



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО РЫБОЛОВСТВУ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ»



НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО

№ 5 2025
сентябрь–октябрь

Основан в 1920 году | Выходит 6 раз в год

Главный редактор: **К.В. Колончин**
Заместитель главного редактора: **А.Н. Колмаков**

Ответственный редактор **С.Г. Филиппова**
Редактор **А.В. Аверкиев**
Дизайнер **М.Д. Козина**
Фотокорреспондент **И.Б. Глазков**

Адрес редакции: Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, д. 19.



УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»)

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Председатель Редакционного совета

И.В. Шестаков кандидат экономических наук, руководитель Росрыболовства

Заместитель Председателя Редакционного совета

К.В. Колончин доктор экономических наук, доцент, директор
ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

Секретарь Редакционного совета

С.Г. Филиппова ответственный редактор журнала «Рыбное хозяйство»

ЧЛЕНЫ РЕДАКЦИОННОГО СОВЕТА

Колмаков А.Н. доктор экономических наук, заместитель директора по научной работе, директор Центра экономических исследований ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

Багров А.М. член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор

Бубунец Э.В. доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»

Жигин А.В. доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела аквакультуры беспозвоночных, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»; профессор кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»

Зиладов В.К. кандидат биологических наук, действительный член МАНЭБ, профессор, почетный доктор ФГБОУ ВО «МГТУ», председатель КС «Севрыба»

Кокорев Ю.И. кандидат экономических наук, профессор кафедры гуманитарно-экономических дисциплин, Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт, ФГБОУ ВО «АГТУ»

Мезенова О.Я. доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «КГТУ», Почетный работник рыбного хозяйства

Мерсель Й.-Т. доктор технических наук, профессор, научно-исследовательская лаборатория (UBF GmbH), Альтландсберг, Германия

Остроумов С.А. доктор биологических наук, доцент биологического факультета, МГУ им. М.В. Ломоносова

Павлов Д.С. действительный член Российской академии наук, доктор биологических наук, заслуженный профессор МГУ имени М.В. Ломоносова, заведующий лабораторией, научный руководитель кафедры ихтиологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова; научный руководитель Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН

Серветник Г.Е. доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем воспроизводства и биосинергетики, Всероссийский научно-исследовательский институт интегрированного рыбоводства (ВНИИР, филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста)

Сёмин А.Н. академик РАН, доктор экономических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Заслуженный экономист Российской Федерации, Лауреат национальной премии им. П.А. Столыпина, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»

Смирнов А.А. доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»); профессор, Северо-Восточный государственный университет (СВГУ); Дагестанский государственный университет (ДГУ)

Труба А.С. доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», член Правления Союза писателей России

Толикова Е.Э. доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Инновационное предпринимательство» МГТУ им. Н.Э. Баумана

Харенко Е.Н. доктор технических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела нормирования Департамента технического регулирования ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»

Чернышков П.П. доктор географических наук, профессор кафедры географии океана Института живых систем, Балтийский федеральный университет им. Иммануила Канта



FOUNDER OF THE JOURNAL

STATE SCIENCE CENTER OF THE RUSSIAN FEDERATION
RUSSIAN FEDERAL RESEARCH
INSTITUTE OF FISHERIES AND OCEANOGRAPHY (VNIRO)

5/2025 (september–october)

SCIENTIFIC, PRACTICAL AND PRODUCTION JOURNAL

It was founded in 1920 | It is published 6 times a year

Editor-in-chief: **K.V. Kolonchin**

Deputy Editor-in-Chief: **A.N. Kolmakov**

Responsible editor: **S.G. Filippova**

Editor: **A.V. Averkiev**

Designer: **M.D. Kozina**

Photojournalist: **I.B. Glazkov**

EDITORIAL BOARD

Chairman of the Editorial Board

I.V. Shestakov Candidate of Economic Sciences, Head of Rosrybolovstvo

Deputy Chairman of the Editorial Board

K.V. Kolonchin Doctor of Economics, docent, Director of the Russian Federate Research Institute of Fisheries and Oceanography

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

<i>Kolmakov A.N.</i>	Doctor of Economics, Deputy Director for Scientific Work, Director of the Center for Economic Research of the State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)
<i>Bagrou A.M.</i>	Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor
<i>Bubunets E.V.</i>	Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Aquaculture and Beekeeping, FGBOU VO «RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev»
<i>Zhigin A.V.</i>	Doctor of Agricultural Sciences, Chief Researcher of the Department of Invertebrate Aquaculture, VNIRO; Professor of the Department of Aquaculture and Beekeeping, K.A. Timiryazev Russian State Agrarian University
<i>Zilanov V.K.</i>	Candidate of Biological Sciences, full member of MANEB, Professor, Honorary Doctor of the Moscow State Technical University, Chairman of the Severyba CC
<i>Kokorev Yu.I.</i>	Candidate of Economic Sciences, Professor of the Department of Humanities and Economics, Dmitrov Fisheries Institute of Technology, Federal State Budgetary Educational Institution «AGTU»
<i>Kharenko E.N.</i>	Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Chief Researcher at the Rationing Department of the Department of Technical Regulation of the State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)
<i>Mezenoua O.Ya.</i>	Doctor of Technical Sciences, Professor, KSTU, Honorary Worker of Fisheries
<i>Mercel J.-T.</i>	Doctor of Technical Sciences, Professor, Research Laboratory (UBF GmbH), Altlandsberg, Germany
<i>Ostroumov S.A.</i>	Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of the Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University
<i>Paulou D.S.</i>	Full member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Honored Professor of Lomonosov Moscow State University, Head of the Laboratory, Scientific Director of the Department of Ichthyology of the Faculty of Biology of Lomonosov Moscow State University; Scientific Director of the A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences
<i>Servetnik G.E.</i>	Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Reproduction and Biosynergetics Problems, All-Russian Research Institute of Integrated Fish Farming (VNIIR, branch of the L.K. Ernst FITZVIZH Federal State Budgetary Scientific Institution)
<i>Semin A.N.</i>	Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Honored Economist of the Russian Federation, Laureate of the National Prize named after P.A. Stolypin, VNIRO
<i>Smirnov A.A.</i>	Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Department of Marine Fishes of the Far East, VNIRO; Professor, Northeastern State University (SVSU); Dagestan State University (DSU)
<i>Truba A.S.</i>	Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher at VNIRO Federal State Budgetary Research University, Member of the Board of the Union of Writers of Russia
<i>Tolikova E.E.</i>	Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Innovative Entrepreneurship at Bauman Moscow State Technical University
<i>Chernyshkov P.P.</i>	Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Ocean Geography at the Institute of Living Systems, Immanuel Kant Baltic Federal University

Editorial office address: Russia, 105187, Moscow, Okruzhnoy proezd, 19.

СОБЫТИЯ

Андрей Ануфриев
Союзу рыболовецких колхозов
России – 40 лет

ЭКОЛОГИЯ

**Телеш И.В., Науменко Е.Н.,
Архипов А.Г.**
Современная планктонология –
состояние и перспективы (по материалам
V Всероссийской конференции «Актуальные
проблемы планктонологии»)

ЭКОНОМИКА И БИЗНЕС

Васильев А.М., Лисунова Е.А.
Природные и производственные факторы
развития рыбного хозяйства Арктического
региона в перспективном периоде

Кравцов С.А.
Кластерная политика в рыбохозяйственном
комплексе как основа импортозамещения

БИОРЕСУРСЫ И ПРОМЫСЕЛ

**Бурлак Ф.А., Шершенков С.Ю.,
Смирнов А.А.**
Основные биологические показатели
желтоперой камбалы (*Limanda aspera*)
и интенсивность ее лова в прибрежной
акватории северной и северо-западной
частей Северо-Охотоморской подзоны
Охотского моря в мае-июле 2025 года

**Русских А.А., Кузнецова Е.Н.,
Трофимова А.О.**
История промысла, современное
состояние запасов и рост синекорого
палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*)
в Баренцевом море

Болтнев А.И., Беляев В.А., Антонов Н.П.
Критические факторы, определяющие
воспроизводство гренландского тюленя

Слепченко И.С., Матросова И.В.
Мониторинг параметров качества водной
среды, влияющих на промысловые
характеристики серого морского ежа
Strongylocentrotus intermedius

**Рабазанов Н.И., Смирнов А.А.,
Бархалов Р.М.**
Биологические показатели некоторых
малоценных промысловых видов рыб
(серебряный карась, красноперка, окунь)
самурского побережья Каспийского моря
в 2022–2024 годах

EVENTS

08 Andrey Anufriev
Union of Fishing Collective
Farms of Russia is 40 years old

ECOLOGY

**09 Telesh I.V., Naumenko E.N.,
Arkhipov A.G.**
(Modern Planktology: Current State
and Prospects (Based on materials
from the 5th All-Russian Conference
“Current Problems of Planktology”)

ECONOMICS AND BUSINESS

16 Vasiliev A.M., Lisunova E.A.
Natural and production factors
of the development of fishery in the Arctic
region in the prospective period

25 Kravtsov S.A.
Cluster Policy in the Fisheries Sector
as a Basis for Import Substitution

BIORESOURCES AND FISHERIES

**31 Burlak P.A., Shershenkov S.Yu.,
Smirnov A.A.**
The main biological indicators of yellowfin
sole (*Limanda aspera*) and the intensity
of its fishing in the coastal waters
of the northern and northwestern parts
of the North Okhotsk Sea subzone
in May–July 2025

**38 Russkikh A.A., Kuznetsova E.N.,
Trofimova A.O.**
History of the fishery, current stock
status, and growth of Greenland halibut
(*Reinhardtius hippoglossoides*)
in the Barents Sea

47 Boltnev A.I., Belyaev V.A., Antonov N.P.
Critical factors determining harp seal
reproduction

59 Slepchenko I.S. Matrosova I.V.
Monitoring of water quality parameters
affecting the commercial characteristics
of the sea urchin *Strongylocentrotus
intermedius*

**65 Rabazanov N.I., Smirnov A.A.,
Barkhalov R.M.**
Biological indicators of some
low-value commercial fish species
(silver carp, rudd, perch) of the Samur
coast of the Caspian Sea
in 2022–2024

ВНУТРЕННИЕ ВОДОЕМЫ

Горячев Д.В., Никитенко А.И.,
Клец Н.Н., Артеменков Д.В.,
Афанасьев П.К., Гвоздарёв Д.А.,
Здрок А.В., Жарикова В.Ю.

Эффективность работ по искусственному
воспроизводству стерляди (*Acipenser
ruthenus*) и сазана (*Cyprinus carpio*)
в водохранилищах Верхней Волги

АКВАКУЛЬТУРА

Бедрицкая И.Н., Пятикопова О.В.,
Сапахова Л.Х., Чебурова А.В.

Методический подход к оценке воздействия
рыбоводного хозяйства садкового типа
по гидрохимическим параметрам

Литвиненко А.В., Горячев С.В., Донец М.М.,
Беланов М.А., Боровкова А.Д.,
Карпенко И.В., Багдасарян А.С.,
Цыганков В.Ю.

Микроэлементный состав горбуши
(*Pink Salmon*) и кеты (*Chum Salmon*) в период
раннего онтогенеза

Махонина В.А., Якимова П.С.,
Мамонова А.С.

Влияние аквапонической системы
на гидрохимический состав воды

ТЕХНОЛОГИЯ

Бредихина О.В., Зарубин Н.Ю.,
Дяченко М.М., Лаврухина Е.В.,
Межонов А.В.

Анализ технологических инструкций
по производству соленой пищевой рыбной
продукции (пряный посол)

Новиков В.Ю., Рысакова К.С.,
Мухортובה А.М., Мухин В.А.

Комплексное использование отходов
ракообразных для получения олигосахаридов
и мономеров хитина и хитозана

INTERNAL RESERVOIRS

73 Goryachev D.V., Nikitenko A.I.,
Klets N.N., Artemenkov D.V.,
Afanasyev P.K., Gvozdev D.A., Zdrok A.V.,
Zharikova V.Yu.

The efficiency of artificially reproducing
Starlet (*Acipenser ruthenus*) and Common
Carp (*Cyprinus carpio*) in upper Volga
reservoirs

AQUACULTURE

88 Bedritskaya I.N., Pyatikopova O.V.,
Sapakhova L.H., Cheburova A.V.

A methodological approach to assessing
the impact of a cage-type fish farm
on hydrochemical parameters

98 Litvinenko A.V., Goryachev S.V.,
Donets M.M., Belanov M.A.,
Borovkova A.D., Karpenko I.V.,
Bagdasaryan A.S., Tsygankov V.Yu.

Microelement composition of pink salmon
(*Pink Salmon*) and chum salmon (*Chum
Salmon*) in the period of early ontogenesis

109 Makhonina V. A., Yakimova P.S.,
Mamonova A.S.

The effect of the aquaponic system
on the hydrochemical composition of water

TECHNOLOGY

116 Bredikhina O.V., Zarubin N.Y.,
Dyachenko M.M., Lavrukina E.V.,
Mezhonov A.V.

Analysis of Technological Instructions
for the Production of Salted Fish Products
(Spiced Salting Method)

123 Novikov V.Yu., Rysakova K.S.,
Mukhortova A.M., Mukhin V.A.

Comprehensive use of crustacean waste
for the production of oligosaccharides
and monomers of chitin and chitosan

Журнал «Рыбное хозяйство» выходит один раз в два месяца (6 выпусков в год) на русском языке с англоязычными рефератами и списком литературных источников. На сайте журнала (www.vniro.ru) есть вся необходимая информация, там представлены номера за текущий год, а также – архив выпусков за предыдущие годы в полном объеме.

Все статьи, предоставленные для публикации, направляются на рецензирование. Не принятые к опубликованию статьи не возвращаются. При перепечатке ссылка на «Рыбное хозяйство» обязательна. Мнение редакции не всегда совпадает с позицией авторов публикаций. Ответственность за достоверность изложенных в публикациях фактов и правильность цитат несут авторы. Редакция оставляет за собой

право, в отдельных случаях, изменять периодичность выхода и объем издания.

The magazine "Fisheries" is published bi-monthly (6 issues per year) in Russian with annotations and a list of literary sources in English. All articles submitted for publication are reviewed. The editorial board does not return rejected articles. When playing, a link to the magazine "Fisheries" is required. The position of the editorial board may not coincide with the position of the authors. The Editorial Board reserves the right to change the frequency of publication of issues. On the magazine's website you can get acquainted with all the necessary information, there are numbers for the current year, as well as an archive of issues for previous years in full.

СОЮЗУ РЫБОЛОВЕЦКИХ КОЛХОЗОВ РОССИИ – 40 ЛЕТ



Уважаемые, дорогие наши рыбаки, мы с Вами отмечаем не только сорокалетие Союза, но и в этот день вспоминаем те исторические вехи славной династии рыболовецких колхозов, их трудовые и фронтовые победы, которые выпали на рыбацкую долю!

Ваша рыбацкая судьба уходит корнями еще в начало 16-го века, при освоении Белого моря и островов Шпицбергена, Новой Земли и побережья Северного Ледовитого океана, когда появились на Русском Севере первые рыболовецкие артели, состоящие из поморов.

Исторически сложилось так, что на базе рыболовецких колхозов развивались поселки, строились культурно-просветительные учреждения и другие бытовые объекты. Это позволяло привлечь население и обжить эти далекие и суровые окраины России, что является хорошим основанием для сохранения и укрепления рыболовецкой колхозной системы, чтобы не оголить окраины страны.

Поднимая историю становления рыболовецкой коллективизации, нельзя не отметить, что во Владивостоке 29-31 октября 1925 года состоялся 1-й Учредительный съезд уполномоченных, на котором был создан «Союз морских промысловых артелей», в последующем переименованный в «Приморрыбаксоюз». И уже в июле 1931 года состоялся Первый Всесоюзный съезд уполномоченных рыбацких колхозно-кооперативных организаций, который одобрил создание Рыбакколхозцентра.

В дальнейшем, Учредительным съездом уполномоченных представителей рыболовецких колхозов, 15 октября 1985 года было утверждено Всесоюзное объединение рыболовецких колхозов.

В 1991-1992 годах, начались разрушительные преобразования в рыбной отрасли, которые перечеркнули многое, что было создано несколькими поколениями рыбаков. Но, что характерно, рыболовецкая колхозная система, на фоне глубокого кризиса отрасли, пережила этот период более стойко, что говорит о жизнеспособности и устойчивости колхозной системы.

После распада СССР, 15 апреля 1992 года, Протоколом собрания учредителей рыболовецких колхозов, Всесоюзное объединение рыболовецких колхозов было реорганизовано в Союз рыболовецких колхозов России (Росрыбколхозсоюз), юбилей которого мы сейчас и отмечаем.

Дорогие рыбаки, члены Союза и Правления, от чистого сердца поздравляю Вас с 40-летием Союза рыболовецких колхозов России! Крепкого всем здоровья, удачной рыбалки и семь футов под килем!

**Председатель Правления
Союза рыболовецких колхозов России**

Андрей Ануфриев





Современная планктонология – состояние и перспективы (по материалам V Всероссийской конференции «Актуальные проблемы планктологии»)

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-9-15>
EDN: TRFWGN

Обзорная статья
УДК: 574.583: 061.3

Телеш Ирина Викторовна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории пресноводной и экспериментальной гидробиологии ЗИН РАН, Санкт-Петербург, Россия
E-mail: Irena.Telesh@zin.ru

Науменко Елена Николаевна – доктор биологических наук, профессор кафедры «Водные биоресурсы и аквакультура», КГТУ, Калининград, Россия
E-mail: elena.naumenko@klgtu.ru

Архипов Александр Геральдович – доктор биологических наук, научный координатор «АтлантНИРО», Калининград, Россия
E-mail: arkhipov@atlant.vniro.ru

Адреса:

1. ФГБУН Зоологический институт Российской академии наук (ЗИН РАН) – Россия, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб., 1
2. ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет» («КГТУ») – Россия, 236022, г. Калининград, Советский пр., 1
3. Атлантический филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («АтлантНИРО») – Россия, 236022, г. Калининград, ул. Дм. Донского, 5

Аннотация. Современная планктонология (планктология) – наука о всесторонней оценке биологического разнообразия, структуры и функционирования пелагических сообществ в водоемах разного типа, а также – их роли в обеспечении рыбопродуктивности и поддержании устойчивого развития водных экосистем. Детальный анализ актуальных проблем планктологии на современном научном уровне, выявление наиболее сложных проблем и оценка перспектив развития этой науки имеют большое значение не только для успешного проведения фундаментальных исследований в области водной экологии, но также необходимы для решения важнейших задач рыбного хозяйства и прикладной гидробиологии, охраны окружающей среды и поддержания «здоровья» водных экосистем. В этой связи, в сентябре 2025 г. на Балтийском взморье в пятый раз собрались отечественные исследователи и их коллеги из Республики Беларусь для участия в научной конференции «Актуальные проблемы планктологии». На конференции были представлены новейшие достижения в области изучения биоразнообразия и трофических взаимодействий в планктоне, таксономии и идентификации основных групп планктонных организмов, результаты исследований видов-вселенцев и их роли в пелагических сообществах, а также – новые сведения о вредоносных цветениях фитопланктона в морских, солоноватоводных и пресноводных экосистемах. Кроме того, в ходе конференции был проведен таксономический тренинг для молодых ученых.

