧИНСКАЯ ГУБА, ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА) В ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

Овчеренко Рината Таалайбековна, Русанова Валентина Алексеевна

Камчатский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (КамчатНИРО), Петропавловск-Камчатский, Россия, madimarova.r.m@kamniro.ru, rus-v06@yandex.ru

Аннотация. По материалам, собранным во время удебного лова в бухте Узовской, получены новые данные о длине и массе *Platichthys stellatus*, а также представлены сведения по питанию вида. Выявлено, что в уловах присутствовали среднеразмерные особи длиной 27–30 см. Пищевой рацион был сформирован молодью рыб, гаммаридами, песчанкой и креветками.

Ключевые слова: звездчатая камбала, *Platichthys stellatus*, Pleuronectidae, Авачинская губа, бухта Узовская, удебный лов, длина, масса, питание

Для цитирования: Овчеренко Р.Т., Русанова В.А. Некоторые аспекты биологии звездчатой камбалы *Platichthys stellatus* (Pleuronectidae) в бухте Узовской (Авачинская губа) в летний период // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2023. № 70. С. 70–74.

SOME ASPECTS OF SUMMER BIOLOGY OF STARRY FLOUNDER *PLATICHTHYS STELLATUS* (PLEURONECTIDAE) IN UZOVSKAYA INLET (AVACHA BAY)

Rinata T. Ovcherenko, Valentina A. Rusanova

Kamchatka Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (KamchatNIRO), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia, madimarova.r.m@kamniro.ru, rus-v06@yandex.ru

Abstract. Based on materials collected in the course of angling in Uzovskaya Inlet, new data on the body length and weight of *Platichthys stellatus* were obtained, and information on the diet of the species is presented. Analysis revealed medium-sized individuals in the composition of catches. Their diet consisted of juvenile fish, gammarids, Pacific sand lance and shrimps.

Keywords: starry flounder, *Platichthys stellatus*, Pleuronectidae, Avacha Bay, Uzovskaya Inlet, angling, body length, body weight, feeding

For citation: Rinata T. Ovcherenko, Valentina A. Rusanova. Some aspects of summer biology of starry flounder *Platichthys stellatus* (Pleuronectidae) in Uzovskaya Inlet (Avacha Bay) // The researches of the aquatic biological resources of Kamchatka and the northwest part of the Pacific Ocean. 2023. Vol. 70. P. 70–74. (In Russian)

Звездчатая камбала *Platichthys stellatus* Pallas (1788) — арктическо-бореальный вид, широко распространенный в Северной Пацифике (Моисеев, 1953; Фадеев, 1971, 1986; Шейко, Федоров, 2000; Love et al., 2005; Mecklenburg et al., 2016). В прикамчатских водах *P. stellatus* многочисленна у западного и северо-восточного побережий полуострова, где летом заходит в ставные и закидные неводы (Моисеев, 1953; Фадеев, 1987). Хоть этот вид является объектом любительского рыболовства, но промысловое значение небольшое.

Ранее было установлено, что в теплое время года звездчатая камбала предпочитает при-

держиваться опресненных участков вблизи берегов (в устьях рек, лагунах, мелководных заливах, эстуариях) (Токранов, Бугаев, 2001; Бугаев и др., 2007; Овчеренко, 2021; Orcutt, 1950). Одним из таких водоемов эстуарного типа является и Авачинская губа, входящая в тихоокеанские воды Камчатки. Известно (Токранов, Шейко, 2015), что обитающая здесь *P. stellatus* проводит значительную часть своего жизненного цикла.

В настоящее время опубликовано достаточное количество работ, касающихся различных аспектов биологии *P. stellatus* в разных частях ареала, включая и прикамчатские воды (Моисеев,

сеев, 1953; Фадеев, 1971; Дьяков, 2002, 2011; Токранов, 2004, 2009). Однако какая-либо информация об этом виде из акватории Авачинской губы до настоящего времени отсутствует. В ходе удачных обловов в бух. Узовской, расположенной в юго-восточной части Авачинской губы, было установлено, что *P. stellatus* здесь — довольно распространенный вид. В результате был собран материал, который позволяет впервые охарактеризовать некоторые стороны биологии этого вида в данной акватории, что и является целью настоящей работы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Облов камбал осуществляли в бух. Узовской (местное название «Треугольная»), между мысами Западный и Завойко, на глубинах 3–8 м в июне–июле 2022 г. с катера при помощи одного спиннингового удилища, оснащенного блесной типа «зимняя» размером 3–5 см с одинарным крючком (рис. 1). Облов проводили в первой половине дня.