Ключевые слова: планктон, фитопланктон, зоопланктон, ихтиопланктон, водная экология, вредоносные цветения водорослей, виды-вселенцы, прикладная гидробиология, рыбное хозяйство, охрана окружающей среды

Для цитирования: Телеш И.В., Науменко Е.Н., Архипов А.Г. Современная планктонология – состояние и перспективы (по материалам V Всероссийской конференции «Актуальные проблемы планктологии») // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 9-15. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-9-15>

MODERN PLANKTOLOGY: CURRENT STATE AND PROSPECTS (BASED ON MATERIALS FROM THE 5TH ALL-RUSSIAN CONFERENCE “CURRENT PROBLEMS OF PLANKTOLOGY”)

Irina V. Telesh – Doctor of biological sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Freshwater and Experimental Hydrobiology of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg, Russia

Elena N. Naumenko – Doctor of biological sciences, Professor of the Department «Aquatic Bioresources and Aquaculture» of the Kaliningrad State Technical University, Kaliningrad, Russia

Aleksandr G. Arkhipov – Doctor of biological sciences, Scientific Coordinator of the Atlantic Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Kaliningrad, Russia

Addresses:

1. **Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences** – Russia, 199034, St. Petersburg, Universitetskaya Emb., 1
2. **Kaliningrad State Technical University** – Russia, 236022, Kaliningrad, Sovetsky Ave., 1
3. **Atlantic Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography** – Russia, 236022, Kaliningrad, Dm. Donskoy Str., 5

Annotation. Modern planktology is the science, which is comprehensively assessing the biological diversity, structure, and functioning of pelagic communities in various water bodies, as well as their roles in ensuring fish productivity and supporting the sustainable development of aquatic ecosystems. A detailed analysis of topical planktology issues at the current scientific level, identifying the most complex challenges, and assessing the prospects for the development of this science are essential not only for the successful fundamental research in aquatic ecology but also for addressing critical issues in fisheries and applied hydrobiology, environmental protection, and maintaining the health of aquatic ecosystems. In this regard, in September 2025, Russian planktologists and their colleagues from the Republic of Belarus gathered for the fifth time on the Baltic coast to participate

in the scientific conference “Current Issues in Planktology”. The conference presented the latest advances in the studies of biodiversity and trophic interactions in plankton, taxonomy and identification of major groups of planktonic organisms, research results on invasive species and their roles in pelagic communities, and new information on harmful phytoplankton blooms in marine, brackish, and freshwater ecosystems. Furthermore, a taxonomic training course for young scientists was held during the conference.

Keywords: plankton, phytoplankton, zooplankton, ichthyoplankton, aquatic ecology, harmful algal blooms, invasive species, applied hydrobiology, fisheries, environmental protection

For citation: Telesh I.V., Naumenko E.N., Arkhipov A.G. (2025). Modern Planktology: Current State and Prospects (Based on materials from the 5th All-Russian Conference «Current Problems of Planktology»). // Fisheries. No. 5. Pp. 9-15. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-9-15>

*Таблица – авторская, фото – К.А. Подгорного /
Table was made by the authors, photos – by K.A. Podgorny*

Актуальные проблемы современной планктологии (планктологии) неразрывно связаны с важнейшими направлениями развития общей, фундаментальной и прикладной гидробиологии, как экологической науки. Планктология сегодня – это наука о всесторонней оценке биологического разнообразия, структуры и функционирования пелагических сообществ в водоёмах разного типа, а также – их роли в обеспечении рыбопродуктивности и поддержании устойчивого развития водных экосистем. Современная планктология использует классические гидробиологические методы и подходы, а также имеет в своем арсенале широкий набор новейших молекулярно-биологических, генетических, биохимических, токсикологических, биоинформатических и других методик, позволяющих решать сложные задачи, как на уровне отдельных клеток и организмов, так и в масштабе пелагических сообществ в целом. Выявление наиболее актуальных направлений и оценка перспектив развития этой науки имеют большое значение не только для успешного проведения фундаментальных таксономических, биогеографических и экологических исследований, но также необходимы для решения важнейших задач рыбного хозяйства и прикладной гидробиологии, эффективной охраны окружающей среды и поддержания «здоровья» водных экосистем.

Традиция проведения в России конференций по планктологии зародилась в 2012 г. по инициативе Гидробиологического общества при Российской академии наук (ГБО при РАН, <https://gboran.ru/>). Именно тогда Калининградское отделение ГБО при РАН, при поддержке президента Гидробиологического общества академика А.Ф. Алимova (1933-2019) и Учёного секретаря общества д.б.н. И.В. Телеш, впервые приняло решение организовать конференцию по планктологии с таксономическим тре-

нингом для молодых ученых. Первая такая конференция прошла с 9 по 14 сентября 2012 г. в г. Светлогорск Калининградской области на базе Федерального государственного унитарного предприятия «Атлантический научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГУП «АтлантНИРО») и Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Калининградский государственный технический университет» (ФГБОУ ВПО «КГТУ»). Конференция прошла с большим успехом и вызвала широкий резонанс в научном сообществе, в связи с чем было решено проводить такие форумы регулярно – раз в три года.

В результате с 2012 по 2025 год было проведено пять конференций с общим названием «Актуальные проблемы планктологии», которые, хотя и слегка различались по своему статусу (международная или всероссийская с международным участием; с таксономическим тренингом или без такового), всегда привлекали большое число исследователей из многих городов, научных и научно-образовательных учреждений (табл.). Например, III Международная конференция «Актуальные проблемы планктологии» с таксономическим тренингом для молодых ученых прошла с 24 по 28 сентября 2018 г. в г. Зеленоградск Калининградской области. Как и две предыдущие конференции, этот научный форум также организовало ГБО при РАН на базе Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «КГТУ» и Федерального государственного бюджетного научного учреждения «АтлантНИРО». В работе этой конференции, наряду с представителями 30 научных и образовательных учреждений из 22-х российских городов – от Калининграда до Владивостока и Петропавловска-Камчатско-



Президиум конференции: И.В. Телеш (председатель организационного комитета), А.Г. Архипов, О.А. Новожилов, Е.Н. Науменко, С.О. Скарлато (слева направо)

го, от Мурманска до Севастополя, принимали участие также ученые-планктонологи из пяти зарубежных университетов и научных институтов из Германии (Росток), Польши (Миколайки, Познань), Литвы (Клайпеда) и Беларуси (Минск). Последующие конференции проводили Гидробиологическое общество при РАН и Научный Совет по гидробиологии и ихтиологии РАН на базе КГТУ и Института океанологии им. П.П. Ширшова РАН (Атлантическое отделение, Калининград) при содействии АтлантНИРО, Балтийского федерального университета им. И. Канта (БФУ им. Канта) и Санкт-Петербургских ученых из Зоологического института РАН и Института цитологии РАН. Международное участие обеспечивали исследователи из Беларуси. Неизменным спонсором конференции выступала Калининградская компания ООО «Фишеринг сервис» (генеральный директор А.Н. Федоров).

Юбилейная V Всероссийская конференция с международным участием «Актуальные проблемы планктонологии» с таксономическим тренингом для молодых ученых традиционно прошла в г. Светлогорск Калининградской области с 8 по 12 сентября 2025 года. В работе конференции в очном формате приняли участие 71 исследователь: 1 – член-корреспондент РАН, 13 – докторов биологических наук, 32 – кандидата биологических наук, 25 – участников без степени, в том числе 8 – аспирантов и 2 – студента. Доклады представили сотрудники 28 организаций, в том числе 27 институтов и универ-

ситетов трех научно-образовательных ведомств из России (10 – учреждений РАН, 9 – филиалов ВНИРО, 7 – университетов) и 1 – из Беларуси. Докладчиками на конференции выступили специалисты-планктонологи из 18 городов: Москвы, Санкт-Петербурга, Калининграда, Барнаула, Борка, Вологды, Екатеринбурга, Казани, Мурманска, Нижнего Новгорода, Новосибирска, Оренбурга, Перми, Петропавловска-Камчатского, Саратова, Севастополя и Тюмени, а также из Научно-практического центра Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам (Минск). В рамках конференции были заслушаны и обсуждены 73 доклада: 59 устных и 14 стендовых, посвященных достижениям планктонологии, как экологической науки, критическому анализу ее современного состояния и постановке задач для дальнейших исследований.

Основные направления текущих исследований в области планктонологии были отражены в 11 ярких пленарных лекциях ведущих отечественных ученых. В частности, на пленарной сессии были изложены и обсуждены важнейшие проблемы изучения биологического разнообразия и структуры сообществ зоопланктона (доклад чл.-корр. РАН А.В. Крылова с соавт., Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок) и фитопланктона (доклад Л.Г. Корневой, ИБВВ РАН, Борок) в водоемах разного типа, включая особенности их распределения в пространстве (в том числе – в прибрежных зарослевых районах) и во времени,

Таблица. Пять конференций «Актуальные проблемы планктонологии» в России (2012–2025 гг.): сроки и место проведения, статус конференции, число очных участников и число представляемых ими научных и научно-образовательных учреждений, публикации по итогам конференции (номера соответствуют публикациям в списке литературы) /

Table. Five conferences «Actual problems of planktonology» in Russia (2012–2025): dates and venue, status of the conference, number of full-time participants and the number of scientific and research-educational institutions represented by them, publications based on the results of the conference (the numbers correspond to the publications in the list of references)

№	Сроки	Место	Статус	Участники	Учреждения	Публикации
1	9–14 сентября 2012 г.	г. Светлогорск Калининградской обл.	Международная, с таксономическим тренингом	50	25	[1]
2	14–18 сентября 2015 г.	г. Светлогорск Калининградской обл.	Международная, с таксономическим тренингом	61	24	[2, 3]
3	24–28 сентября 2018 г.	г. Зеленоградск Калининградской обл.	Международная, с таксономическим тренингом	91	35	[4]
4	25–30 сентября 2022 г.	г. Светлогорск Калининградской обл.	Всероссийская, с международным участием	90	30	[5, 6, 7]
5	8–12 сентября 2025 г.	г. Светлогорск Калининградской обл.	Всероссийская, с международным участием, с таксономическим тренингом	71	28	[8]

с учетом сезонных изменений сообществ и сроков формирования водоемов. Фундаментальные аспекты географического распространения планктонных ракообразных, их видового разнообразия и формирования истории фаун были рассмотрены в докладе Н.М. Коровчинского (Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва) на примере ветвистоусых ракообразных семейства Cercopagidae (Cladocera: Onychopoda), ряд видов которого – успешные вселенцы в новые местообитания. Актуальная проблема вселения, распространения и натурализации чужеродных видов в морские пелагические сообщества была рассмотрена также на примере микроводорослей Баренцева моря в докладе П.Р. Макаревича (Мурманский морской биологический институт РАН, Мурманск).

Особое внимание на пленарной сессии было уделено проблемам изучения трофических взаимодействий фито- и зоопланктона, в том числе – в реках (доклад Н.И. Ермолаевой, Институт водных и экологических проблем СО РАН, Новосибирск), пелагическим пищевым цепям и питанию рыб в северных озерах (доклад Н.А. Березиной с соавт., Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург) и методам изучения особенностей питания ракообразных рода *Artemia*, имеющих большое значение для рыбного хозяйства, как стартовый живой корм для рыб в аквакультуре (доклад Л.В. Яныгиной, Алтайский государственный университет, Барнаул). В докладе А.Г. Архипова с соавт. (Атлантический филиал

ВНИРО, Калининград) были подробно освещены масштабные исследования распределения сестоны в ходе Большой африканской экспедиции в атлантических водах Марокко и Мавритании. Значимый прикладной аспект проблемы оценки смертности зоопланктона при прохождении воды через агрегаты гидроэлектростанций (ГЭС) был детально освещен в докладе Г.В. Шургановой с соавт. (Нижегородский государственный университет им. Н.И. Лобачевского, Нижний Новгород) на примере Нижегородской ГЭС, и вызвал оживленную дискуссию.

Кроме того, большое внимание на пленарной сессии было уделено важнейшей проблеме изучения вредоносных цветений водорослей, которая имеет как фундаментальный аспект, так и практическую актуальность, в связи с ярко выраженными негативными последствиями этих явлений для планктонных сообществ и водных экосистем в целом [9; 10]. В рамках этой проблематики, как одно из важнейших направлений исследований «красных приливов», были подробно рассмотрены клеточные и молекулярные механизмы, которые влияют на жизненные циклы и способствуют вредоносным цветениям потенциально токсичных динофлагеллят в прибрежных водах морей (доклад С.О. Скарлато, Институт цитологии РАН, Санкт-Петербург). Подчеркивалась необходимость использования новейших молекулярно-генетических методов и биоинформатических подходов в планктонологии, в том числе – для наиболее адекватной

оценки систематического и филогенетического положения видов, способных формировать вредоносные «цветения воды», с целью поиска методик для предотвращения этих губительных явлений и эффективной борьбы с их последствиями. Основные направления и необходимые шаги на пути к прогностическому математическому моделированию «красных приливов» в ближайшей перспективе были представлены в докладе И.В. Телеш (Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург), и всесторонне обсуждены участниками конференции.

По сложившейся традиции, большой интерес вызвали таксономические тренинги, посвященные проблемам идентификации организмов фито- и зоопланктона, обмену опытом изучения таксономического разнообразия планктонных сообществ в водоемах разного типа. Таксономический тренинг по фитопланктону проводила доктор биологических наук, заведующая лабораторией альгологии Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (Борок) Л.Г. Корнева. Тренинг по ветвистоусым ракообразным проводил доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН (Москва) Н.М. Коровчинский. Тренинг по коловраткам и веслоногим ракообразным проводил кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Государственного научно-производственного объединения «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по биоресурсам» (Минск, Беларусь) В.В. Вежновец. В ходе тренинга обсуждались также и общие вопросы таксономии, систематики и филогении рассматриваемых основных групп планктонных организмов.

При обсуждении пленарных, секционных и стендовых докладов, а также – в ходе общей дискуссии по итогам конференции, участники отмечали высокий научный уровень представленных в докладах материалов и результатов исследований. Отмечено, что во многих докладах прозвучали оригинальные идеи, были предложены интересные гипотезы, разработаны новые концепции, а также представлены уникальные методологические разработки, способствующие успешному развитию планктонологии. Тем не менее, как и по результатам предыдущих конференций, вновь была высказана озабоченность недостаточным количеством таксономистов и систематиков по некоторым ключевым группам планктонных организмов, в том числе – по гетеротрофным и миксотрофным жгутиконосцам микропланктона, которые играют важнейшую роль, как первичные продуценты в планктонных сообществах и экосистемах в целом, а также – по некоторым группам зоопланктона и ихтиопланктона.

В итоге участники конференции отметили неизменную востребованность данного научного мероприятия для широкого круга исследователей, заинтересованных в профессиональном обсуждении и грамотном, научно обоснованном решении актуальных фундаментальных, методологических и прикладных вопросов современной планктонологии, как важнейшего направления водной экологии. Подчеркивалось, что решение насущных задач планктонологии позволит перейти на более высокий уровень точности количественной оценки функционирования водных экосистем и обеспечит прогресс в области не только концептуального, но и математического моделирования ключевых экологических процессов разного уровня. Эти шаги необходимы для объективного определения кормовой базы рыб и рыбопродуктивности водоемов. Они важны, в частности, для контроля динамики и прогнозирования мощности опасных токсичных цветений водорослей, особенно вблизи аквахозяйств и рекреационных зон в водоемах. Показано, что эти природные явления широко распространены и учащаются, в связи с эвтрофированием водоемов и изменением климата [9; 10]. Они губительно воздействуют на водные организмы, кормовую базу и условия обитания рыб, представляя угрозу биологической безопасности водной среды, нанося вред флоре и фауне, рыболовству и рыбоводству, аквакультуре, туризму и здоровью населения. Все это, изложенное выше и представленное в докладах на конференции, служит обоснованием особой актуальности, перспективности и необходимости всестороннего развития данного направления исследований и смежных областей планктонологии.

Работа конференции показала, что другим важным прикладным аспектом современных исследований, требующим пристального внимания не только ученых-планктологов, но и специалистов в области охраны окружающей среды, стала проблема верификации экологических рисков и оценки масштабов негативного воздействия плотин и гидроагрегатов ГЭС на озерно-речной планктон. Эта проблема нашла свое отражение в ряде докладов по материалам из разных регионов Российской Федерации [8] и получила широкое и всестороннее обсуждение. По итогам рассмотрения данного вопроса, участники конференции выразили серьезную озабоченность проблемой и предложили заинтересованным ведомствам, при определении ущерба водным биоресурсам от деятельности ГЭС, отказаться от применяемого в настоящее время расчета ущерба по кормовой базе рыб, в связи с появлением новых научных данных. Учитывая, что ФГБУ «Российская академия наук» является высшим экспертным органом

РФ, участниками конференции выдвинуто предложение о том, что целесообразно было бы провести совместное заседание экспертов РАН с представителями ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» по вопросу о внесении изменений в соответствующие нормативно-правовые акты.

Краткие материалы конференции, отражающие содержание представленных докладов, как и на предыдущих четырех конференциях [1; 2; 4; 5], были опубликованы до начала работы форума [8]. Проведение следующей, шестой конференции «Актуальные проблемы планктонологии» планируется на 2028 год.

Материал подготовлен при финансовой поддержке государственного задания ЗИН РАН, тема № 125012800888-5 (И.В.Т.).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: И.В. Телеш – идея работы, анализ данных, подготовка текста, окончательная проверка статьи; Е.Н. Науменко – идея работы, сбор и анализ данных, подготовка статьи, А.Г. Архипов – идея работы, сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: I.V. Telesh – idea of the work, data analysis, preparation of the text, final revision of the article; E.N. Naumenko – idea of the work, data collection and analysis, article preparation; A.G. Arkhipov – idea of the work, data collection and analysis, article preparation.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Сборник «Актуальные проблемы планктонологии» // Материалы конференции, г. Калининград, 9-14 сентября 2012 г. – Калининград: Изд-во ФГУП «Атлант-НИРО». 2012. 100 с.
2. Сборник «Актуальные проблемы планктонологии» // Материалы II Международной конференции, г. Светлогорск, Калининградская обл., 14-18 сентября 2015 г. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВПО «КГТУ». 2015. 142 с.
3. Телеш И.В., Науменко Е.Н., Архипов А.Г. II Международная конференция «Актуальные проблемы планктонологии» с таксономическим тренингом для молодых ученых // Рыбное хозяйство. 2015. №5. С. 12-14.
4. Сборник «Актуальные проблемы планктонологии» // Материалы III Международной конференции, г. Зеленоградск Калининградской области, 24-28 сентября 2018 г. – Калининград: АтлантНИРО. 2018. 236 с.
5. Сборник «Актуальные проблемы планктонологии» // Материалы IV Всероссийской конференции, г. Светлогорск Калининградской области, 25-30 сентября 2022 г. – Калининград: Изд-во КГТУ. 2022. 232 с.
6. Telesh I.V., Skarlato S.O. (2022). Studies of cellular and molecular mechanisms coupled with physico-chemical and ecological prerequisites of harmful algal blooms secure advanced research prospects in planktonology // Protistology. 16 (3). Pp. 149-160. <https://doi.org/10.21685/1680-0826-2022-16-3-1>.
7. Телеш И.В., Науменко Е.Н. Актуальные проблемы планктонологии // Рыбное хозяйство, 2023. №1. С. 4-6. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-1-4-6>.

8. Сборник «Актуальные проблемы планктонологии» // V Всероссийская конференция с международным участием «Актуальные проблемы планктонологии» с таксономическим тренингом для молодых ученых, г. Светлогорск Калининградской обл., 8-12 сентября 2025 г. Тезисы докладов. – Калининград: Изд-во ФГБОУ ВО «КГТУ». 2025. 143 с.
9. Telesh I.V., Skarlato S.O. (2022). Harmful blooms of the potentially toxic dinoflagellates in the Baltic Sea: ecological, cellular and molecular background // Russian Journal of Ecology. 53 (6). Pp. 464-477. <https://doi.org/10.1134/S1067413622060157>.
10. Telesh I.V., Rodin G.J., Schubert H., Skarlato S.O. (2025). Modeling unveils how kleptoplastidy affects mixotrophy boosting algal blooms // Biology. 14(7): 900. <https://doi.org/10.3390/biology14070900>.

LITERATURE AND SOURCES

1. Collection “Actual Problems of Planktonology” // Materials of the conference, Kaliningrad, September 9-14, 2012 – Kaliningrad: publishing house of FSUE Atlant-NIRO. 2012. 100 p. (In Russ.)
2. Collection “Actual Problems of Planktonology” // Proceedings of the II International Conference, Svetlogorsk, Kaliningrad region, September 14-18, 2015 – Kaliningrad: Publishing house of the FGBOU VPO “KSTU”. 2015. 142 p. (In Russ.)
3. Telesh I.V., Naumenko E.N., Arkhipov A.G. (2015). II International Conference “Actual Problems of Planktonology” with taxonomic training for young scientists // Fisheries. № 5. Pp. 12-14. (In Russ.)
4. Collection “Actual Problems of Planktonology” // Proceedings of the III International Conference, Zelenogradsk, Kaliningrad region, September 24-28, 2018 – Kaliningrad: AtlantNIRO. 2018. 236 p. (In Russ.)
5. Collection “Actual problems of planktonology” // Materials of the IV All-Russian Conference, Svetlogorsk, Kaliningrad region, September 25-30, 2022 – Kaliningrad: Publishing House of KSTU. 2022. 232 p. (In Russ.)
6. Telesh I.V., Skarlato S.O. (2022). Studies of cellular and molecular mechanisms coupled with physico-chemical and ecological prerequisites of harmful algal blooms secure advanced research prospects in planktonology // Protistology, 16 (3). Pp. 149-160. <https://doi.org/10.21685/1680-0826-2022-16-3-1>.
7. Telesh I.V., Naumenko E.N. (2023). Actual problems of planktonology // Rybnoe хозяйство (FISHERIES), 1. Pp. 4-6. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-1-4-6>. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Collection “Actual problems of planktonology” // V All-Russian Conference with International Participation “Actual Problems of Planktonology” with taxonomic training course for young scientist, Svetlogorsk, Kaliningrad region, September 8-12, 2025. Abstracts. – Kaliningrad: Publishing House of KSTU. 2025. 143 p.
9. Telesh I.V., Skarlato S.O. (2022). Harmful blooms of the potentially toxic dinoflagellates in the Baltic Sea: ecological, cellular and molecular background // Russian Journal of Ecology. 53 (6). Pp. 464-477. <https://doi.org/10.1134/S1067413622060157>.
10. Telesh I.V., Rodin G.J., Schubert H., Skarlato S.O., 2025. Modeling unveils how kleptoplastidy affects mixotrophy boosting algal blooms // Biology. 14(7): 900. <https://doi.org/10.3390/biology14070900>.

Материал поступил в редакцию/ Received 22.09.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 25.09.2025



Природные и производственные факторы развития рыбного хозяйства Арктического региона в перспективном периоде

Научная статья
УДК 338.1

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-16-24>
EDN: TTQEVJ

Васильев Анатолий Михайлович – доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист РФ, главный научный сотрудник, Мурманск, Россия
E-mail: a.vasiliev@ksc.ru, *ORCID* 0000-0001-8626-9980

Лисунова Евгения Александровна – инженер-исследователь, Апатиты, Россия
E-mail: e.lisunova@ksc.ru, *ORCID* 0000-0001-5908-8471

Адрес: Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской Академии наук» – Россия, 184209, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, 24а

Аннотация. Приведены краткий прогноз состояния основных промысловых ресурсов Баренцева моря в 2030-2035 гг., наличие основных производственных фондов для промысла рыбы и добычи крабов.

Ключевые слова: Западная Арктика, промысловые и производственные ресурсы

Для цитирования: Васильев А.М., Лисунова Е.А. Природные и производственные факторы развития рыбного хозяйства Арктического региона в перспективном периоде // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 16-24. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-16-24>

NATURAL AND PRODUCTION FACTORS OF THE DEVELOPMENT OF FISHERY IN THE ARCTIC REGION IN THE PROSPECTIVE PERIOD

Anatoly M. Vasilyev – Doctor of Economics, Professor, Honored Economist of the Russian Federation, Chief Researcher, Murmansk, Russia

Evgeniya A. Lisunova – research engineer, Murmansk, Russia

G.P. Luzin Institute of Economic Problems – a separate division of the Federal Research Center «Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences»

Address: Russia, 184209, Murmansk region, Apatity, Fersman str., 24A

Annotation. A brief forecast of the status of the main commercial resources of the Barents Sea in 2030-2035 is presented, along with the availability of key production assets for fishing and crab extraction.

Keywords: Western Arctic, commercial and production resources

For citation: Vasilyev A.M., Lisunova E.A. (2025). Natural and production factors of the development of fishery in the Arctic region in the prospective period // Fisheries. No. 5. Pp. 16-24. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-16-24>

Рисунки – авторские / The drawings was made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Основными элементами, определяющими развитие рыбного хозяйства, являются: сырьевая база промысла, флот, перерабатывающие предприятия, правовые и экономические условия и кадры.

Стратегия освоения водных биологических ресурсов (ВБР) в Западной Арктике в перспективном периоде – составная часть исследования процесса интегрированного освоения ресурсного потенциала Арктики. Известно, что во многих промысловых районах Западной Арктики выявлены богатые нефтегазовые структуры и проходят пути морских перевозок. Приоритетное развитие названных и других видов деятельности, связанных с морями, зависит от потребности государства, что должно учитываться при интегральном освоении ресурсов.

Сырьевая база промысла в первую очередь зависит от природных условий. Существенное влияние на её состояние оказывает соответ-

ствие используемых промысловых мощностей возможному изъятию биоресурсов. Нарушение баланса приводит к неустойчивому развитию рыбной отрасли. Оказывают влияние на состояние стада биологических ресурсов способы добычи. Например, преимущественно траловый промысел трески Россией и прибрежный не траловый промысел Норвегии по-разному влияют на состояние единого стада трески Баренцева моря.

Сырьевая база промысла в определённой мере определяет схему её эксплуатации, типы промысловых судов и их количество. На Северном бассейне, в процессе эволюции и технического прогресса, в настоящее время 93-95% общего допустимого улова (ОДУ) осуществляется морозильными траулерами и незначительное количество – морозильными ярусными судами. Лишь 5-7% ОДУ трески и пикши добывается малыми судами на прибрежном промысле и должно доставляться в порт в виде охлаждённого полуфабриката для дальнейшей перера-



Рисунок 1. Траулер-процессор пр 170701 «Капитан Соколов» (фото из открытых источников)

Figure 1. Processor trawler pr 170701 «Captain Sokolov» (photo from open sources)

ботки на береговых предприятиях и продажи населению.

Избранная схема промысла и потребности населения в рыбной продукции, не выпускаемой на промысловых судах, а также – производство новых видов продукции должны определять развитие береговой переработки рыбы и морепродуктов.

КРАТКИЙ ПРОГНОЗ СЫРЬЕВОЙ БАЗЫ ПРОМЫСЛА

Основные промысловые объекты в Западной Арктике – треска и пикша. Важное промысловое значение имеют также крабы. Состояние запасов этих промысловых объектов в значительной мере обуславливает стратегию освоения ВБР Западной Арктики и прилегающих вод Северной Атлантики в целом.

Наблюдающееся в настоящее время уменьшение уловов трески, согласно прогнозу учёных ВНИРО Б.Н. Котенёва и соавторов, связано с окончанием облова богатого поколения 2012 г. и высокой смертностью относительно малоурожайных поколений 2007-2013 гг. рождения. Благоприятные условия воспроизводства трески, наблюдавшиеся в 2016-2017 гг., вошли в промысловый запас 2022-2023 гг. и задерживают его снижение. В дальнейшем, при наступлении в первой половине 2020-х годов отрицательной фазы Глобального Северо-Атлантического климатического индекса (САК), как сообщают учёные ВНИРО, возможно появление ряда рекордно урожайных поколений, которые обеспечат рост запасов

к концу 2020-х годов до высокого уровня. Однако, при установлении тенденции к росту индекса САК в конце 2020-х начале 2030-х гг., урожайность поколений трески начнет снижаться, что скажется на биомассе трески к 2035 году. Все вышеперечисленное может привести к снижению отечественного вылова трески до уровня 150-200 тыс. тонн.

Высокоурожайное поколение пикши 2005 г. начало облавливаться через 6-7 лет. Следующее высокоурожайное поколение пикши должно появиться в первой половине 2020-х годов (может уже появилось). Переход к отрицательной фазе Атлантической многодекадной осцилляции (АМО), ожидаемый во второй половине 2020-х гг., по утверждению учёных ВНИРО, обусловит снижение численности поколений и, в конечном итоге, биомассы пикши к середине 2030-х годов.

В целом по Северо-Восточной Атлантике прогноз изменения запасов промысловых рыб к 2035 г. основан на ожидаемом похолодании. Для ключевых объектов отечественного рыболовства прогноз пессимистичен. Установленные связи между изменениями климата и динамикой запасов показали, как сообщает Б.Н. Котенёв и соавторы прогноза, что похолодание окажет негативное воздействие на успешность воспроизводства трески, пикши, путассу, скумбрии, сельди. Суммарные потери для рыбаков Северного рыбохозяйственного бассейна по экспертным оценкам составят около 0,5 млн тонн. Однако ожидаемое похолодание положительно скажется на запасах мойвы, которые начнут восстанавливаться с середины 20-х годов, а максимума достигнут к 2035 г., что позволит значительно компенсировать потери в вылове [1].

Авторы представленного прогноза считают его пессимистическим по отношению к большинству добываемых рыб, кроме мойвы. Наблюдаемое в настоящее время снижение промысловых запасов и вылова трески, согласно этому прогнозу, может продлиться до конца 2020-х годов. Хорошее состояние промысловых запасов трески, в соответствии с этим прогнозом, можно ожидать в конце 2020-х годов и первой половине 2030-х годов.

Промысловые запасы пикши, согласно приведенному выше прогнозу, будут в хорошем состоянии во второй половине 2020-х годов. В начале 2030-х годов численность поколений будет уменьшаться, что обусловит снижение промысловых запасов и уменьшение уловов.

Основные аспекты прогноза сырьевой базы промысла учёных ВНИРО, опубликованные в 2024 г., весьма неопределённые как по треске, так и в целом. Они пишут, что

вылов донных рыб в 2000-2020 гг., в среднем, составил 400 тыс. т, а добыча трески – 278 тыс. тонн. «При условии продолжения череды тёплых в гидрологическом отношении лет и сохранении запасов донных рыб Баренцева моря на современном уровне, в ближайшие годы можно ожидать стабилизации общего ежегодного отечественного вылова на Северном рыбохозяйственном бассейне на текущем уровне». Текущий уровень вылова на Северном бассейне в 2023 г., когда писалась статья, составлял 475 тыс. т, в том числе квота трески – 241,8 тыс. т, пикши – 71,2 тыс. тонн. Это значительно меньше средних результатов 2010-2021 гг. [2].

В нынешних условиях, когда идут дискуссии специалистов о погоде и нет по этой проблеме единого мнения, не приходится ожидать надёжного долгосрочного прогноза по запасам рыб и других гидробионтов в Арктике. Из опубликованных выше данных можно сделать вывод, что суммарные уловы трески и пикши в 2026-2030 гг., по сравнению с предыдущими несколькими годами, должны повышаться. Затем может последовать период с более высокими уловами.

Наряду с промысловыми запасами трески и пикши в Баренцевом море, совместной Российской-Норвежской комиссией с 1976 г. распределяются между Россией и Норвегией промысловые квоты сайды, палтусов, камбал, зубаток, окуней и некоторых других промысловых объектов.

Кроме различных видов рыб на российском шельфе Северо-Западной Арктики, Россия располагает значительными запасами крабов и других беспозвоночных. В российской экономической зоне в Западной Арктике в 2024 г. ОДУ крабов составлял 29564 т (12690 т камчатского и 16874 т краба стригуна-опилео). Начали выделяться промысловые квоты краба в Карском море.

Крабы – важнейший промысловый ресурс российского рыболовства, в том числе в Северо-Западной Арктике. В 2021 г. они принесли более 43% выручки от всего российского «рыбного» экспорта, несмотря на долю в экспорте менее 5%.

Учёные Мурманского морского биологического института (ММБИ) прогнозируют распространение ареала обитания и увеличение популяции камчатского краба в Арктике. Количество ракообразных увеличится в восточных и северных районах Баренцева моря и в водах Норвегии. Причиной роста популяции может стать возросшая толерантность планктонных стадий развития краба к потеплению температуры морской воды. Возрос-

ла биомасса фитопланктона и, как следствие, увеличиваются запасы потребляющих их рыб и крабов. Об этом говорится в исследовании, опубликованном в международном журнале «Water» [3]. «По оценкам ассоциации рыбопромышленников, российский экспорт краба к 2030 году может суммарно вырасти до более чем \$3,58 млрд (в 1,9 раза по сравнению с 2023-м годом)» – прогнозирует президент Всероссийской ассоциации экспортёров Г. Зверев [4; 5].

В прилегающих к Западной Арктике водах Северной Атлантики России ежегодно выделяются на основе международных договоров квоты сельди, скумбрии, путассу, окуней, палтусов и других ВБР [6-8].

ИЗМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ ПРОМЫСЛОВОГО ФЛОТА

Основным производственным звеном для обеспечения конкурентоспособности рыбного хозяйства России является промысловый флот. Государство, вводя в 2003 г. долгосрочное наделение рыбаков квотами водных биологических ресурсов и предоставляя им в 2007-2008 гг. ряд преференций считало, что тем самым создаёт возможности для накопления финансовых средств и стимулирует инвестиционную активность для строительства новых высокотехнологичных промысловых судов. Однако обновление состава промыслового флота пошло по другому пути – финансовые средства вкладывались во «вчерашний день», приобретались траулеры иностранной постройки, бывшие длительное время в эксплуатации. Результат такой политики – старение флота. Уровень механизации и автоматизации производственных процессов на них не соответствовал требованиям времени, ассортимент выпускаемой продукции был весьма ограниченным.

В реестре судов Северного бассейна на 01 января 2022 г. было зарегистрировано 136 крупных, больших и средних промысловых судов, а также – 49 единиц малых и маломерных судов. Средний возраст всех судов составляет 33,7 лет, в том числе крупных – 31,9 лет, больших – 30,2 года, среднетоннажных траулеров, осваивающих основную часть ОДУ донных видов рыб Северного бассейна – 33,6 лет, малых и маломерных судов – 35,1 года. Из 9 единиц крупных траулеров лишь один имел возраст 8 лет, остальные – старше 28 лет. Больших судов насчитывается 6 ед. (2 ед. в возрасте около 30 лет, остальные – старше). Из 121 среднетоннажного траулера лишь 5 ед. моложе нормативного срока в 18 лет и 17 единиц находятся в возрасте

до 30 лет. Из малых и маломерных судов лишь около 10 ед. находятся в пределах нормативного срока, равного 12 годам.

Переломным событием в решении проблемы инвестиций для обновления промыслового флота явилось заседание президиума Государственного совета 19 октября 2015 г. по вопросам развития рыбохозяйственного комплекса в Российской Федерации. Учитывая приведенные выше недостатки, а также – необходимость создания российских компетенций в строительстве промысловых судов, было принято решение об обновлении промыслового флота путём строительства судов на российских верфях, с выделением на эти цели стимулирующих инвестиционных квот основных промысловых объектов на Северном бассейне – трески и пикши.

Всего по первому этапу были поданы заявки на строительство 105 судов, в том числе для Северного бассейна 22 ед., за счет чего, по расчетам Росрыболовства, будет обновлено 80% производственных мощностей по добыче рыбы [9].

По первому этапу заявок для постройки и эксплуатации на Северном бассейне планировалось построить по 6 траулеров-процессоров проектов 170701, КМТ01, 03095 и 2 ярусолова-процессора.

Супер-траулер «Капитан Соколов», принадлежащий холдингу «НОРЕБО» – головное судно проекта 170701, в июне 2025 г. введён в эксплуатацию. Его основные характеристики: длина – 81,6 м, ширина – 16 м, скорость – 15 узлов, водоизмещение – 5500 т, мощность главного двигателя – 6,2 МВт, общая производительность по вылову – 150 т рыбы в сутки, по заморозке – 100 т. Экипаж – 70-80 человек.

Корпус судна имеет капсулообразную форму носовых обводов. Такое конструкторское решение позволит расширить внутренние площади под производство, повысить мореходные мощности и энергоэффективность – выделяемое двигателем тепло обеспечит обогрев помещений судна и экономию топлива.

Конструкция судна и внутренние механизмы позволяют сократить время выгрузки продукции и трудовые затраты экипажа.

Морозильный траулер-процессор предназначен для промысла пикши, трески и других водных биоресурсов в Северном бассейне. Современное оборудование фабрики многофункционально, дает возможность выпускать разные виды рыбопродукции высокого качества с сохранением полезных свойств.

Судно-процессор способно производить глубокую переработку, филе, рыбий жир и консервы. Обеспечено безотходное произ-

водство за счет переработки отходов в рыбную муку [10].

Траулеры-процессоры проекта КМТ01 – серия российских крупнотоннажных траулеров-процессоров, предназначенных для ловли донных пород рыбы в районах Северной Атлантики, включая Баренцево море, а также – районы Шпицбергена и Исландии.

Характеристика траулеров-процессоров пр.КМТ01 и КМТ02 (по судну «Норвежское море»):

- суда оборудованы тремя кранами, расположенными на носу, миделе и корме. На промысловой палубе установлены четыре траловые линии, лов рыбы возможен двумя тралами одновременно. В комплекс рыбопоискового оборудования траулера входят гидролокаторы, акустические системы поиска скоплений рыбы, а также цветные эхолоты.
- бортовые автоматизированные фабрики, с ежесуточным объёмом переработки более 160 т сырой рыбы, обеспечивают выпуск филе, рыбьего жира, рыбной муки и консервов непосредственно во время плавания; применяется система автопеллетирования грузов, уменьшающая ручной труд экипажа судна. Экипаж 49 человек [11].

Траулер пр. 03095 предназначен для ловли донных пород рыб и обработки улова на борту судна.

Основные технические параметры:

- длина наибольшая – около 70 метров. Осадка расчётная – 6,6 метров. Морозильный рыбный трюм – 1400 м³. Дедвейт около – 650 тонн. Тип и мощность двигателя Wartsila 9L32 мощностью 5220 кВт при 750 об/мин. Скорость – около 14,5 узлов. Экипаж 60 человек;
- производительность морозильного оборудования составляет не менее 100 т мороженой продукции в сутки, филетировочного оборудования – не менее 20 т готовой продукции в сутки;
- потрошенная обезглавленная или неразделанная рыба замораживается в вертикальных плиточных морозильных аппаратах, филе – в горизонтальном морозильном аппарате;
- рыбофабрика траулера оснащена оборудованием для сортировки, обезглавливания, потрошения и филетирования рыбы, а также – для выпуска кормового фарша, ликвидных рыбных отходов, рыбной муки [12].