Все отловленные особи *P. stellatus* (47 экз.) были подвергнуты биологическому анализу, в ходе которого измеряли полную длину (TL , точность до 1 см), проводили индивидуальные взвешивания (до 1 г) и определяли состав пи-

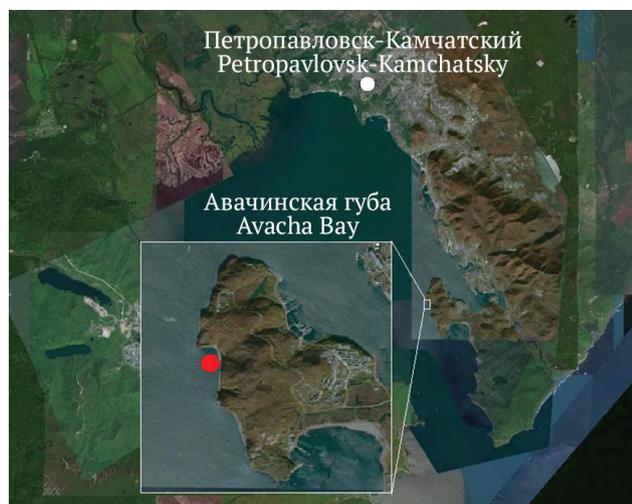


Рис. 1. Схема места поимок (красная точка на карте) *Platichthys stellatus* в бух. Узовской Авачинской губы в июне–июле 2022 г.

Fig. 1. Schematic sites of sampling *Platichthys stellatus* (red dots on the map) within Uzovskaya Inlet in Avacha Bay, June–July 2022

щего комка. Обработку проб по питанию проводили в соответствии с «Методическим пособием...» (1974) в лабораторных условиях.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что *P. stellatus* относится к крупным представителям семейства Pleuronectidae (Моисеев, 1953; Фадеев, 1987). Однако в разных частях ареала ее предельные размеры различаются: в Охотском море этот вид достигает длины 58 см и массы 3,1 кг (Моисеев, 1953; Борец, 1997; Дьяков, 2002; Пометеев, 2004); в водах северо-восточного побережья Камчатки — 53 см и 2,1 кг (Антонов, 2011); в тихоокеанских водах Камчатки (за исключением Авачинской губы) — 54 см и 1,8 кг (Овчеренко, Курбанов, 2022). Максимальные размерно-весовые показатели этого вида отмечены у Калифорнийского побережья — 91 см и 9,1 кг (Orcutt, 1950). В период наших исследований в бух. Узовской максимальные длина и масса 47 промеренных особей звездчатой камбалы составляли 40 см и 0,645 кг (табл. 1). Основную часть уловов (63,8%) формировали среднеразмерные особи длиной 27–30 см. Мелкие рыбы (< 20 см) не встречались. Масса тела значительного числа (55,3%) пойманных особей не превышала 300 г.

Опубликованные данные некоторых исследований (Orcutt, 1950; Токранов, Базаркина, 2003; Кириллов и др., 2010) свидетельствуют, что летом молодь *P. stellatus* предпочитает обитать не только на мелководных участках шельфа, но даже входит в реки, по руслам которых поднимается довольно высоко — на 150–170 км. В Авачинскую губу впадает один крупный пресный водоток — р. Авача, но его устье находится на значительном расстоянии от района, где производили облов. В свою очередь, бух. Узовская расположена на окраине губы, и условия среды в ней более близки океаническим водам, поступающим из Авачинского залива. Вероятно, по этой причине молодые особи *P. stellatus* в уловах встречены не были.