Ярусолов-процессор (проект МТ 1112XL) – рыболовное судно, предназначенное для морского ярусного лова рыбы и других гидробионтов (например, кальмаров и крабов).

Характеристика Ярусоловов-процессоров (по проекту):

- водоизмещение – 2200 т, длина – 58,6 м, мощность главных двигателей – 2-1350 квт, производительность – 30 т по заморозке, автономность – 45 суток, экипаж 30 человек [13].

Подводя итоги о новых промысловых судах, добывающих рыбу, отметим следующее:

- на новых супер-траулерах, поступающих на Северный бассейн, кроме филе будут производиться фарш, фарш-сурими, рыбная мука, жир, консервы с использованием новейших технологий и техники;
- производительность морозильного оборудования траулеров-процессоров, в сравнении с почти равными по размерам БМРТ типа «Кронштадт», больше в 2,75 раза, по сравнению с более современным траулером типа «Севрыба-2» – в 1,7 раза;
- производительность морозильного оборудования нового траулера проекта 1701, по сравнению с близким ему по длине судном типа «Севрыба-2», больше в 1,2 раза;
- на траулерах-процессорах имеются рыбомучные установки (РМУ), что важно как с хозяйственной точки зрения, так и с точки зрения улучшения экологичности промысла;
- мощность главных двигателей на новых судах намного больше, по сравнению с ранее строящимися траулерами. Это значит, что они могут использовать более уловистые тралы и при необходимости производить траления с большей скоростью. Следовательно, у них может быть выше производительность промысла;
- численность экипажей должна подтверждать высокий уровень автоматизации в машинном отделении и механизации труда на рыбной фабрике.

В связи с этим, необходимо обратить внимание, что недавно в Норвегии введён в эксплуатацию траулер-процессор «Ecofive» с главными измерениями и оборудованием, подобными российским новым траулерам. При этом численность экипажа на нём составляет 30 человек [14].

Известно, что в России более жёсткие требования к численности экипажей со стороны органов здравоохранения и техники безопасности труда, но на различие в численности экипажей в 2-3 раза следует обратить внимание. Тем более, что новые российские суда оборудованы зарубежной техникой, в том числе – норвежской.

Публикуемая информация о новых траулерах свидетельствует, что, в сравнении с находящимися в эксплуатации судами, их

использование должно обеспечить рост производительности труда не менее, чем в 2 раза, снижение затрат, увеличение производства рыбной продукции глубокой разделки (филе, фарша сурими и других), безотходное использование рыбного сырья.

Построенные и уже работающие в арктических морях траулеры-процессоры «Баренцево море» и «Норвежское море» оценены специалистами как лучшие суда в своём классе. Траулер «Баренцево море» получил награду как лучший траулер по версии Baird Maritime [15].

Планировалось, что строительство судов, заказанных по первому этапу заказов завершится в 2026 году. Однако из-за санкций, в отношении главных двигателей и другого комплектующего оборудования, сроки готовности судов удлинятся, и в настоящее время на Северный бассейн поступили только 5 траулеров и 1 ярусолов-процессор. Окончание строительства полного состава намечено на 2030 год. В этот период ещё может находиться в эксплуатации около 100 промысловых судов нынешнего состава.

Оценивая средний суточный вылов новых траулеров-процессоров в 75% от номинального по проекту и нахождение их на промысле по уровню траулера «Севрыбы-2» в 268 суток в году, можно подсчитать, что их суммарный годовой вылов трески и пикши может составить 454 тыс. т, что примерно равно среднегодовому ОДУ трески и пикши в 2011-2019 гг. (период хорошей сырьевой базы). Таким образом, новые суда могут полностью осваивать ОДУ трески, пикши, палтуса и других донных видов рыб в Северо-Восточной Атлантике.



Рисунок 2. Траулер-процессор Ecofive (<https://paluba.media/news/189697>)

Figure 2. Ecofive processor trawler

В связи с этим, в недалёком будущем возникнут проблемы с обеспечением промысловыми квотами судов, находящихся в эксплуатации в настоящее время. Тем более, что квот трески и пикши недостаточно уже в настоящее время.

ИЗМЕНЕНИЯ В СОСТАВЕ ФЛОТА ДЛЯ ДОБЫЧИ КРАБОВ

Повышать производительность труда и улучшать финансовое положение краболовов государство также решило за счёт нового флота. В этих целях продажа промысловых квот крабов на аукционах сопряжена с обязательством строительства новых краболовных судов.

По состоянию на начало 2020 г., в состав действующего краболовного флота России входило порядка 160 судов суммарным дедвейтом 65,9 тыс. тонн. Анализ возрастной структуры российского краболовного флота показывает, что флот ведущих компаний по добыче краба физически и морально устарел: средний возраст флота равен 31 году, при этом в эксплуатации находится более 80% судов, превышающих нормативный средний возраст эксплуатации рыболовного судна (25 лет).

В составе действующего краболовного флота в Западной Арктике имелось 19 судов, в том числе у компаний консорциума СЗРК – 12 физически и морально устаревших судов [16].

Изменения в составе краболовного флота начались в 2019 г., когда было принято законодательство о платных аукционах по распределению квот крабов и обязательств победителей аукционов по строительству новых судов на российских верфях. Для Северного бассейна планируется построить 10 краболовов-процессоров по проекту КСП02.

Новые 3 краболова-процессора, построенные по проекту КСП02, прототипом которых было судно, построенное в Турции в 2020 г., вступили в строй. Они, по заявлению специалистов СЗРК, насыщены самыми прогрессивными разработками в отрасли, отвечают последним требованиям мирового уровня. В том числе оснащены автоматизированными фабриками. На них установлены энергоэффективные двигатели с автоматизацией AUN3, что позволяет эксплуатировать их одним оператором с мостика без постоянного присутствия персонала в машинном отделении. Используются экологически безопасные хладагенты. Количество ловушек в 2 раза больше. Предусмотрена цифровизация управления производственным процессом. Обеспечена большая независимость от погодных условий. Перечисленные нововведения обеспечивают рост промыслового результата на 20-50% [17; 18].

Таким образом, можно утверждать, что к 2030 г. рыбо- и краболовство будут обеспечены новым добывающим флотом, эксплуатация которого позволит повысить производительность труда в рыболовстве не менее чем в 2 раза и рост промыслового результата в краболовстве – не менее чем на 20%. Производственные характеристики судов и их техническое состояние позволят осваивать и новые открытые районы промысла.

БЕРЕГОВАЯ ПЕРЕРАБОТКА РЫБЫ И МОРЕПРОДУКТОВ

В Мурманской области уже несколько десятилетий работают около 40 предприятий по производству рыбной продукции из охлажденного и мороженого сырья. Их деятельность, из-за отсутствия спроса производства в больших объёмах некоторых видов продукции и большой стоимости сырья, осуществляется на 40-50% от имеющихся мощностей. Однако в октябре 2015 г., одновременно с решением о строительстве судов с поддержкой инвестиционными квотами трески, было разрешено подавать заявки на строительство заводов. Всего было построено 11 современных предприятий, которые также работают не на полную мощность по тем же причинам, что и традиционные заводы. Кроме этого, некоторых из них уже штрафовали на большие суммы из-за невыполнения условий использования инвестиционных квот.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В статье представлена краткая характеристика основных элементов, определяющих развитие рыбного хозяйства Северного бассейна в ближайшей перспективе: сырьевая база промысла и флот.

Согласно прогнозам учёных ВНИРО, состояние запасов основных промысловых рыб – трески и пикши – в 2026-2030 гг., по сравнению с предыдущими несколькими годами, должно улучшаться, а затем может последовать период с более высокими уловами.

ОДУ крабов в 2024 г. составлял 29564 т (12690 т камчатского и 16874 т краба стригуна-опилеа). Начали выделяться промысловые квоты краба в Карском море. Специалисты предполагают, что сырьевая база крабов будет находиться в хорошем состоянии. По оценкам ВАРПЭ, общий российский экспорт крабов к 2030 г. может суммарно вырасти до более чем на 3,58 млрд долл. США (в 1,9 раза по сравнению с 2023-м годом).

На Северный бассейн до 2030 г. должно поступить ~20 траулеров-процессоров и порядка 5 – современных среднетоннажных су-

дов. Из имеющихся в настоящее время промысловых судов в эксплуатации могут находиться около 100 единиц. Из них 35-40 судов будут иметь возраст до 30 лет.

Выполненные нами расчеты показывают, что для эффективной эксплуатации новых судов необходимы ресурсы донных видов рыб в объёме 450-500 тыс. тонн. В настоящее время квотами донных рыб наделяются более 90 предприятий, а инвестиции в строительство нового флота сделали менее 10 предприятий. В складывающейся ситуации возникает проблема наделения новых судов сырьевыми ресурсами, в соответствии с их мощностями, и концентрации квот биоресурсов у нескольких крупных компаний.

Траулеры-процессоры и краболовы обладают большей производительностью по вылову, и их эксплуатация позволяет выпускать более широкий ассортимент продукции глубокой переработки, снизить себестоимость производства и производительность труда. Появится возможность для снижения оптовых цен на продукцию на внутреннем рынке. Поэтому, важно обеспечить их производственные мощности промысловыми квотами в первую очередь.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: Васильев А.М. – концепция исследования, написание исходного текста, сбор и анализ данных, итоговые выводы, окончательная проверка статьи. Лисунова Е.А. – подготовка статьи, анализ данных, корректировка и доработка текста, подготовка обзора литературы.

The authors advertise the rejection of the conflict of intersections. Tab b of the authors' work: Vasiliev A.M. – research concept, writing the source text, data collection and analysis, final results, conditional status check. Lisunova E.A. – preparation of statuses, data analysis, correction and storage of textures, preparation of literary reviews.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Котенев Б.Н., Булатов О.А., Кровнин А.С. Перспективы отечественного рыболовства до 2035 года в условиях меняющегося климата // Вопросы рыболовства. 2019. Т. 20. №4. С. 395-435.
2. Греков А.А., Долгов А.В., Ковалев Ю.А., Мухин В.А., Прозоркевич Д.В., Соколов К.М., Ярагина Н.А. Состояние отечественного рыболовства на Северном рыбохозяйственном бассейне в начале XXI века // Труды ВНИРО. 2024. Т. 195. С. 12-23. DOI: 10.36038/2307-3497-2024-195-12-23.
3. Dvoretsky V.G., Dvoretsky A.G. Ecology and distribution of red king crab larvae in the Barents Sea: a review // Water. 2022. Vol. 14. Article 2328.
4. Белая А. Где крабы зимуют: Россия получила рекордную выручку за продажу ракообразных в Китай. URL: <https://www.forbes.ru/biznes/529691-gde-kraby-zimuut-rossia-polucila-rekordnuu-vyrucku-za-prodazu-rakoobraznyh-v-kitaj> (дата обращения: 31.07.2025).
5. Россия сохраняет лидерство в премиальном сегменте мирового крабового рынка // Рыбный Курьер-Профи. 2025. №4 (1036). С. 75.
6. Таблица распределения квот на вылов в районах Северо-Восточной и Северо-Западной Атлантики на 2024 г. URL: <https://atlantonpr.ru/index.php/ru/informatsiya/novoe-ot-otdela-npr/189-tablitsa-raspredeleniya-kvot-sva-na-2023-g> (дата обращения: 31.07.2025).
7. Таблица распределения квот на вылов в районах Северо-Восточной и Северо-Западной Атлантики на 2018 г. URL: <https://atlantonpr.ru/index.php/ru/informatsiya/novoe-ot-otdela-npr/130-tablitsa-raspredeleniya-kvot-sva-na-2017-g-2> (дата обращения: 31.07.2025).
8. ОДУ и квоты России на вылов гидробионтов в зоне регулирования НАФО (Северо-Западная Атлантика) в 2015-2018 гг. URL: <https://atlantonpr.ru/index.php/ru/informatsiya/novoe-ot-otdela-npr/125-odu-i-kvoty-rossii-na-vylov-gidrobiontov-v-zone-regulirovaniya-nafo-severo-zapadnaya-atlantika-v-2015-2018-gg-v-tonnakh> (дата обращения: 31.07.2025).
9. Научные и прикладные основы устойчивого развития и модернизации морехозяйственной деятельности в западной части Арктической зоны РФ: отчет о НИР (заключ.): 0226-2019-0022 / Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина ФИЦ «Кольский научный центр РАН»; науч. рук. Васильев А.М.; отв. исполн.: Васильев А.М., Вopilовский С.С., Фадеев А.М. [и др.]. -Апатиты, 2022. - 157 с.
10. «Капитан Соколов» – о новом траулере-процессоре ГК Норебо. URL: <https://vc.ru/id1533629/784170-kapitan-sokolov-o-novom-traulere-processore-gk-no-rebo?ysclid=m8mrlgk8i9549154515> (дата обращения: 31.07.2025).
11. Траулеры проекта KMT01. URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D1%83%D0%BB%D0%B5%D1%80%D1%8B_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0_%D0%9A%D0%9C%D0%A201 (дата обращения: 31.07.2025).
12. Проект 03095, тип Андромеда. URL: <https://fleetphoto.ru/projects/5553/?ysclid=m8msuiuh5g906372207> (дата обращения: 31.07.2025).
13. Ярусолов-процессор проекта МТ 1112XL. URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/%D0%AF%D1%80%D1%83%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%80_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0_MT_1112XL (дата обращения: 31.07.2025).
14. Норвежский судостроительный холдинг передал заказчику новый траулер-процессор Ecofive // Рыбный Курьер-Профи. 2025. № 10 (1042). С. 64.
15. «Баренцево море» - лучший траулер 2020 года по версии Baird Maritime. URL: <https://www.aosk>

- ru/press-center/news/barentsevo-more-luchshiy-trauler-2020-goda-po-versii-baird-maritime/?ysclid=m6t1qpvu3z896188132 (дата обращения: 31.07.2025).
16. Строительство крабовых судов. Итоги 2019 года. Перспективы строительства судов в 2020-2025 годах. -URL: <https://infoline.spb.ru/upload/iblock/21d/21dde5f55cbb9e845be340b1567f4de5.pdf?ysclid=lz86k5dbex65093736> (дата обращения: 31.07.2025).
 17. Новые крабовые обеспечат значительный рост уловов, безопасность и экологичность промысла – исследование АСРФ. URL: <https://dzen.ru/a/Y859tbbrYXwx-XQK?ysclid=lz4glgk13y109996136> (дата обращения: 31.07.2025).
 18. Анализ параметров новых крабовых судов. URL: https://fsarf.ru/upload/analitika/%D0%9A%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B_%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9%20%D1%84%D0%BB%D0%BE%D1%82.pdf (дата обращения: 31.07.2025).
- ## REFERENCES AND SOURCES
1. Kotenev B.N., Bulatov O.A., Krovnin A.S. (2019). Prospects for domestic fisheries up to 2035 in a changing climate // *Fishery Issues*. Vol. 20. No. 4. Pp. 395-435. (In Russ.)
 2. Grekov A.A., Dolgov A.V., Kovalev Yu.A., Mukhin V.A., Prozorkevich D.V., Sokolov K.M., Yaragina N.A. The state of domestic fisheries in the Northern fishery basin at the beginning of the 21st century // *Trudy VNIRO*. 2024. Vol. 195. P. 1223. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2024-195-12-23>.
 3. Dvoretzky V.G., Dvoretzky A.G. (2022). Ecology and distribution of red king crab larvae in the Barents Sea: a review // *Water*. Vol. 14. Article 2328. (In Russ.)
 4. Belaya A. Where crabs winter: Russia received record revenue from the sale of crustaceans to China. URL: <https://www.forbes.ru/biznes/529691-gde-kraby-zimuut-rossia-poluchila-rekordnuu-vyrucku-za-prodazu-rakobraznyh-v-kitaj> (date of access: 31.07.2025). (In Russ.)
 5. Russia maintains leadership in the premium segment of the global crab market // *Fish Courier-Profi*. 2025. No. 4 (1036). P. 75. (In Russ.)
 6. Table of distribution of catch quotas in the areas of the North-East and North-West Atlantic for 2024. URL: <https://atlantonpr.ru/index.php/ru/informatsiya/novoe-ot-otdela-npr/189-tablitsa-aspredeleniya-kvot-sva-na-2023-g> (date of access: 31.07.2025). (In Russ.)
 7. Table of distribution of catch quotas in the areas of the North-East and North-West Atlantic for 2018. URL: <https://atlantonpr.ru/index.php/ru/informatsiya/novoe-ot-otdela-npr/130-tablitsa-raspredeleniya-kvot-sva-na-2017-g-2> (date of access: 31.07.2025). (In Russ.)
 8. TAC and quotas of Russia for catch of aquatic organisms in the NAFO regulation zone (Northwest Atlantic) in 2015-2018. URL: <https://atlantonpr.ru/index.php/ru/informatsiya/novoe-ot-otdela-npr/125-odu-i-kvoty-rossii-na-vylov-gidrobiontov-v-zone-regulirovaniya-nafo-severo-zapadnaya-atlantika-v-2015-2018-gg-v-tonnakh> (date of access: 31.07.2025). (In Russ.)
 9. Scientific and applied foundations of sustainable development and modernization of marine economic activities in the western part of the Arctic zone of the Russian Federation: research report (concluding): 0226-2019-0022 / Institute of Economic Problems named after G.P. Luzin FRC «Kola Science Center of the Russian Academy of Sciences»; research director Vasiliev AM; responsible executives: Vasiliev AM, Vopilovsky SS, Fadeev AM [et al.]. – Apatity. 2022. 157 p. (In Russ.)
 10. «Captain Sokolov» – about the new trawler-processor of the Norebo Group. URL: <https://vc.ru/id1533629/784170-kapitan-sokolov-o-novom-traulere-processore-gk-norebo?ysclid=m8mrlgk8i9549154515> (date of access: 31.07.2025). (In Russ.)
 11. Trawlers of the KMT01 project. URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/%D0%A2%D1%80%D0%B0%D1%83%D0%BB%D0%B5%D1%80%D1%8B_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0_%D0%9A%D0%9C%D0%A201 (date of access: 31.07.2025). (In Russ.)
 12. Project 03095, Andromeda type. URL: <https://fleetphoto.ru/projects/5553/?ysclid=m8msuiuh5g906372207> (date of access: 31.07.2025). (In Russ.)
 13. Longliner-processor of the MT 1112XL project. URL: https://ru.ruwiki.ru/wiki/%D0%AF%D1%80%D1%83%D1%81%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2-%D0%BF%D1%80%D0%BE%D1%86%D0%B5%D1%81%D1%81%D0%BE%D1%80_%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B5%D0%BA%D1%82%D0%B0_MT_1112XL (date of access: 31.07.2025). (In Russ.)
 14. Norwegian shipbuilding holding handed over new trawler-processor Ecofive to the customer // *Rybny Kuryer-Profi*. 2025. No. 10 (1042). P. 64. (In Russ.)
 15. «Barentsovo More» – the best trawler of 2020 according to Baird Maritime. URL: <https://www.aosk.ru/press-center/news/barentsevo-more-luchshiy-trauler-2020-goda-po-versii-baird-maritime/?ysclid=m6t1qpvu3z896188132> (date of access: 31.07.2025). (In Russ.)
 16. Construction of crab vessels. Results of 2019. Prospects for ship construction in 2020-2025. -URL: <https://infoline.spb.ru/upload/iblock/21d/21dde5f55cbb9e845be340b1567f4de5.pdf?ysclid=lz86k5dbex65093736> (date of access: 31.07.2025). (In Russ.)
 17. New crab catchers will ensure a significant increase in catches, safety and environmental friendliness of the fishery - study by the ASRF. URL: <https://dzen.ru/a/Y859tbbrYXwx-XQK?ysclid=lz4glgk13y109996136> (date of access: 31.07.2025). (In Russ.)
 18. Analysis of the parameters of new crab fishing vessels. URL: https://fsarf.ru/upload/analitika/%D0%9A%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%B2%D1%8B_%D0%BD%D0%BE%D0%B2%D1%8B%D0%B9%20%D1%84%D0%BB%D0%BE%D1%82.pdf (date of access: 31.07.2025). (In Russ.)
- Материал поступил в редакцию / Received 15.09.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 19.09.2025



Кластерная политика в рыбохозяйственном комплексе как основа импортозамещения

Научная статья
УДК 338.43

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-25-30>
EDN: TVPWVI

Кравцов Сергей Александрович – старший преподаватель,
Кафедра «Экономика и менеджмент», Камчатский государственный
технический университет (КамчатГТУ), Петропавловск-Камчатский, Россия
E-mail: sergeykravt003@gmail.com, *spin:* 5462-8177

Адрес:

Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ) –
Россия, 683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, д. 35

Аннотация. В статье рассматривается кластерная политика как системный инструмент повышения конкурентоспособности рыбохозяйственного комплекса (РХК) за счёт технологической независимости, структурной кооперации и экспортной ориентации. Проанализированы теоретические основы кластеризации, а также – предъявляемые требования к рыбохозяйственному кластеру. Уточняется определение кластерной политики рыбохозяйственного комплекса. Анализируются преимущества импортозамещения за счёт локализации производственных и сервисных цепочек, снижения зависимости от импортных комплектующих, оптимизации логистики и унификации стандартов качества (НАССР/ISO 22000) с внедрением цифровых платформ планирования и контроля запасов.

Ключевые слова: рыбохозяйственный комплекс, кластер, санкции, импортозамещение, механизм

Для цитирования: Кравцов С.А. Кластерная политика в рыбохозяйственном комплексе как основа импортозамещения // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 25-30. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-25-30>

CLUSTER POLICY IN THE FISHERIES SECTOR AS A BASIS FOR IMPORT SUBSTITUTION

Sergey A. Kravtsov – Senior Lecturer, Department of Economics and Management, Kamchatka State Technical University (KamchatSTU), Petropavlovsk-Kamchatsky, Russia

Address:

Kamchatka State Technical University (KamchatSTU) – 35 Klyuchevskaya Street, Petropavlovsk-Kamchatsky, 683003, Russia

Annotation. This article examines cluster policy as a systemic tool for enhancing the competitiveness of the fisheries sector (FSS) through technological independence, structural cooperation, and export orientation. The theoretical foundations of clustering and the requirements for a fisheries cluster are analyzed. The definition of cluster policy in the fisheries sector is clarified. The benefits of import substitution through localization of production and service chains, reduced dependence on imported components, logistics optimization, and the unification of quality standards (HACCP/ISO 22000) with the implementation of digital inventory planning and control platforms are analyzed.

Keywords: fisheries, cluster, sanctions, import substitution, mechanism

For citation: Kravtsov S.A. (2025). Cluster Policy in the Fisheries Sector as a Basis for Import Substitution // Fisheries. No. 5. Pp. 25-30. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-25-30>

Рисунок – авторский / The drawing was made by the author

ВВЕДЕНИЕ

ОРХК России охватывает широкий спектр деятельности – от добычи водных биоресурсов (ВБР) и аквакультуры до переработки, логистики и сбыта. Отрасль характеризуется высокой капиталоемкостью, сезонными колебаниями, биологическими ограничениями, чувствительностью к регулированию и зависимостью от наличия развитой инфраструктуры. Сужение доступа к иностранным технологиям и рынкам, в силу действующего санкционного давления, создаёт острую необходимость в инструментах, которые могли бы одновременно укрепить внутренние сырьевые и технологические ресурсы. Кластерная политика решает эту задачу посредством пространственно и институционально организованной координации инвестиций, научных исследований и разработок, стандартизации и логистики вокруг «якорных резидентов» и научных учреждений, что в свою очередь повышает устойчивость цепочек создания добавленной стоимости и ускоряет внедрение прогрессивных технологий.

Цель статьи – конкретизация кластерной политики как инструмента импортозамещения и повышения конкурентоспособности рыбохозяйственного комплекса России.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ КЛАСТЕРНОЙ ПОЛИТИКИ В РХК

Кластерная политика – составная часть экономической политики государства, проводимая в целях формирования и поддержки кластеров на определённых территориях, за счёт создания дополнительных условий для повышения конкурентоспособности и эффективного взаимодействия участников кластера [1].

Понятие кластер в России получило широкое распространение относительно недавно. Кластер стал определением организационного механизма, создаваемого хозяйствующими субъектами для реализации совместных проектов, которые включают в себя, кроме предприятий, профессиональные образовательные и научные организации, финансовые институты и прочие, способствующие разви-

тию бизнеса, структуры [2]. Кластер может определяться как индустриальный комплекс, сформированный на базе территориальной концентрации сетей специализированных поставщиков, основных производителей и потребителей, связанных технологической цепочкой и выступающих альтернативой секторальному подходу [3].

Кластерные эффекты проявляются в уменьшении транзакционных расходов, достижении экономии за счёт масштаба и плотности, более быстрой передаче знаний, совместном доступе к специализированным навыкам и оборудованию, а также – в укреплении позиций при ведении переговоров на рынках. Особенности РХК обусловлены биоэкономической сущностью ресурса, требованием синхронизации биологического учёта запасов, рыболовной тактики и инвестиционных периодов, критичностью непрерывности «холодильного хранения» и важностью соблюдения стандартов качества и прослеживаемости в глобальной торговле.

Для эффективной работы, рыбохозяйственный кластер должен, как минимум, отвечать следующим требованиям:

- географическая близость предприятий в рамках региона и портово-логистических узлов;
- наличие в составе кластера от 10 до 20 компаний, включая 2-3 «якорных» участника;
- создание конкурентной среды внутри отрасли для ускорения развития компаний-участников;
- обязательное участие государства [4]. Необходимым условием развития является наличие региональных и целевых отраслевых программ, мер поддержки, «единого окна» разрешительных процедур;
- формирование специализированных органов управления кластера с чёткими полномочиями;
- непрерывность основной цепочки: добыча/аквакультура – переработка – обеспечение условий хранения – логистика – реализация;
- наличие единой цифровой системы прослеживаемости уловов и продукции с подключением к региональным и федеральным информационным ресурсам;
- развитая портовая и холодильная инфраструктура с подтверждёнными соглашениями по температуре и срокам доставки;
- действующие стандарты качества и безопасности (НАССР/ISO 22000) и ветеринарно-фитосанитарная система правовых и организационных мер (комплаенс) для экспорта;

- НИОКР кооперация с вузами и НИИ региона, учебный центр и дуальные программы подготовки кадров.

Уточним определение кластерной политики с учётом требований, предъявляемых к рыбохозяйственному кластеру. Кластерная политика в сфере рыбохозяйственного комплекса представляет собой ориентированную на результат государственную стратегию, которая предполагает взаимодействие и координацию действий между предприятиями, научно-исследовательскими и образовательными организациями, отраслевыми объединениями и органами власти. Эта стратегия действует в рамках территориально или функционально объединённых групп хозяйствующих субъектов, с целью создания синергетического эффекта, повышения конкурентоспособности, инновационного потенциала и устойчивого развития рыбной отрасли. Достижение этих целей обеспечивается посредством совместных проектов, развития инфраструктуры, стандартизации, улучшения доступа к финансовым и нефинансовым ресурсам, подготовки квалифицированных кадров и внедрения экологически ответственных практик.

КЛАСТЕРЫ И ИМПОРТОЗАМЕЩЕНИЕ В РХК

Кластеры в рыбохозяйственном комплексе выступают как один из механизмов импортозамещения, позволяющий создавать замкнутые цепочки производства. Формирование кластерных образований в прибрежных регионах часто обусловлено совокупностью экономических и институциональных условий – сокращением доступности импортных запчастей, усилением требований к качеству выпускаемой продукции и активной деятельностью местных властей и научных учреждений.

На первом этапе перехода к кластерному подходу необходимо заложить основу для сотрудничества между рыболовецкими бригадами, аквакультурными фермами, предприятиями по переработке рыбы, поставщиками кормов и оборудования, логистическими компаниями и научно-исследовательскими центрами. Формализация этого взаимодействия может быть осуществлена посредством меморандумов о сотрудничестве, создания кооперативов или регистрации юридически оформленных кластерных ассоциаций с чётко определёнными структурами управления и уставом.

Недостаток капитала не позволяет отдельным мелким рыбоперерабатывающим предприятиям приобрести линии глубокой

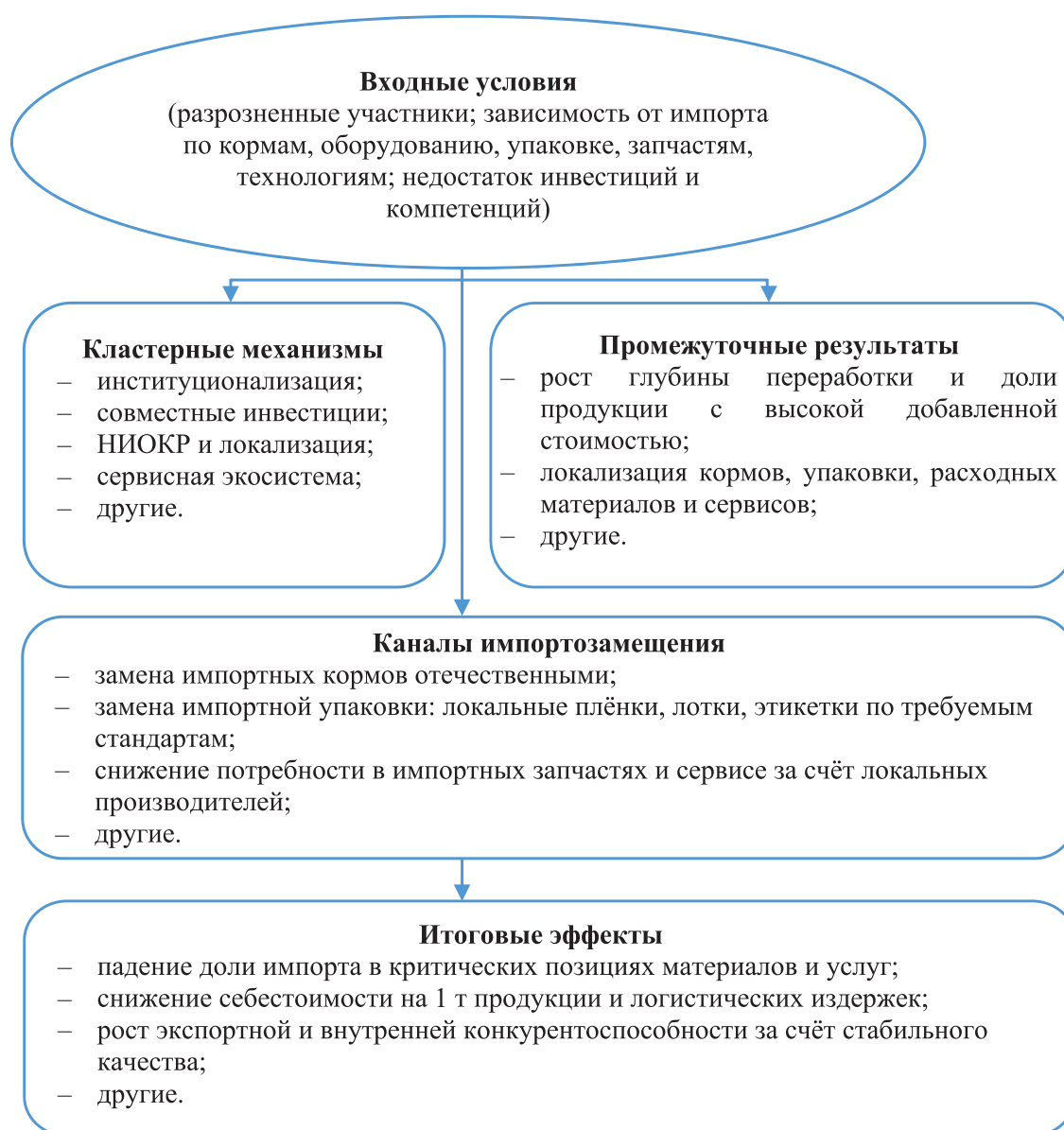


Рисунок 1. Влияние кластерной политики в рыбохозяйственном комплексе на импортозамещение
Figure 1. The impact of cluster policy in the fisheries sector on import substitution

переработки, вакуумной фасовки и соответствующие холодильные мощности для хранения. Кластер помогает решить эту проблему посредством коллективных инвестиционных фондов, совместных предприятий или операционного лизинга, при котором оборудование становится собственностью ассоциированного оператора и предоставляется участникам на основе тарифов пользования, без права выкупа. Экономический результат выражается в сокращении капитальных вложений

на единицу продукции, повышении степени глубокой переработки. В результате, это должно дать рост валовой добавленной стоимости и уменьшение удельных переменных затрат за счёт эффекта масштаба.

Координатор кластера может направить усилия на формирование локальной сервисной экосистемы, ориентированной на производство и обслуживание рыболовных снастей, сетей, запасных частей и оборудования для переработки и флота. В практической

плоскости это реализуется через финансовые и институциональные меры: предоставление субсидированных кредитов и поручительств для малых и средних производителей, запуск программ переподготовки и повышения квалификации рабочих кадров, а также – поддержка инициатив по стандартизации и сертификации продукции. Такие меры повышают способность местных предприятий соответствовать техническим регламентам и требованиям качества, что снижает зависимость от зарубежных поставщиков, уменьшает сроки и колебания цен на комплектующие и укрепляет эксплуатационную устойчивость рыболовных судов и перерабатывающих предприятий.

Успешное импортозамещение требует оптимизации внутренних логистических цепочек. Кластер достигает этого путём создания распределительных центров с модульными холодильными складами, а также – внедрения единых транспортных графиков и цифровых платформ для планирования маршрутов (TMS) и контроля остатков на складах (WMS). Эффективность экономики оценивается по трём ключевым показателям: снижению процента бракованной продукции, сокращению времени от момента вылова до переработки и уменьшению логистических расходов на единицу продукции. При внедрении стандартов системы управления безопасностью пищевых продуктов (НАССР) и системы температурного контроля, локальная продукция становится по качеству сопоставимой с импортной, что открывает для неё новые возможности сбыта в розничных сетях.

Кластерный подход требует наличия системы управления рисками и механизмов распределения финансовой нагрузки. На практике это реализуется через страховые пулы для рыболовных судов и ферм, гарантийные фонды для покрытий при форс-мажоре, а также – через гибкие схемы ценообразования. Региональные власти могут поддерживать кластеры фискальными льготами на инвестиции и субсидиями на НИОКР, что снижает порог вхождения и повышает привлекательность локализации (рис. 1).

На нескольких примерах рассмотрим реализацию кластерной политики и её влияние на импортозамещение в рыбохозяйственном комплексе: от формирования высокотехнологичных производственных связей до локализации сервисов, кормов и судоремонта. Постановлением Правительства Камчатского края № 541-П была утверждена «Стратегия социально-экономического развития Камчат-

ского края до 2035 года» [5], в рамках которой определены основные направления развития региона. В Стратегии обозначены следующие направления развития РХК в части кластерной политики:

1. Формирование высокотехнологичного рыбопромышленного кластера, способного обеспечить продовольственную безопасность за счёт рационального использования ВБР. Этот кластер охватит весь производственный цикл – от добычи до реализации готовой продукции, одновременно способствуя социально-экономическому развитию прибрежных территорий. Ожидается, что его вклад в ВРП достигнет 34,2% к 2035 году.
2. Организация конкурентоспособного судоремонтного кластера для удовлетворения потребностей рыболовного флота. Его вклад в ВРП ожидается на уровне не менее 1,2% к 2035 г. [6].

По данным исследования, опубликованного 28.03.2025 г., производственная зависимость российских компаний от импортных материалов сократилась почти в полтора раза. В частности, рыбная отрасль показала снижение импортозависимости на 8,3%, что стало результатом активных действий отечественных рыбаков, которые искали замену зарубежному оборудованию [7].

Производство рыбных кормов в стране в 2024 г. составило 51,4 тысяч т, что на 19% превышает показатели 2023 года. Такое увеличение объёма производства позволило удовлетворить примерно 25% потребностей отечественных аквакультурных хозяйств.

До 2022 г. российский рынок лососёвых аквакультур зависел от импортных кормов на 90%. В 2023 г., для развития отечественного производства рыбных кормов, была введена государственная компенсация в виде 25% от капитальных расходов, связанных со строительством и модернизацией объектов по производству специализированных кормов.

Прогнозируется, что к 2030 г. суммарный объём производства действующих и новых мощностей по выпуску рыбного корма достигнет 250 тысяч т в год [8].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Кластер не является универсальным решением, для его функционирования необходима компетентная координация, прозрачные договорные механизмы и институциональная поддержка. Распространёнными проблемами, которые требуют проработки, являются распределение прибыли и инвестиций между участниками разного масштаба, устранение

рыночных барьеров для входа малых производителей, обеспечение долгосрочного финансирования НИОКР и соблюдение санитарно-эпидемиологических требований. Кроме того, локализация технологических процессов часто требует поэтапной валидации и стандартизации, что увеличивает временной горизонт возврата инвестиций.

С эффективно налаженной институциональной структурой и наличием механизмов финансирования, страхования и цифровой координации, кластер превращается в мощное средство импортозамещения в РХК. Он способствует формированию локальных цепочек создания стоимости, снижает зависимость от импортных комплектующих и повышает конкурентоспособность продукции на отечественном рынке. Отдачу кластера необходимо оценивать с помощью количественных показателей и регулярных независимых аудитов, что позволит принимать обоснованные решения о масштабировании и распространении успешных практик в других регионах.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Центр кластерного развития Новосибирской области // URL: https://cluster-nso.ru/ru/clusterpolicy/cluster_policy_rf/ (дата обращения: 30.09.2025)
2. Колончин К.В., Бетин О.И., Волошин Г.А. Государственные меры по развитию рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации. Политика кластеризации. Потенциал развития рыбопромышленных кластеров в Азово-Черноморском бассейне полуострова Крым // ТРУДЫ ВНИРО. 2021. Т. 183. С. 113-126. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-183-113-126>
3. Москальчук С.С. Использование территориально-отраслевого кластера для повышения конкурентоспособности предприятий рыбной промышленности Приморского края // Известия ТИНРО. 2007. Т. 148. С. 336-344.
4. Воробьев В.В. Формирование региональных кластеров рыбопромышленного развития // Рыбное хозяйство. 2008. № 2. С. 13-17
5. Постановление Правительства Камчатского края от 30.10.2023 г. № 541-П (с изм. на 17.04.2025) «Об утверждении стратегии социально-экономического развития Камчатского края до 2035 года» // URL: <https://docs.cntd.ru/document/406915132> (дата обращения 30.09.2025)
6. Крацов С.А., Труба А.С. Тенденции и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса Камчатского края // Russian Journal of Management. 2024. Т. 12. № 2. С. 883-900. <https://doi.org/10.29039/2409-6024-2024-12-2-883-900>
7. Импортозамещение в России: рыболовство и рыбоводство достигают значительных успехов // Fishretail.ru URL: <https://fishretail.ru/news/importozameshchenie-v-rossii-ribolovstvo-i-ribovodstvo-475656>

<https://fishretail.ru/news/importozameshchenie-v-rossii-ribolovstvo-i-ribovodstvo-475656> (дата обращения: 30.09.2025).