По сведениям А.М. Токранова (2009), в прибрежных районах и приустьевых участках камчатских рек *P. stellatus* является бентоихтиофагом, а спектр питания достаточно широк и раз-

Таблица 1. Общие сведения о длине и массе *Platichthys stellatus* в бух. Узовской в июне–июле 2022 г.
Table 1. General information about June–July length and weight of *Platichthys stellatus* in Uzovskaya Inlet in 2022

Показатель Parameter	Среднее значение mean value	Min	Max	Модальная группа Modal group
Длина, см Length, cm	28,6	23,0	40,0	27,0–30,0
Масса, г Weight, g	350,9	212,0	645,0	225,0–260,0

нообразен. На западнокамчатском шельфе данный вид длиной до 40 см употребляет в пищу молодь крабов-стригунов, креветок, двусторчатых моллюсков, молодь минтая *Gadus chalcogrammus*, песчанку *Ammodytes hexapterus* и мойву *Mallotus catervarius* (Токранов, Максименков, 1993; Чучукало и др., 2006).

У берегов Восточной Камчатки и западной части Берингова моря эта камбала достаточно активно питается в летний период вплоть до сентября, а в составе пищевого комка в основном присутствуют многощетинковые черви, кумовые раки, амфиподы и личинки комаров-звонцов (Дьяков, 2011).

По нашим наблюдениям, в бух. Узовской в составе пищевых компонентов всех проанализированных особей *P. stellatus* встречались гаммариды (Gammaridae) и молодь рыб. Помимо этого, камбалы потребляли песчанку и креветок сем. Randalidae. Также в желудках рыб были зафиксированы и иные компоненты, такие как грунт, частицы переваренной пищи, раковины двусторчатых моллюсков и рыбные отходы.

Существенных изменений в питании *P. stellatus* при увеличении ее размеров не было отмечено.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе учебных обловов впервые было установлено, что летом в бух. Узовской звездчатая камбала представлена преимущественно средне-размерными особями, чья длина и масса не превышали соответственно 40 см и 645 г. Предполагается, что отсутствие молодежи обусловлено воздействием на эту акваторию более соленых океанических вод, поступающих из Авачинского залива. Установлены различия в характере питания звездчатой камбалы. В отличие от западной части Берингова моря, в бух. Узовской особи этого вида потребляли преимущественно молодь рыб и креветок.

СОБЛЮДЕНИЕ ЭТИЧЕСКИХ СТАНДАРТОВ / COMPLIANCE WITH ETHICAL STANDARDS

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

The authors declare that this review does not contain their own experimental data obtained using animals or involving humans. Bibliographic references to all data of other authors used in the review are formatted in accordance with the state standards (GOST). The authors declare that they have no conflict of interest.

ИНФОРМАЦИЯ О ВКЛАДЕ АВТОРОВ AUTHOR CONTRIBUTION

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

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

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

- Антонов Н.П. 2011. Промысловые рыбы Камчатского края: биология, запасы, промысел. М.: ВНИРО. 244 с.
- Борец Л.А. 1997. Донные ихтиоцены российского шельфа дальневосточных морей: состав, структура, элементы функционирования и промысловое значение. Владивосток: ТИНРО-Центр. 217 с.
- Бугаев В.Ф., Вронский Б.Б., Заварина Л.О., Зорбиди Ж.Х., Остроумов А.Г., Тиллер И.В. 2007. Рыбы реки Камчатка (численность, промысел, проблемы). Под ред. д. б. н. В.Ф. Бугаева. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 494 с.
- Дьяков Ю.П. 2002. Западнокамчатские камбалы (распределение, биология и динамика популяций) // Изв. ТИНРО. Т. 130. С. 954–1000.
- Дьяков Ю.П. 2011. Питание дальневосточных камбал (Pleuronectiformes) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 21. С. 5–72.
- Кириллов П.И., Кириллова Е.А., Кучерявый А.В. 2010. Распространение молодежи звездчатой камбалы *Platichthys stellatus* в реке Утхолок (Северо-Западная Камчатка) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей : Матер. XI науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. С. 262–265.
- Методическое пособие по изучению питания и пищевых отношений рыб в естественных условиях. 1974. М.: Наука, 254 с.
- Моисеев П.А. 1953. Треска и камбалы дальневосточных морей // Изв. ТИНРО. Т. 40. С. 1–288.
- Овчеренко Р.Т. 2021. Звездчатая камбала *Platichthys stellatus* (Pleuronectidae) тихоокеанских вод Камчатки: некоторые особенности распределения, биологии и состояния запасов // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап.

- части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. Вып. 62. С. 71–77.
- Овчеренко Р.Т., Курбанов Ю.К. 2022. Размерно-весовые показатели промысловых видов камбал (Pleuronectidae) тихоокеанских вод Камчатки / Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса : Матер. X Междунар. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. М.: ВНИРО. С. 119–122.
- Пометеев Е.В. 2004. Распределение звездчатой камбалы (*Platichthys stellatus*) на шельфе северо-восточного побережья о. Сахалин // Тр. СахНИРО. Т. 6. С. 76–86.
- Токранов А.М. 2004. О «бесчешуйном звере» и других обитателях камчатских вод. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 152 с.
- Токранов А.М. 2009. Особенности биологии донных и придонных рыб различных семейств в прикамчатских водах : Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Петропавловск-Камчатский. 67 с.
- Токранов А.М., Базаркина Г.В. 2003. О нахождении звездчатой камбалы *Platichthys stellatus* в озерах нижнего течения р. Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Сб. матер. IV науч. конф. Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. С. 104–106.
- Токранов А.М., Бугаев В.Ф. 2001. Сообщество рыб приустьевой зоны р. Камчатки // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. II науч. конф. Петропавловск-Камчатский: Камчат. С. 97–98.
- Токранов А.М., Максименков В.В. 1993. Особенности питания звездчатой камбалы *Platichthys stellatus* в эстуарии р. Большой (Западная Камчатка) // Вопросы ихтиологии. Т. 33, № 4. С. 561–565.
- Токранов А.М., Шейко Б.А. 2015. Современный состав ихтиофауны Авачинской губы (Юго-Восточная Камчатка) // Исслед. водн. биол. ресурсов Камчатки и сев.-зап. части Тихого океана: Сб. науч. тр. КамчатНИРО. № 36. С. 48–54.
- Фадеев Н.С. 1971. Биология и промысел тихоокеанских камбал. Владивосток. 99 с.
- Фадеев Н.С. 1986. Палтусы и камбалы / Биологические ресурсы Тихого океана. М.: Наука. С. 341–364.
- Фадеев Н.С. 1987. Северотихоокеанские камбалы (распространение и биология). М.: Агропромиздат. 175 с.
- Чучукало В.И. 2006. Питание и пищевые отношения нектона и нектобентоса в дальневосточных морях. Владивосток: ТИНРО-Центр. 484 с.
- Шейко Б.А., Федоров В.В. 2000. Каталог позвоночных Камчатки и сопредельных морских акваторий. Петропавловск-Камчатский: Камчат. печатный двор. 166 с.
- Love M.S., Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. 2005. Resource inventory of marine and estuarine fishes of the West Coast and Alaska. OCS Study MMS 2005-030 and USGS/NBII 2005-001. 276 p.
- Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Sheiko B.A., Steinke D. 2016. Pacific Arctic Marine Fishes. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri, Iceland. CAFF Monitorin Series Report № 23. i-v + P. 1–377.
- Orcutt H.G. 1950. The Life History of the Starry Flounder *Platichthys stellatus*: Dep. Fish and Game Bur. of mar. fish.: Fish. Bull. № 78. 68 p.

REFERENCES

- Antonov N.P. *Promyslovye ryby Kamchatskogo kraya: biologiya, zapasy, promysel* [Commercially harvested species of fish of the Kamchatka Region: biology, stocks and fisheries]. Moscow: VNIRO, 2011, 244 p.
- Borets L.A. *Donnyye ikhtiotseny rossiyskogo shelfa dalnevostochnykh morey: sostav, struktura, elementy funktsionirovaniya i promyslovoye znachenie* [Bottom ichthyocenes of the Russian shelf of the Far Eastern seas: composition, structure, functional elements and commercial significance]. Vladivostok: TINRO-Centre, 1997, 217 p.
- Bugayev V.F., Vronskiy B.B., Zavarina L.O., Zorbid Zh.Kh., Ostroumov A.G., Tiller I.V. *Ryby reki Kamchatki (chislennost, promysel, problemy)* [Fishes of the Kamchatka River (numbers, fishery, problems)]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress. 494 p.
- Dyakov Y.P. West Kamchatkan flounders (distribution, biology and population dynamics). *Izvestiya TINRO*, 2002, vol. 130, pp. 954–1000. (In Russian)
- Dyakov Y.P. Feeding by far east flounders (Pleuronectiformes). *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2011, vol. 21, pp. 5–72. (In Russian)
- Kirillov P.I., Kirillova E.A., Kucheryavy A.V. Distribution of juveniles of the starry flounder *Platichthys stellatus* in the Utkholok River (North-Western Kamchatka). *Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas: Mater. XI scientific. conf.* Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, 2010, pp. 262–265.
- Metodicheskoye posobiye po izucheniyu pitaniya i pishchevykh otnosheniy ryb v yestestvennykh usloviyakh* [Methodological manual for studying nutrition and food relationships of fish in natural conditions]. Moscow: Nauka, 1974, 254 p.