8. Курс на импортозамещение: в 2024 году российские компании увеличили объемы производства рыбных кормов и посадочного материала // ФАР URL: <https://fish.gov.ru/main-news/2025/02/13/kurs-na-importozameshchenie-v-2024-godu-rossijskie-kompanii-uvlechili-obemy-proizvodstva-rybnyh-kormov-i-posadochnogo-materiala/> (дата обращения: 30.09.2025)

REFERENCES AND SOURCES

1. The Center for Cluster Development of the Novosibirsk region // URL: https://cluster-nso.ru/ru/clusterpolicy/cluster_policy_rf/ (date of reference: 30.09.2025). (In Russ.)
2. Kolonchin K.V., Betin O.I., Voloshin G.A. State measures for the development of the fisheries complex of the Russian Federation. Clusterization policy. The potential for the development of fishing clusters in the Azov-Black Sea basin of the Crimean peninsula // PROCEEDINGS OF VNIRO. 2021. Vol. 183. Pp. 113-126. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-183-113-126>. (In Russ.)
3. Moskalchuk S.S. The use of a territorial-industrial cluster to increase the competitiveness of fishing industry enterprises in Primorsky Krai // News from TINRO. 2007. Vol. 148. Pp. 336-344. (In Russ.)
4. Vorobyov V.V. (2008). Formation of regional clusters of fishing industry development // Fisheries. No. 2. Pp. 13-17. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Resolution of the Government of the Kamchatka Territory dated 10/30/2023 No. 541-P (as amended on 04/17/2025) «On approval of the strategy of socio-economic development of the Kamchatka Territory until 2035» // URL: <https://docs.cntd.ru/document/406915132> (accessed 30.09.2025). (In Russ.)
6. Kravtsov S.A., Truba A.S. Trends and prospects in the development of the fisheries complex of the Kamchatka Territory // Russian Journal of Management. 2024. Vol. 12. No. 2. Pp. 883-900. <https://doi.org/10.29039/2409-6024-2024-12-2-883-900>. (In Russ.)
7. Import substitution in Russia: fishing and fish farming are making significant progress // Fishretail.ru URL: <https://fishretail.ru/news/importozameshchenie-v-rossii-ribolovstvo-i-ribovodstvo-475656> (date of request: 30.09.2025). (In Russ.)
8. Import substitution policy: in 2024, Russian companies increased the production of fish feed and planting material // FAR URL: <https://fish.gov.ru/main-news/2025/02/13/kurs-na-importozameshchenie-v-2024-godu-rossijskie-kompanii-uvlechili-obemy-proizvodstva-rybnyh-kormov-i-posadochnogo-materiala/> (date of access: 30.09.2025). (In Russ.)

Материал поступил в редакцию / Received 01.10.2025

Принят к публикации / Accepted for publication 02.10.2025



Автор фотографии: М.В. Ракитина

Основные биологические показатели желтоперой камбалы (*Limanda aspera*) и интенсивность ее лова в прибрежной акватории северной и северо-западной частей Северо-Охотоморской подзоны Охотского моря в мае-июле 2025 года

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-31-37>
EDN: RVRGXV

Научная статья
УДК: 597.556.35:591.134:639.2.053

Бурлак Филипп Анатольевич – аспирант, руководитель группы морских промысловых рыб лаборатории морских рыбных, прибрежных ресурсов и мониторинга промысла ВБР, Магаданский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»), Магадан, Россия
E-mail: Burlakfa@magadan.vniro.ru

Шершенков Сергей Юрьевич – Главный специалист лаборатории морских рыбных, прибрежных ресурсов и мониторинга промысла ВБР, Магаданский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»), Магадан, Россия
E-mail: shershenkovsu@magadan.vniro.ru

Смирнов Андрей Анатольевич – доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»); профессор кафедры ихтиологии, Дагестанский государственный университет (ДГУ); ведущий научный сотрудник, Сахалинский государственный университет, Москва, Россия
E-mail: asmirnov@vniro.ru

Адреса:

1. Магаданский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО») – Россия, 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 36/10;
2. Государственный научный центр РФ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)» – Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19
3. Дагестанский государственный университет – Россия, 367025, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а
4. Сахалинский государственный университет – Россия, 693000, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, д. 290

Аннотация. На основе материалов, собранных в мае-июле 2025 г., рассматриваются основные биологические показатели желтоперой камбалы (*Limanda aspera*) в прибрежной акватории северной и северо-западной частей Северо-Охотоморской подзоны. Дана краткая характеристика размерно-весовых показателей и соотношения полов. Представлены данные об интенсивности лова камбал любительскими орудиями лова на данной акватории.

Ключевые слова: желтоперая камбала, масса тела, длина тела, интенсивность лова

Для цитирования: Бурлак Ф.А., Шершенков С.Ю., Смирнов А.А. Основные биологические показатели желтоперой камбалы (*Limanda aspera*) и интенсивность ее лова в прибрежной акватории северной и северо-западной частей Северо-Охотоморской подзоны Охотского моря в мае-июле 2025 года // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 31-37. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-31-37>

THE MAIN BIOLOGICAL INDICATORS OF YELLOWFIN SOLE (*LIMANDA ASPERA*) AND THE INTENSITY OF ITS FISHING IN THE COASTAL WATERS OF THE NORTHERN AND NORTHWESTERN PARTS OF THE NORTH OKHOTSK SEA SUBZONE IN MAY-JULY 2025

Philip A. Burlak – Postgraduate Student, Head of the Marine Commercial Fish Group at the Laboratory of Marine Fish, Coastal Resources and Fishery Monitoring, Magadan branch SSC RF of FSBI «VNIRO» («MagadanNIRO»), Magadan, Russia

Sergey Yu. Shershenkov – Chief Specialist of the Laboratory of Marine Fish, Coastal Resources and Fishery Monitoring, Magadan branch SSC RF of FSBI «VNIRO» («MagadanNIRO»), Magadan, Russia

Andrey A. Smirnov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Department of Marine Fishes of the Far East, Russian Federate Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Professor of the Department of Ichthyology, Dagestan State University (DSU), Leading researcher Research Laboratory for Chemical and Biological Research Sakhalin State University (SSU); Moscow, Russia

Addresses:

1. Magadan branch SSC RF of FSBI «VNIRO» («MagadanNIRO») – Russia, 685000, Magadan, Portovay Str., 36/10;
2. The State Scientific Center of the Russian Federation All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – Russia, 105187, Moscow, Okružnoy proezd, 19,
3. Dagestan State Natural Biosphere Reserve – Russia, 367010, Makhachkala, Gagarina str., 120
4. Sakhalin State University (SSU) – Russia, 693000, Yuzhno-Sakhalinsk, Lenin str., 290

Annotation. Based on the materials collected in May-July 2025, the main biological indicators of the yellowfin sole (*Limanda aspera*) in the coastal waters of the northern and northwestern parts of the North Okhotsk Sea subzone are considered. A brief description of the size-weight indicators and sex ratio is provided. The data on the intensity of flounder fishing by amateur fishing gear in this water area is presented.

Keywords: yellowfin sole, body weight, body length, fishing intensity

For citation: Burlak P.A., Shershenkov S.Yu. Smirnov A.A. (2025). The main biological indicators of yellowfin sole (*Limanda aspera*) and the intensity of its fishing in the coastal waters of the northern and northwestern parts of the North Okhotsk Sea subzone in May-July 2025. No. 5. Pp. 31-37. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-31-37>

Рисунки и таблица – авторские / The drawings and table were made by the author

Активная промысловая эксплуатация дальневосточных камбал в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря (далее – СОМ) началась с 2004 г. и продолжает активно развиваться [1; 2]. Ежегодные выловы камбал дальневосточных в СОМ колебались от 1062 т в 2010 г. до 4942 т в 2023 г., однако при таком значительном росте объема добычи основным районом промысла продолжает оставаться относительно ограниченная акватория Притауйского района восточной части СОМ и, в значительно меньшей степени, – район п. Аян [3], в то время как остальные акватории этой подзоны промыслом охвачены незначительно, и данные о биологическом состоянии камбал за пределами Притауйского района недостаточны. Районы промысла камбал дальневосточных в СОМ в 2023-2025 гг. показаны на рисунке 1.

Ввиду того, что желтоперая камбала (*Limanda aspera*) является доминирующим видом в прибрежных и судовых уловах (до 85%) [4; 5] в северной части Охотского моря, и учитывая возможное усиление промысловой эксплуатации данного объекта водно-биологических ресурсов (далее – ВБР), считаем необходимым, помимо ежегодного мониторинга и анализа биологического состояния этого объекта промысла, проведение поисково-разведывательных мероприятий по обнаружению промысловых скоплений камбал на других акваториях СОМ, для минимизации промысловой нагрузки на традиционный промысловый район.

В северной и северо-западной частях СОМ (май-июль 2025 г.), в том числе с по-

мощью сотрудников БИФ ВНИРО, кому авторы выражают большую признательность, производился лов камбал и других объектов прилова удебными (крючковыми) орудиями промысла в режиме любительского рыболовства. Биологический анализ пойманных экземпляров желтоперой камбалы производился по стандартным методикам, принятым в ихтиологических исследованиях [6]. Вместе с этим учитывалось количество одновременно задействованных орудий лова и общая продолжительность времени контрольного лова. Районы сбора промысловой и биологической статистики представлены на рисунке 2.

В хронологическом порядке сбор данных по желтоперой камбале производился: от Ейринейской губы до м. Гадикан (точки 1-2); от зал. Алдома до м. Низкий (точки 9-3); от зал. Алдома до м. Мусикан (точки 9-13); у мыса Отлогий и в бухте Нагаева (точки 14-15) материал собирался единовременно; бухта Гертнера (точка 16) была конечной точкой.

Ейринейская губа. Желтоперая камбала в уловах была представлена особями с длиной тела (здесь и далее длина тела – АВ) от 27,6 до 40,6 см (средняя длина самцов составила 30,3 см; самок – 35,7 см) и с массой тела (здесь и далее приводится полная масса тела) от 220 до 860 г (средняя масса самцов составила 300 г; самок – 532 г). Доля самок в уловах составила более 81%. У всех рыб наблюдалось наполнение желудков в 3-4 балла икрой сельди (*Clupea pallasii*) и обычным субстратом. Средняя температура воды (здесь и далее указана температура поверхности воды на глубине 0,5-0,7 м) была на уровне 4,3 °С.



Рисунок 1. Районы промысла камбал дальневосточных в Северо-Охотоморской подзоне Охотского моря в 2023-2025 годах

Figure 1. Fishing areas for Far Eastern flounders in the North Okhotsk subzone of the Sea of Okhotsk in 2023-2025



Рисунок 2. Направления и точки сбора материалов по желтоперой камбале, пойманной крючковыми орудиями лова в мае-июле 2025 г.: 1 – Ейринейская губа; 2 – мыс Гадикан, бухта Шилки; 3 – мыс Низкий; 4 – мыс Плоский; 5 – река Мана; 6 – мыс Хадянга; 7 – мыс Оджан; 8 – залив Феодота; 9 – залив Алдома; 10 – залив Амулюдэ; 11 – бухта Аянская; 12 – залив Аян; 13 – мыс Мусикан; 14 – мыс Отлогий; 15 – бухта Нагаева; 16 – бухта Гертнера

Figure 1. Directions and points of collection of materials on yellowfin flounder caught with hooked fishing gear in May–July 2025: 1 – Eyrineyskaya Bay; 2 – Cape Gadikan, Shilki Bay; 3 – Cape Low; 4 – Cape Flat; 5 – Mana River; 6 – Cape Khadyanga; 7 – Cape Ojan; 8 – Feodota Bay; 9 – Aldoma Bay; 10 – Amulude Bay; 11 – Ayanskaya Bay; 12 – Ayan Bay; 13 – Cape Musikan; 14 – Cape Otlogiy; 15 – Nagayev Bay; 16 – Gertner Bay

Мыс Гадикан (б. Шилки). В уловах на данной акватории желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 20,3 до 29,8 см (средняя длина самцов составила 25,7 см; самок – 27,0 см) и с массой тела от 75 до 280 г (средняя масса самцов составила 178 г; самок – 202 г). Доля самок в уловах составила 20,5%. У большинства рыб наблюдалось наполнение желудков в 3–4 балла икрой сельди, обычным субстратом, а также представителями сем. *Amphiuridae*. Средняя температура воды была на уровне 3,9 °C.

В заливе Алдома (04.06.2025 г.) желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 23,5 до 42,8 см (средняя длина самцов составила 28,7 см; самок – 34,2 см) и с массой тела от 90 до 1220 г (средняя масса самцов составила 242 г; самок – 487 г). Доля самок в уловах составила более 82%. У всех рыб в желудках отмечалась икра сельди и обычный субстрат. Средняя температура воды была на уровне 6,0 °C.

Залив Феодота. Желтоперая камбала здесь была представлена особями с длиной тела от

22,0 до 45,5 см (средняя длина самцов составила 31,2 см; самок – 33,5 см) и с массой тела от 220 до 860 г (средняя масса самцов составила 281 г; самок – 425 г). Доля самок в уловах составила 64,3%. В желудках у рыб наблюдалось наличие икры сельди и обычного субстрата, представители сем. *Actiniidae* и *Amphiuridae*. Средняя температура воды была на уровне 4,0 °C.

Мыс Оджан. В уловах желтоперая камбала была немногочисленна и представлена относительно крупноразмерными особями с длиной тела от 29,0 до 39,1 см (средняя длина самцов составила 33,8 см; самок – 35,6 см) и с массой тела от 240 до 820 г (средняя масса самцов составила 442 г; самок – 538 г). Доля самок в уловах составила 65%. В желудках у рыб, помимо икры сельди и обычного субстрата, наблюдалось наличие остатков *Bivalvia*

и *Cheiragonidae*. Средняя температура воды была на уровне 5,7 °C.

Мыс Ханянгда. Желтоперая камбала в уловах была представлена особями с длиной тела от 22,0 до 39,8 см (средняя длина самцов составила 31,1 см; самок – 32,8 см) и с массой тела от 100 до 840 г (средняя масса самцов составила 327 г; самок – 408 г). Доля самок в уловах составила более 52,8%. В желудках у рыб присутствовала икра сельди и обычный субстрат. Средняя температура воды была на уровне 7,0 °C.

На морской акватории около дельты **р. Мана** желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 18,7 до 38,2 см (средняя длина самцов составила 29,2 см; самок – 34,6 см) и с массой тела от 40 до 820 г (средняя масса самцов составила 308 г; самок – 583 г). Доля самок в уловах составила более 56%. У всех рыб в желудках отмечалась икра сельди и обычный субстрат. Средняя температура воды была на уровне 8,1 °C.

Мыс Плоский. В уловах на данной акватории желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 19,5 до 37,3 см (средняя длина самцов составила 29,6 см; самок – 32,4 см) и с массой тела от 60 до 740 г (средняя масса самцов составила 320 г; самок – 500 г). Стоит отметить, что уловы были представлены практически исключительно самцами на IV и IV-V стадиях зрелости гонад (доля самок составила около 7%). Все проанализированные рыбы имели наполнение желудков в 4 балла икрой сельди и обычным субстратом. Средняя температура воды была на уровне 6,6 °С.

Около **мыса Низкий** желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 20,5 до 38,6 см (средняя длина самцов составила 29,7 см; самок – 30,0 см) и с массой тела от 60 до 800 г (средняя масса самцов составила 300 г; самок – 362 г). Доля самок в уловах составила около 57%. Интенсивность кормовой активности была относительно невелика – наполнение желудков варьировало от 0 до 2 баллов, а пищевой комок включал в себя остатки *Bivalvia*, *Cirolanidae* и обычный субстрат. Средняя температура воды была на уровне 9,0 °С.

В уловах в **заливе Алдома (18.06.2025)** желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 20,0 до 45,6 см (средняя длина самцов составила 29,3 см; самок – 33,9 см) и с массой тела от 80 до 1245 г (средняя масса самцов составила 352 г; самок – 564 г). Доля самок в уловах составила 67,8%. Большинство рыб было на IV и IV-V стадиях зрелости гонад, а наполнение желудков – от 0 до 4 баллов. При этом содержимое пищевого комка было представлено широким сектором кормовых объектов: от икры сельди и обычного субстрата, до представителей *Mysidae*, *Bivalvia*, *Cirolanidae*, *Actiniidae*, *Amphiuridae*, *Caridea* и *Strongylocentrotidae*. Средняя температура воды была на уровне 6,0 °С.

Мыс Амулюдэ. На данной акватории желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 21,6 до 41,6 см (средняя длина самцов составила 28,0 см; самок – 35,8 см) и с массой тела от 80 до 940 г (средняя масса самцов составила 260 г; самок – 567 г). Доля самок в уловах составила более 88%. Большинство рыб имело IV и IV-V стадии зрелости гонад. В желудках отмечалось наличие икры сельди, обычный

Таблица . Результаты интенсивности лова желтоперой камбалы в северной и северо-западных частях COM Охотского моря в мае-июне 2025 года / **Table .** Results of the intensity of yellowfin flounder fishing in the northern and northwestern parts of the Sea of Okhotsk in May-June 2025

Но точки сбора	Дата сбора	Район сбора	Кол-во задействованных орудий лова, ед.	Общее время лова, час	Улов, шт.	Эффективность лова 1 орудием за 1 час, рыб
1	30.05.2025	Ейринейская губа	3	4	30	2
2	01.06.2025	м. Гадикан, б. Шилки	2	6	75	6
9	04.06.2025	зал. Алдома	3	3	62	6
8	08.06.2025	зал. Феодота	4	4	290	18
8	09.06.2025	зал. Феодота	2	3	50	8
7	10.06.2025	м. Оджан	3	3	20	2
6	11.06.2025	м. Ханянгда	2	4	90	11
5	14.06.2025	р. Мана	2	2	25	6
4	16.06.2025	м. Плоский	2	1	30	15
3	17.06.2025	м. Низкий	1	3	25	8
9	18.06.2025	зал. Алдома	3	6	325	18
10	20.06.2025	м. Амулюдэ	2	3	35	5
11	22.06.2025	б. Аянская	2	3	35	5
12	23.06.2025	зал. Аян	2	1	40	20
13	24.06.2025	м. Мусикан	2	2	50	12
14	01.07.2025	м. Отлогий	2	3	40	6
15		б. Нагаева	2	2	45	11
16	13.07.2025	б. Гертнера	2	2	22	5

ного субстрата, *Caridea* и *Cirolanidae*. Средняя температура воды была на уровне 6,0 °С.

На акватории **бухты Аянская** желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 26,2 до 42,6 см (средняя длина самцов составила 33,8 см; самок – 35,0 см) и с массой тела от 180 до 1200 г (средняя масса самцов составила 425 г; самок – 534 г). Доля самок в уловах составила более 85%. Стоит отметить, что у всех проанализированных рыб в желудках не было отмечено наличия пищевого комка. Средняя температура воды была на уровне 6,9 °С.

В **заливе Аян** желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 18,5 до 44,9 см (средняя длина самцов составила 29,8 см; самок – 32,5 см) и с массой тела от 40 до 1360 г (средняя масса самцов составила 317 г; самок – 452 г). Доля самок в уловах составила 76,2%. Интенсивность кормовой активности была относительно невелика – наполнение желудков варьировало, в основном, от 0 до 2 баллов (3 и 4 балла отмечалось у единичных особей), при этом пищевой комок включал в себя широкий спектр кормовых объектов – остатки *Bivalvia*, *Mysidae*, *Cirolanidae*, обыкновенный субстрат, *Gastropoda*, *Polychaeta*, *Sipuncula*, а также – молодь *Eleginus gracilis* и *Gadus chalcogrammus*. Средняя температура воды была на уровне 8,1 °С.

Мыс Мусикан. В уловах на данной акватории желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 16,5 до 44,7 см (средняя длина самцов составила 27,0 см; самок – 35,7 см) и с массой тела от 40 до 1200 г (средняя масса самцов составила 225 г; самок – 595 г). Доля самок в уловах составила 84,7%. Большинство рыб имело IV и VI-II стадии зрелости гонад. Как и в зал. Аян, интенсивность кормовой активности была относительно невелика – наполнение желудков варьировало, в основном, от 0 (50%) до 2 баллов (3 и 4 балла отмечалось у единичных особей), при широком спектре кормовых объектов – *Strongylocentrotidae*, *Bivalvia*, *Cirolanidae*, *Caridea*, *Sipuncula*, фрагменты *Cheiragonidae*, *Gastropoda*, а также *Ammodytes hexapterus*. Средняя температура воды была на уровне 8,1 °С.

Мыс Отлогий. В уловах на данной акватории желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 22,6 до 39,0 см (средняя длина самцов составила 28,7 см; самок – 34,2 см) и с массой тела от 135 до 870 г (средняя масса самцов составила 278 г; самок – 533 г). Доля самок в уловах составила 77,5%. Большинство рыб имело IV и VI-V стадиях зрелости гонад. Все проанализированные рыбы имели напол-

нение желудков от 0 до 4 баллов (в основном 1-3 балла); в пищевых комках отмечались остатки *Strongylocentrotidae*, *Bivalvia*, *Amphiuridae*, а также – молодь *Clupea pallasii*. Средняя температура воды была на уровне 8,0 °С.

В **бухте Нагаева** желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 22,5 до 39,8 см (средняя длина самцов составила 30,1 см; самок – 32,1 см) и с массой тела от 115 до 926 г (средняя масса самцов составила 335 г; самок – 420 г). Доля самок в уловах составила более 90%. Более 60% пойманных рыб имели III-IV стадию зрелости гонад. Интенсивность кормовой активности была относительно невелика – наполнение желудков варьировало от 1 до 2 баллов, при этом пищевой комок включал в себя лишь остатки *Bivalvia* и *Amphiuridae*. Средняя температура воды была на уровне 8,7 °С.

В **бухте Гертнера** в уловах желтоперая камбала была представлена особями с длиной тела от 26,8 до 42,3 см (средняя длина самцов составила 31,4 см; самок – 36,0 см) и с массой тела от 170 до 1200 г (средняя масса самцов составила 342 г; самок – 598 г). Доля самок в уловах составила более 81%. Больше половины рыб (54,5%) имели VI-II стадию зрелости гонад. В желудках отмечалось наличие *Strongylocentrotidae*, *Bivalvia*, *Amphiuridae*, *Polychaeta*, а также – молодь *Eleginus gracilis*. Средняя температура воды была на уровне 9,4 °С.

При сборе материалов по желтоперой камбале использовались любительские крючковые орудия лова (удочки) с идентичной приманкой естественного происхождения. Интенсивность лова для каждой контрольной точки сбора определялась пересчетом количества пойманных рыб на одно орудие лова за 1 час с округлением вниз до целых значений. Полученные результаты представлены в таблице.

Анализируя полученные данные, можно отметить, что в таких районах как зал. Феодота, м. Ханягда, м. Плоский, зал. Алдома, зал. Аян и м. Мусикан в отдельные периоды наблюдаются значительные плотности скоплений крупноразмерной желтоперой камбалы, сопоставимые с таковыми в б. Нагаева, а также в восточной части Притауйского района [7].

Наличие значительных скоплений камбал на вышеперечисленных акваториях, по нашему мнению, связано с нерестом тихоокеанской сельди в весенний период, когда желтоперая камбала тяготеет к прибрежной зоне для активного нагула (поедания отложенной икры сельди и обыкновенного субстрата). Наличие в желудках икры сельди и обыкновенного субстрата у большинства рыб подтверждает данную гипотезу. Одновременно с этим наличие

в северо-западной части СОМ Северо-Охотского течения и противотечения, в совокупности с некоторыми районами опреснения и комплексом факторов физико-географических условий, создают предпосылки для формирования зон повышенной биологической продуктивности [8].

Полученные нами данные свидетельствуют о том, что в пределах СОМ (не только в Притауйском, но и в других районах) в мае-июле наблюдаются значительные концентрации желтоперой камбалы промысловых размеров. Необходимо и в дальнейшем проводить промыслово-разведывательные мероприятия, которые будут способствовать обнаружению перспективных и эффективных районов для промысла камбал в СОМ, что, в свою очередь, позволит снизить пресс промысла на данный вид ВБР в Притауйском районе.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работа авторов: **Ф.А. Бурлак** – идея статьи, анализ данных и подготовка статьи; **С.Ю. Шершенков** – сбор материала и анализ первичных данных; **А.А. Смирнов** – подготовка обзора литературы, подготовка и окончательная проверка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **F.A. Burlak** – the idea of the article, data analysis and preparation of the article; **S.Yu. Shershenkov** – collection of material and analysis of primary data; **A.A. Smirnov** – preparation of a literature review, preparation and final review of the article.

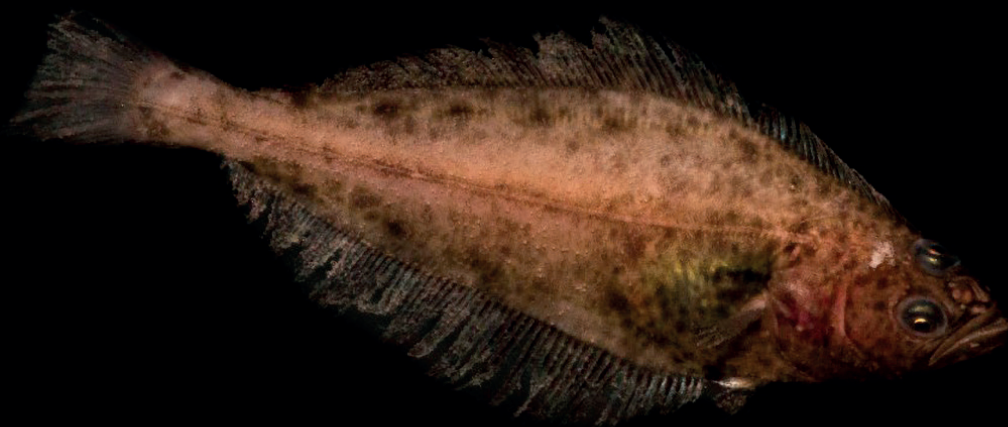
ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Бурлак Ф.А., Смирнов А.А. Эксплуатируемые промыслом дальневосточные камбалы северной части Охотского моря: экология, современное состояние запаса и перспективы промысла // Рыбное хозяйство. № 2. 2022. С. 38-41. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2022-2-38-41>. EDN BSYFWR
- Бурлак Ф.А., Смирнов А.А. Основные биологические показатели желтоперой камбалы (*Limanda aspera*) Притауйского района Охотского моря в 2024 году // Рыбное хозяйство. № 2. 2025. С. 51-55. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-2-51-55>. EDN MUVLYF
- Бурлак Ф.А., Смирнов А.А. К вопросу о промысле дальневосточных камбал в Северо-Охотской подзоне Охотского моря // Материалы XXI международной научной конференции «Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей», Петропавловск-Камчатский: Камчатпресс. 2020. С. 283-286.
- Юсупов Р.Р., Шилин Ю.А., Лачугин А.С., Вышегородцев В.А., Метелев Е.А., Назаркин М.В., Шершенков С.Ю., Каика А.И. Распределение и биологическая структура камбаловых рыб (Pleuronectidae) в северной части Охотского моря // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. № 4. 2016. С. 72-88.
- Юсупов Р.Р. Камбалы и палтусы (Pleuronectidae) северной части Охотского моря (популяционная биология и развитие) // М. Товарищество научных изданий КМК. 2025. 224 с.
- Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб // М. Пищ. пром. 1966. 376 с.
- Бурлак Ф.А., Смирнов А.А. Распределение, основные черты биологии, состояние запасов и промысел желтоперой камбалы (*Limanda aspera*) Тауйской губы Охотского моря // Вопросы рыболовства. 2025. Т. 26. № 2. С. 37-48.
- Чернявский В.И., Бобров В.А., Афанасьев Н.Н. Основные продуктивные зоны Охотского моря // Известия ТИНРО. 1981. Т. 105. С. 20-25.

LITERATURE AND SOURCES

- Burlak F.A., Smirnov A.A. (2022). Far Eastern flounders exploited by fishing in the northern part of the Sea of Okhotsk: ecology, current stock status and fishing prospects // Fisheries. No. 2. Pp. 38-41. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2022-2-38-41>. EDN BSYFWR. (In Rus., abstract in Eng.)
- Burlak F.A., Smirnov A.A. (2025). Basic biological parameters of the yellowfin flounder (*Limanda aspera*) Pritauisky district of the Sea of Okhotsk in 2024 // Fisheries. No. 2. Pp. 51-55. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-2-51-55>. EDN MUVLYF. (In Rus., abstract in Eng.)
- Burlak F.A., Smirnov A.A. (2020). On the issue of fishing for Far Eastern flounders in the North Okhotsk subzone of the Sea of Okhotsk // Proceedings of the XXI International Scientific conference "Conservation of the biodiversity of Kamchatka and adjacent seas", Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress. Pp. 283-286. (In Russ.)
- Yusupov R.R., Shilin Yu.A., Lachugin A.S., Vishegorodtsev V.A., Metel'ov E.A., Nasarkin M.V., Shershenkov S.Yu., Kaika A.I. (2016). Distribution and biological structure of flatfishes (Pleuronectidae) in the northern part of the sea of Okhotsk // Bulletin of the North-East Center. No. 4. Pp. 72-88. eLIBRARY ID: 27447603. EDN: XCQNQJ. (In Rus., abstract in Eng.)
- Yusupov R.R. (2025). Flounders and halibut (Pleuronectidae) of the northern part of the Sea of Okhotsk (population biology and development) // M. Partnership of Scientific Publications KMK. 224 p. (In Rus., abstract in Eng.)
- Pravdin I.F. (1966). Guide to the study of fish // M. Pisch. prom. 376 p. (In Russ.)
- Burlak F.A., Smirnov A.A. (2025). Distribution, main features of biology, stock status and fishing of yellowfin flounder (*Limanda aspera*) The Tauisk Bay of the Sea of Okhotsk // Fishing issues. Vol. 26. No. 2. Pp. 37-48. (In Russ.)
- Chernyavsky V.I., Bobrov V.A., Afanasyev N.N. (1981). The main productive zones of the Sea of Okhotsk // Izvestiya TINRO. Vol. 105. Pp. 20-25. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 24.09.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 25.09.2025



История промысла, современное состояние запасов и рост синекорого палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*) в Баренцевом море

Научная статья
УДК 639.22/.23

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-38-46>
EDN: URCSRU

Русских Алексей Александрович¹ – заведующий Лабораторией морских биоресурсов, Полярный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича), Мурманск, Россия
E-mail: russkikh@pinro.vniro.ru

Кузнецова Елена Николаевна² – доктор биологических наук, главный научный сотрудник Отдела морских рыб Дальнего Востока, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия
E-mail: kuz@vniro.ru

Трофимова Анастасия Олеговна² – инженер Отдела морских рыб Дальнего Востока, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», Москва, Россия
E-mail: trofimovaa@vniro.ru

Адреса:

1. Полярный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича) – 183038, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, 6
2. Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» – Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация. В работе приведены данные по вылову и динамике запаса синекорого (черного) палтуса норвежско-баренцевоморской популяции. Отмечается, что в 70-е годы нерегулируемый промысел палтуса привел к рекордным уловам и последующему истощению запасов этого вида. С 1978 г. управлением запасов трансграничных видов Баренцева моря занимается Смешанная Российско-Норвежская Комиссия по Рыболовству (СРНК). Благодаря регулированию промысла, запасы палтуса постепенно восстановились, что позволило в последнее десятилетие устанавливать ОДУ на уровне 25-27 тыс. т, хотя в последние годы биомасса запаса опять снизилась и рекомендовано снижение промысловой нагрузки. Отмечена существенная неопределенность оценки запаса палтуса, в том числе – из-за несоответствия методик чтения регистрирующих структур. Показана возможность использования российских методик в оценке запаса черного палтуса.

Ключевые слова: синекорый палтус, Баренцево море, уловы, запас, определение возраста, темп роста

Для цитирования: Русских А.А., Кузнецова Е.Н., Трофимова А.О. История промысла, современное состояние запасов и рост синекорого палтуса (*Reinhardtius hippoglossoides*) в Баренцевом море // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 38-46. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-38-46>

HISTORY OF THE FISHERY, CURRENT STOCK STATUS, AND GROWTH OF GREENLAND HALIBUT (*REINHARDTIUS HIPPOGLOSSOIDES*) IN THE BARENTS SEA

Alexey A. Russkikh¹ – Head of the Laboratory of Marine Bioresources, Polar Branch of VNIRO Federal State Budgetary Institution (PINRO named after N.M. Knipovich), Murmansk, Russia

Elena N. Kuznetsova² – Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East, Scientific Research Center of the Russian Federation, VNIRO Federal State Budgetary Scientific Institution, Moscow, Russia

Anastasia O. Trofimova² – Engineer of the Marine Fish Department of the Far East, Scientific Research Center of the Russian Federation VNIRO Federal State Budgetary Scientific Institution, Moscow, Russia

Addresses:

1. Polar Branch of the State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography («PINRO» named after N.M. Knipovich) –

6, Akademika Knipovicha st., 183038, Murmansk, Russia

2. The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – 19, Okruzhnoy proezd, 105187, Moscow, Russia

Annotation. This article presents the data of Greenland halibut population catch and stock dynamics in the Norwegian-Barents Sea. It is noted that unregulated halibut fishing in the 1970s led to record catches and then depletion of this species. Since 1978, the Joint Russian-Norwegian Fisheries Commission (JRNFC) has been controlled transboundary species of the Barents Sea. Due to the regulation of fisheries, halibut stocks have gradually recovered. In the last decade there was set TAC at the range of 25,000-27,000 tons, although recently biomass of the stock has again decreased. That's why it was recommended to reduction of fishing pressure. There is considerable uncertainty in the stock assessment of halibut, including of inconsistencies in the reading techniques of recording structures. The article shows possibility of using Russian methods in Greenland halibut stock assessment.

Keywords: Greenland halibut, Barents Sea, catches, stock, age, growth rate

For citation: Russkikh A.A., Kuznetsova E.N., Trofimova A.O. (2025). History of the fishery, current stock status, and growth of Greenland halibut (*Reinhardtius hippoglossoides*) in the Barents Sea // Fisheries. No. 5. Pp. 38-46. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-38-46>

Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author

Ареал норвежско-баренцевоморской популяции синекорого (гренландского, черного) палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* (Walbaum, 1792) (далее – палтуса) включает акваторию Баренцева моря, сопредельные воды Норвежского, Гренландского и Карского морей, а также – прилегающие участки Северного Ледовитого океана.

Палтус обитает при температуре воды от $-1,5^{\circ}\text{C}$ до $+10^{\circ}\text{C}$, и отмечается в уловах в пределах своего ареала в широком диапазоне глубин от 200 до 1 000 метров.

Основные нерестилища палтуса расположены вдоль склона континентального шельфа между Норвегией и Исландией, а также – у западного Шпицбергена (рис. 1). Его нерест проходит в октябре-декабре на глубинах 500-800 м и более. После нереста палтус мигрирует преимущественно в южные и восточные районы Баренцева моря, а икра и личинки разносятся течениями в северо-восточном направлении, где впоследствии оседают в придонные слои. В течение первых лет жизни, по мере развития, палтус приобретает плоскую форму тела.

Молодь палтуса первые 3-4 года жизни обитает и откармливается на широкой акватории от арх. Шпицберген до участков Карского моря

восточнее арх. Земли Франца-Иосифа. По мере созревания, палтус начинает миграцию в западном направлении к местам нереста.

Синекорый палтус, благодаря высоким вкусовым качествам, имеет важное экономическое значение для прибрежных государств региона – России и Норвегии. До 1960 г. ежегодный вылов палтуса не превышал 5-8 тыс. т (рис. 2). Изначально отечественный флот добывал палтуса в качестве прилова при промысле трески и пикши. Специализированный траловый промысел синекорого палтуса был организован в 1965 г. после обнаружения значительных скоплений на Западном склоне Медвежинской банки [4].

Запасы палтуса оценивались как высокие и слабо эксплуатируемые. До 70-х годов мировой вылов в среднем составлял 32,6 тыс. тонн. В 70-е годы начался интенсивный, практически нерегулируемый, международный промысел палтуса в Баренцевом море. В 1970-1971 гг. общий вылов палтуса достиг исторического максимума (около 90 тыс. т). Столь активная эксплуатация запаса привела к его истощению. К концу 80-х годов уловы палтуса снизились до 15-25 тыс. т (рис. 2).

Палтус является трансграничным запасом, мигрирующим в т.ч. между исключительными экономическими зонами России, Норвегии, и выделен в отдельную единицу управления. Управление запасом палтуса осуществляет Смешанная Российско-Норвежская Комиссия по Рыболовству (СРНК), созданная в 1976 г. после ратификации Соглашения между СССР и Норвегией о сотрудничестве в области рыболовства.

Начиная с 1978 г. принцип регулирования промысла палтуса стал базироваться на определении общего допустимого улова (ОДУ) на основе оценок запасов, выполнявшихся специальными рабочими группами с участием ученых разных стран.

Однако рекомендации ученых зачастую игнорировались, и к началу 1990-х годов биомасса нерестовой части популяции достигла критически низкого уровня.

В 1992 г. СРНК, руководствуясь предосторожным подходом [1], приняла решение об установлении моратория на целевой промысел, благодаря чему численность постепенно стала восстанавливаться. Однако, учитывая, что палтус является медленно растущим видом с поздним созреванием, восстановление его запаса потребовало много времени.