- Moiseev P.A. Cod and flounders of Far-Eastern seas. *Izvestiya TINRO*, 1953, vol. 40, 287 p. (In Russian)
- Ovcherenko R.T. Of the pacific waters off Kamchatka: some features of the biology distribution and state of the stock. *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2021, vol. 62, pp. 71–77. (In Russian)
- Ovcherenko R.T., Kurbanov Y.K. Size and weight indicators of commercial flounder species (Pleuronectidae) in the Pacific waters of Kamchatka. *Modern problems and prospects for the development of the fishery complex: Mater. X International scientific-practical conf. young scientists and specialists*. Moscow: VNIRO, 2022, pp. 119–122. (In Russian)
- Pometeev E.V. Distribution of starry flounder (*Platichthys stellatus*) on the Northeastern Sakhalin Shelf. *Trudy SakhNIRO*, 2004, vol. 6, pp. 76–86. (In Russian)
- Tokranov A.M. О “bescheshuynom zvere” i drugikh obitatelnykh kamchatskikh vod [About the “scaleless beast” and other inhabitants of Kamchatka waters]. Petropavlovsk-Kamchatsky: KamchatNIRO, 2004, 152 p.
- Tokranov A.M. *Osobennosti biologii donnykh i pri-donnykh ryb razlichnykh semeystv v prikamchatskikh vodakh: Avtoref. dis. dokt. biol. nauk* [Features of the biology of bottom and benthic fish of various families in Kamchatka waters: Author’s abstract. dis. ... doc. biol. sci.]. Petropavlovsk-Kamchatsky, 2009, 67 p.
- Tokranov A.M., Bazarkin G.V. About the finding of the star-shaped flounder *Platichthys stellatus* in the lakes of the lower reaches of the River Kamchatka. *Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas: Mater. IV scientific conf. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamshat*, 2003, pp. 104–107. (In Russian)
- Tokranov A.M., Bugaev V.F. Fish community of the estuarine zone of the river Kamchatka. *Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas: Mater. II scientific. conf. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamshat*, 2001, pp. 97–98. (In Russian)
- Tokranov A.M., Maksimenkov V.V. Feeding characteristics of the star flounder *Platichthys stellatus* in the estuary of the River Bolshoi (Western Kamchatka). *Journal of Ichthyology*, 1993, vol. 33, no. 4, pp. 561–565. (In Russian)
- Tokranov A.M., Sheiko B.A. Current composition of the ichthyofauna of Avachinskaya Bay (Southeast Kamchatka). *The researchers of the aquatic biological resources of Kamchatka and the north-west part of the Pacific Ocean*, 2015, vol. 36, pp. 48–54. (In Russian)
- Fadeyev N.S. *Biologiya i promysel kambal v vodakh Sakhalina* [Biology and fishing of flounder in the waters of Sakhalin]. Yuzhno-Sakhalinsk: Sovetskiy Sakhalin, 1956, 37 p.
- Fadeyev N.S. Halibut and flounder. *Biologicheskiye resursy Tikhogo okeana*. Moscow: Nauka, pp. 341–364.
- Fadeyev N.S. *Severotikhookeanskiye kambaly (rasprostraneniye i biologiya)* [North Pacific flounders (distribution and biology)]. Moscow: Agropromizdat, 1987, 175 p.
- Chuchukalo V.I. *Pitaniye i pishchevyye otnosheniya nektona i nektobentosa v dal’nevostochnykh moryakh* [Feeding and food relations of nekton and nektobenthos in the Far Eastern seas]. Vladivostok: TINRO-Center, 2006, 484 p.
- Sheyko B.A., Fedorov V.V. *Katalog pozvonochnykh Kamchatki i sopredelnykh morskikh akvatoriy* [Catalog of vertebrates in Kamchatka and adjacent marine areas]. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamch. pechatnyi dvor, 2000, 166 p.
- Love M.S., Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Thorsteinson L.K. Resource inventory of marine and estuarine fishes of the West Coast and Alaska. OCS Study MMS 2005-030 and USGS/NBII 2005-001, 2005, 276 p.
- Mecklenburg C.W., Mecklenburg T.A., Sheiko B.A., Steinke D. Pacific Arctic Marine Fishes. Conservation of Arctic Flora and Fauna, Akureyri, Iceland. CAFF Monitorin Series, 2016. Report № 23, i-v + P. 1–377.
- Orcutt H.G. The life history of the starry flounder *Platichthys stellatus*: Dep. Fish and Game Bur. of mar. fish.: *Fish. Bull.*, 1950, no. 78, 68 p.

Информация об авторах

Р.Т. Овчеренко — ст. специалист
Камчатского филиала ВНИРО
(КамчатНИРО)
В.А. Русанова — ст. специалист
Камчатского филиала ВНИРО
(КамчатНИРО)

Information about the authors

Rinata T. Ovcherenko – Senior Specialist
(KamchatNIRO)
Valentina A. Rusanova – Senior Specialist
(KamchatNIRO)

Статья поступила в редакцию: 29.09.2023
Одобрена после рецензирования: 06.10.2023
Статья принята к публикации: 11.10.2023

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

Публикация статей для аспирантов бесплатна.

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

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

Положение об ответственности авторов

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

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

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

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

Предоставление статей

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

Электронные материалы должны содержать в отдельном виде следующие файлы:

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

Авторы обязаны сопровождать статью, направляемую в редакцию, двумя экземплярами подписанного соглашения о передаче авторского права (форма соглашения доступна для скачивания по ссылкам: http://www.kamniro.ru/soglasiye_avtor/ (статья с одним автором), http://www.kamniro.ru/soglasiye_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;
- название научного учреждения, город, страна, электронный адрес. Если авторов несколько, и они работают в разных учреждениях, то эти данные приводятся в том порядке, в каком расположены фамилии авторов;

— краткая аннотация (согласно ГОСТ Р 7.0.7–2021, не более 250 слов);

- ключевые слова (от 3 до 15), не используя обобщенные и многозначные слова, а также словосочетания, содержащие причастные обороты;
- благодарности (при необходимости);
- библиографическая запись для цитирования.

Далее в таком же порядке указываются сведения на английском языке.

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

В тексте и таблицах в числах десятичные знаки отделяются запятой.

Таксоны: род и вид набираются курсивом.

Знаки: градус, минута ($3^{\circ}C$; $46^{\circ}74'$ с. ш.), плюс-минус (\pm), процент (%), промилле (‰), продцимилле (‱) 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 предоставляются в формате программы CorelDraw или в форматах EPS, AI.

Список источников

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

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

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

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

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

Выходные данные источников литературы приводятся в следующем порядке.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

По всем возникающим вопросам обращаться в редакцию журнала:

683000 Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18.

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

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



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

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

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

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

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

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

СОДЕРЖАНИЕ

От редактора 4

ВОСПОМИНАНИЯ

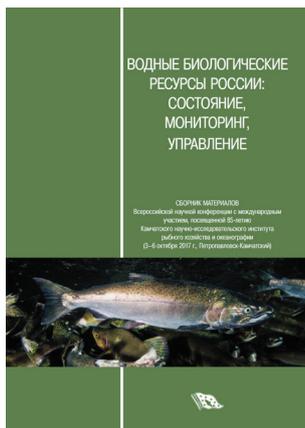
Крогиус Ф.В. Воспоминания о Камчатке и о создании научной работы (1932–1985)	8
Полутов И.А. Избранные главы из книги воспоминаний «Давным-давно» (1995)	33
Акулин В.Н. Моя Камчатка. Шестидесятые годы	47
Яцковский А.И. О камчатских ихтиологах: из книги «По горам и долинам Камчатки» (1959)	56
Корягина (Бирман)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

СТИХИ

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

РАССКАЗЫ

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

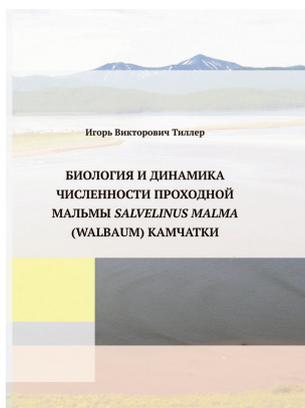


Водные биологические ресурсы России: состояние, мониторинг, управление. Сборник материалов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 85-летию Камчатского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (3–6 октября 2017 г., Петропавловск-Камчатский).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

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

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

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



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

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



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

В представленной монографии рассмотрен заключительный этап морского периода жизни азиатских тихоокеанских лососей во время преднерестовых миграций в беринговоморских и тихоокеанских водах исключительной экономической зоны Российской Федерации (ИЭЗ РФ). Наблюдениями охвачен ряд 1995–2008 гг. В работе задействован массив многолетних данных, полученных в результате исследований, проводимых на дрейферных 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 дрейферных судов (7208 сетепостановок). Объектами исследований были пять видов тихоокеанских лососей — нерка, кета, горбуша, чавыча и кижуч. В процессе работы биоанализу подвергнуто около 140 тыс. рыб. Накопленная информация позволила рассмотреть важнейшие жизненные критерии созревающих тихоокеанских лососей — пространственно-темпоральное распределение и динамику уловов, 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 дрейферных 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, контролирующим воспроизводство и добычу лососей.



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

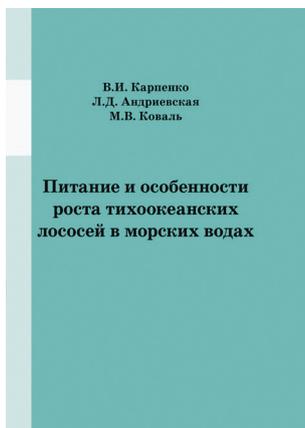
Один из основоположников пресноводной гидробиологии на Дальнем Востоке, Игорь Иванович был признанным ведущим специалистом в области изучения фауны лососевых нерестово-выростных водоемов. Он исследовал множество озер полуострова, и результатом стала уникальная работа — «Зоопланктон озер Камчатки». Изучение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

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

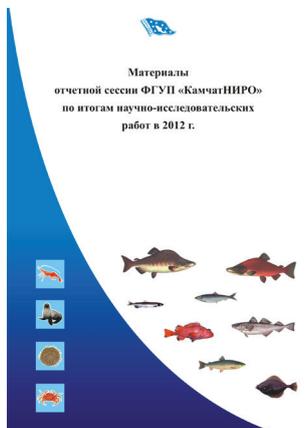
Электронная версия доступна по ссылке: www.kamniro.ru/publishing/kamniro/sovremennoe_sostoyanie_i_metody_izucheniya_ekosistem_ynutrennih_vodoemov



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

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

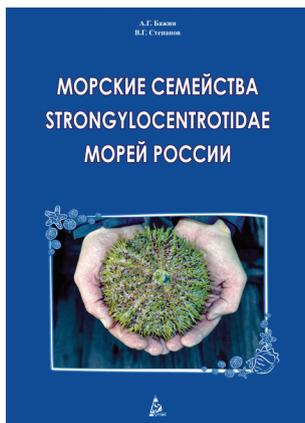
Описаны районы обитания лососей камчатских популяций и исследованы основные факторы среды, влияющие на их питание и рост в море. Для этого изучен состав пищи и оценены пищевые потребности пяти видов (горбуши, кеты, нерки, кижуча и чавычи) на отдельных этапах морского периода жизни. Изучена многолетняя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



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

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

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



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

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

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



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

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



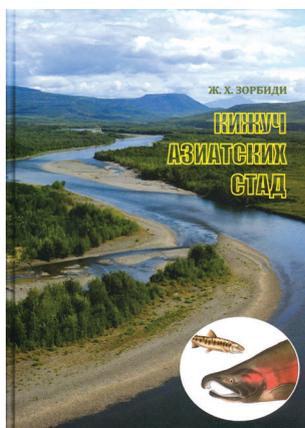
Дьяков Ю.П. **Камбалообразные (PLEURONECTIFORMES) дальневосточных морей России** (пространственная организация фауны, сезоны и продолжительность нереста, популяционная структура вида, динамика популяций). Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2011. 428 с.

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



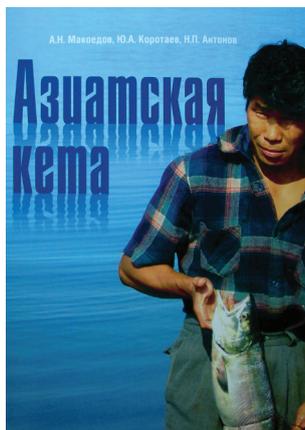
Сергеева Н.П., Варкентин А.И., Буслов А.В. **Шкала стадий зрелости гонад минтая.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2011. 92 с.

Минтай — наиболее значимый объект современного рыболовства в Дальневосточном регионе. На основании полученных авторами ранее результатов по исследованию особенностей полового созревания, оогенеза и сперматогенеза 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), текущей семенной жидкости, ГСИ, состава и размеров ооцитов текущего фонда. Каждая выделенная стадия иллюстрируется характерным фотоизображением гонады в полости тела, извлеченной гонады, показаны вид ооцитов при просмотре с помощью бинокля и соответствующий стадии гистологический срез яичника и семенника. Также показаны изменения цвета и величины гонад в процессе созревания и нереста, характерные образы гонад разных стадий зрелости часто встречаемых оттенков цветов. Приводится словарь с пояснениями используемых терминов.



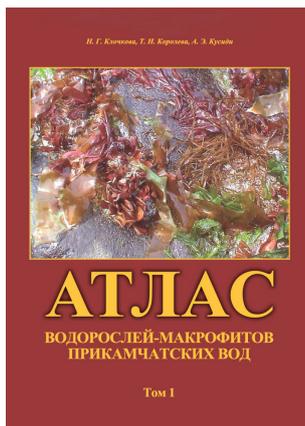
Зорбиди Ж.Х. **Кижуч азиатских стад.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2010. 306 с.

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



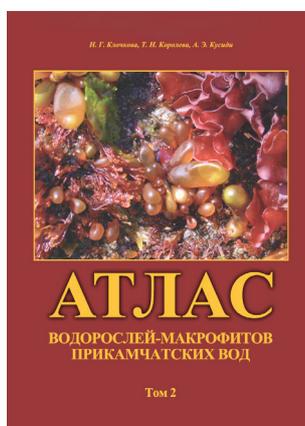
Макоедов А.Н., Коротаев Ю.А., Антонов Н.П. **Азиатская кета.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 356 с.

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



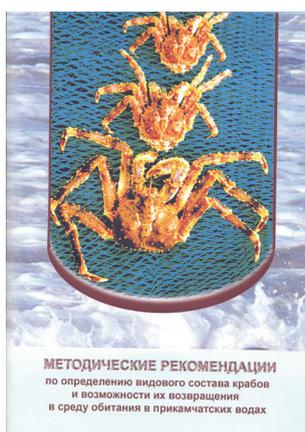
Клочкова Н.Г., Королева Т.Н., Кусиди А.Э. **Атлас водорослей-макрофитов прикамчатских вод. Том 1.** Петропавловск-Камчатский: КамчатНИРО. 2009. 218 с.

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



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

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



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

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

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

После оплаты счета заказанная литература отправляется почтой по указанному адресу.

Пересылка — за счет заказчика.

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

683000 Петропавловск-Камчатский, ул. Набережная, 18

Тел.: (4152) 412-701

E-mail: kamniro@vniro.ru

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

Выпуск 70. 2023

ISSN 2072-8212

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

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

Регистрационный номер ПИ № ФС 77-77203, дата регистрации 08.11.2019,
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи,
информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор)

Адрес редакции:

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

Учредитель:

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

Издатель:

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

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

Подписано в печать 21.12.2023. Дата выхода 25.12.2023, № 3 (70), 2023.

Формат 60×84/8. Печать офсетная.

Усл. печ. л.: 5,38. Заказ № КПО0-7111. Тираж 300 экз. Цена свободная.

Отпечатано в Типографии ООО «Камчатпресс».

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