Решением 38-й сессии СРНК по рыболовству в 2010 г. мораторий на специализированный промысел палтуса был отменен. Запас был признан совместным достоянием России

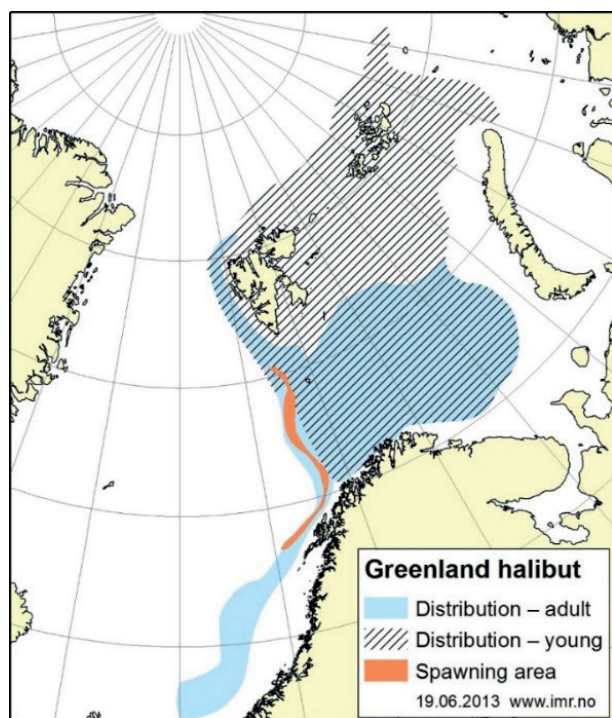


Рисунок 1. Распределение синекорого (черного) палтуса. (<https://www.hi.no/en/hi/temasider/species/greenland-halibut>)

Figure 1. Distribution of Greenland halibut

и Норвегии, а вылов стал регулироваться путем распределения на национальные квоты в следующем порядке: Норвегия – 51%, Россия – 45%, третьи страны – 4%, без учета научных квот, которые распределяются поровну между Россией и Норвегией в дополнение к общей национальной квоте. Кроме того, в соответствии с решением СРНК, с 2012 г. действуют единые технические меры регулирования промысла палтуса, некоторые пункты которых (в основном в части допустимого прилова) меняются, в соответствии с текущей ситуацией. Пункты о минимальном размере ячеи в донном трале (не менее 130 мм), использовании сортирующих систем при траловом промысле и минимальном промысловом размере палтуса (45 см) неизменны и обязательны к исполнению.

В настоящее время оценка запаса палтуса выполняется на двусторонней основе учеными Всероссийского Научно-Исследовательского Института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) и Норвежского Института Морских Исследований (ИМИ) в ходе заседания Российско-Норвежской Рабочей группы по Арктическому Рыболовству [6] (далее – РН-АФВГ).

При оценке учитываются данные промысла, возрастная и половая структура популяции, индексы численности российских и норвежских съёмов. В связи с наличием выраженного полового диморфизма у этого вида рыб, количество половозрелых самок в запасе оказывает наибольшее влияние на пополнение, поэтому биологические ориентиры рассчитаны для биомассы самок (табл. 1)

По оценкам, выполненным в 2024 г., биомасса промыслового запаса палтуса, составлявшая в 1992 г. 150 тыс. т к 2011-2014 гг. увеличивалась и стабилизировалась на уровне около 280 тыс. т., после чего началось ее снижение. Биомасса самок в последние годы также показывает тренд на снижение.

Промысловая смертность (harvest rate) палтуса, которая определяется как отношение

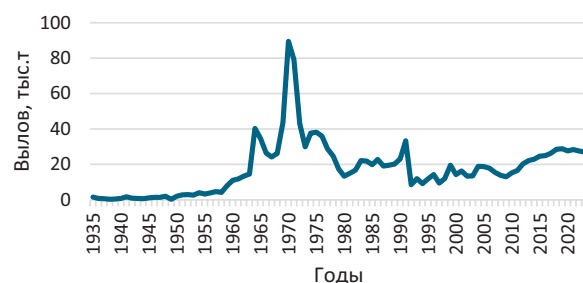


Рисунок 2. Общий вылов синего палтуса в период 1935–2023 годы

Figure 2. Total Greenland halibut catch in the period 1935–2023

вылова к биомассе промыслового запаса и означает долю изъятия, в последние годы увеличивается. Данные съёмов свидетельствуют о возможном вхождении урожайного поколения в запас в ближайшей перспективе (рис. 3).

Вылов палтуса за последние годы варьировал в пределах 25–27 тыс. тонн. Однако ОДУ, как правило, устанавливается выше научно-рекомендованных величин, а вылов превышает ОДУ (табл. 2). Превышение вылова над ОДУ особенно характерно для третьих стран. Такая ситуация обусловлена как недостатком мер по регулированию промысла палтуса в открытой части Баренцева моря, так и слабым контролем его приловов при промысле рыб других видов.

В настоящий период наиболее эффективный промысел черного палтуса в Баренцевом море ведется в глубоководных желобах западной части моря, вокруг арх. Шпицберген. В центральных районах моря палтус добывается преимущественно в качестве прилова к другим видам рыб.

Россия в основном ведет траловый промысел палтуса, Норвегия добывает – преимущественно ярусом (до 80%). В целом доля ярусного промысла в общем вылове колеблется в пределах 30–50%.

Таблица 1. Биологические ориентиры для запаса палтуса /
Table 1. Biological reference points for Greenland halibut stock

Подход	Ориентиры	Значение	Обоснование
Максимальный устойчивый улов (MSY)	MSY	19 142 т	Максимальный устойчивый улов (вылов в долгосрочном аспекте)
	HR _{msy}	0.139	Уровень эксплуатации HR(для рыб >=45cm) соответствующий MSY
Предосторожный подход (Precautionary approach)	B _{lim}	33 391 т	Наименьшая оцененная биомасса самок (SSB)
	B _{pa}	46 747 т	B _{lim} × 1,4
	B _{trigger}	46 747 т	B _{pa}
	HR _{lim}	0.165	HR(>=45cm) соответствует вероятности = 0,5, что SSB < B _{lim}
	HR _{pa}	0.145	HR(>=45cm) соответствует вероятности = 0,05, что SSB < B _{lim}

Таблица 2. Вылов, ОДУ и реализация национальных квот на вылов синекорого палтуса судами всех стран в Баренцевом море и сопредельных водах в 2010-2024 годах / **Table 2.** Catch, TAC and implementation of national quotas for Greenland halibut fishing by vessels of all countries in the Barents Sea and adjacent waters in 2010-2024

Год промыс- ла	Все страны			Норвегия			Россия			Третьи страны		
	ОДУ	Вылов	Реали- зация, %	ОДУ	Вылов	Реали- зация, %	ОДУ	Вылов	Реали- зация, %	ОДУ	Вылов	Реали- зация, %
	тыс. т			тыс. т			тыс. т			тыс. т		
2010	15	15,235	102	7,650	7,700	101	6,750	6,888	102	0,600	0,647	108
2011	15	16,684	111	7,650	8,348	109	6,750	7,053	104	0,600	1,283	214
2012	18	20,284	113	9,165	9,331	102	8,175	10,041	123	0,660	0,912	138
2013	18	21,980	116	9,675	10,404	108	8,625	10,306	119	0,700	1,270	181
2014	18	22,611	119	9,675	10,997	114	8,625	10,061	117	0,700	1,553	222
2015	18	25,081	132	9,675	10,874	112	8,625	12,953	150	0,700	1,254	179
2016	22	25,385	115	11,205	12,932	115	9,975	10,561	106	0,820	1,892	231
2017	24	26,437	110	12,225	13,741	112	10,875	10,713	99	0,900	1,983	220
2018	27	28,600	106	13,755	14,875	108	12,225	12,071	99	1,020	1,654	162
2019	27	28,823	107	13,755	14,867	108	12,225	12,196	100	1,020	1,760	173
2020	27	28,572	106	13,755	14,526	106	12,225	12,265	100	1,020	1,781	175
2021	27	28,216	105	13,755	14,008	102	12,225	12,396	101	1,020	1,812	178
2022	25	27,494	110	12,735	13,800	108	11,325	11,746	104	0,940	1,948	207
2023	25	27,236	109	12,735	14,198	111	11,325	11,317	100	0,940	1,721	183
2024	21,5	22,422	106	10,823	11,292	104	9,638	9,580	99	0,790	1,549	196
Среднее за 2010-2023	22,1	24,5	111,4	11,2	12,2	108,3	10,0	10,8	108,9	0,8	1,5	183,4

По результатам экосистемной съемки, выполненной в августе-октябре 2023 г., черный палтус встречался почти во всех уловах в глубоководных районах Баренцева моря (рис. 4). Основные его скопления наблю-

дались в районе Шпицбергена, к западу от Земли Франца-Иосифа и в желобе Медвежьего острова. Ключевой задачей в управлении запасами рыб является оценка их численности. Чтобы



Рисунок 3. Динамика биомассы, промысловой смертности и пополнения синекорого палтуса (по данным РН-АФВГ 2024) / **Figure 3.** Dynamics of biomass, fishing mortality and recruitment of Greenland halibut (according to RN-AFWG 2024)

оценить численность поколений и дать прогноз запасов на ближайшую перспективу важны возрастные оценки. Трудность возрастных определений – это главный «камень преткно-

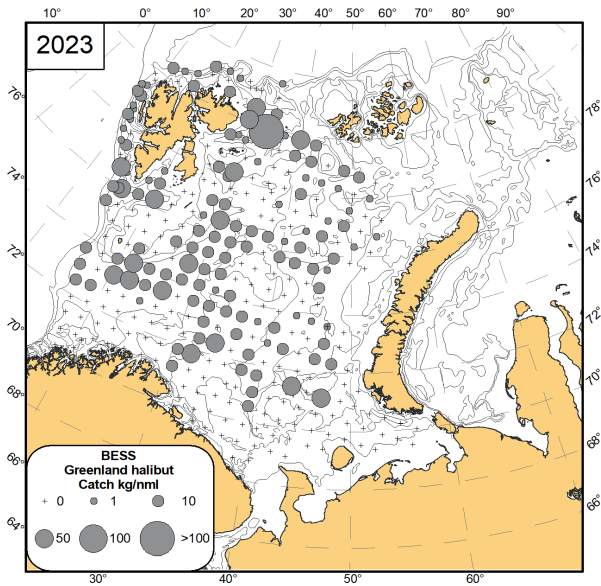


Рисунок 4. Распространение синекорого палтуса в августе-ноябрь 2023 года (<https://www.hi.no/en/hi/nettrapporter/imr-pinro-en-2024-9>)
Figure 4. Distribution of Greenland halibut in August-November 2023

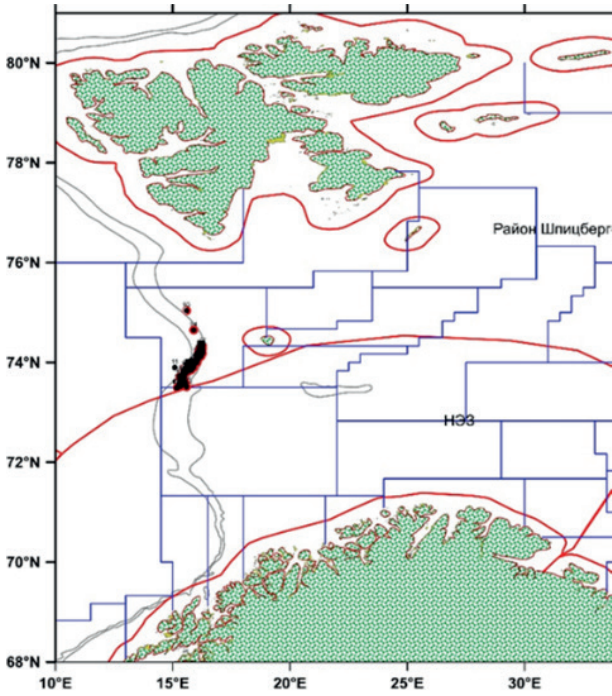


Рисунок 5. Районы работ и места тралений НПС «Марк Любовский»
Figure 5. Work areas and trawling sites of the NPS Mark Lyubovsky

вения» в оценке запаса синекорого палтуса. Неоднозначность представлений о возрастной структуре палтуса является основным источ-

Таблица 3. Размеры самцов и самок черного палтуса по возрастным группам /
Table 3. Sizes of male and female black halibut by age group

возраст	самки					самцы					все особи					
	n	длина, см		вес, кг		n	длина, см		вес, кг		n	длина, см		вес, кг		
		M±m	Lim	M±m	Lim		M±m	Lim	M±m	Lim		M±m	Lim	M±m	Lim	
3	2	33,0±0,71	32-34	0,28±0,02	0,24-0,31						2	33,0±0,71	32-34	0,28±0,02	0,24-0,31	
4	2	34,0±1,41	32-36	0,29±0,02	0,25-0,32	7	33,7±0,6	31-36	0,28±0,03	0,22-0,34	9	33,8±0,56	31-36	0,28±0,01	0,22-0,34	
5	4	37,8±0,74	36-40	0,43±0,03	0,36-0,50	15	37,5±0,75	34-43	0,40±0,11	0,27-0,64	19	37,6±0,62	34-43	0,41±0,02	0,27-0,64	
6	2	43,5±1,06	42-45	0,63±0,07	0,53-0,72	13	44,6±0,85	39-51	0,74±0,24	0,5-1,42	15	44,4±0,75	39-51	0,73±0,06	0,50-1,42	
7	6	47,2±1,19	44-52	0,90±0,10	0,65-1,23	38	50,7±0,39	44-55	1,13±0,21	0,66-1,50	44	50,2±0,42	44-55	1,1±0,03	0,65-1,50	
8	18	57,5±0,59	54-63	1,69±0,07	1,21-2,39	45	55,2±0,41	49-62	1,47±0,36	0,12-2,30	63	55,9±0,36	49-63	1,53±0,04	0,12-2,39	
9	42	63,5±0,53	56-70	2,51±0,09	1,48-3,49	22	59,8±0,44	57-64	1,93±0,27	1,48-2,39	64	62,2±0,44	56-70	2,31±0,07	1,48-3,49	
10	28	67,8±0,43	63-73	2,99±0,1	2,06-4,14						28	67,8±0,43	63-73	2,99±0,10	2,06-4,14	
11	11	71,5±0,62	68-75	3,63±0,13	2,58-4,28						11	71,5±0,62	68-75	3,63±0,13	2,58-4,28	
12	13	74,2±0,64	69-77	4,17±0,14	3,41-4,98						13	74,2±0,64	69-77	4,17±0,14	3,41-4,98	
13	17	77,6±0,49	74-81	4,73±0,15	3,42-5,86						17	77,6±0,49	74-81	4,73±0,15	3,42-5,86	
14	9	82,3±0,98	78-87	6,42±0,46	4,79-9,76						9	82,3±0,98	78-87	6,42±0,46	4,79-9,76	
15	3	84	84	6,43±0,39	5,50-7,12						3	84	84	6,43±0,39	5,50-7,12	
16	1	91	91	10,25	10,25						1	91	91	10,25	10,25	
17	3	88,7±1,66	85-92	8,15±0,97	6,49-10,45						3	88,7±1,66	85-92	8,15±0,97	6,49-10,45	
18	3	90,3±0,72	89-92	8,29±0,26	7,79-8,89						3	90,3±0,72	89-92	8,29±0,26	7,79-8,89	
21	1	102	102	11,2	11,2						1	102	102	11,2	11,2	
общий итог				165			140						305			

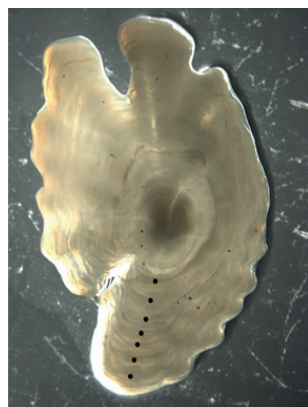


Рисунок 6.
Фото отолита
палтуса
в проходящем
свете (самец
45 см, возраст 7+)
Figure 6.
Photo of an otolith
of a halibut in passing
light (male 45 cm,
age 7+)



Рисунок 7.
Фото отолита
палтуса
в отраженном
свете (самец 58
см, возраст 10+)
Figure 7.
Photo
of an otolith
of a halibut
in reflected light
(male 58 cm,
age 10+)

ником неопределённости в результатах аналитических оценок динамики биомассы его запаса [2]. Эти проблемы напрямую влияют на точность рекомендаций РН-АФВГ и, как следствие, на решения СРНК по установлению ОДУ.

С 2006 г. норвежские ученые изменили подходы к определению возраста черного палтуса. Метод определения возраста по чешуе, который применялся ранее, стал рассматри-

ваться как некорректный. В связи с этой ситуацией, во ВНИРО было проведено сравнение методов определения возраста по чешуе и отолитам. Исследование показало, что осредненные результаты определений по отолитам и чешуе для рыб длиной до 60 см были сходны. У рыб большей длины использование чешуи показало недооценку возраста. Однако, учитывая типичный размерный состав уловов

Таблица 4. Размерно-возрастной ключ палтуса (%) /
Table 4. Age-length keys of Greenland halibut

Длина/ возраст	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	Всего, %	
31-33	33,3	66,6															100	
33-35	20	60	20														100	
35-37		33,3	66,6														100	
37-39			100														100	
39-41			83,3	16,6													100	
41-43			25	75													100	
43-45			14,3	57,1	28,6												100	
45-47				50	50												100	
47-49				42,9	57,2												100	
49-51				0	88,2	11,8											100	
51-53				6,25	62,5	31,25											100	
53-55				0	32	68											100	
55-57					11,1	83,3	5,5										100	
57-59						52,2	47,8										100	
59-61						38,9	61,1										100	
61-63						23,5	76,5										100	
63-65						7,1	78,6	14,3									100	
65-67							50	50									100	
67-69							43,5	47,8	8,7								100	
69-71							16,7	58,3	8,3	16,7							100	
71-73								28,6	57,1	14,3							100	
73-75								14,3	42,8	28,6	14,3						100	
75-77									8,3	58,3	33,3						100	
77-79										10	70	20					100	
79-81											75	25					100	
81-83											66,7	33,3					100	
83-85												50	50				100	
85-87												50			50		100	
87-89												100			0		100	
89-91																33,3	66,7	100
91-93															33,3	33,3	33,3	100

черного палтуса в Баренцевом море, где особи длиной более 60 см составляют менее 20%, определения возраста по чешуе можно считать достаточно объективным [2]. Соответственно, данные о возрасте основного состава промыслового стада, полученные по отолитам, вполне сопоставимы с результатами российских ученых, полученными ранее по чешуе.

Нами проведено определение возраста черного палтуса, построены кривые его линейного и весового роста, а также приведен размерно-возрастной ключ. Материал был собран на НПС «Марк Любовский» в районе континентального склона арх. Шпицберген на Западном склоне Медвежинской банки в период с 07 сентября по 09 декабря 2023 г. (рис. 5).

Возрастные пробы палтуса отбирались из расчета 15 экз. самцов и самок на каждый сантиметр размерного ряда. При чтении возраста особей длиной до 60 см смотрели целый отолит, помещенный в черную кювету с водой, в проходящем или отраженном свете (рис. 6, 7). Возраст более крупных рыб определяли по поперечному прокаленному слою отолиотов, проходящему через ядро (рис. 8) [5].

В промысловых уловах в осенне-зимний период на континентальном склоне района арх. Шпицберген на Западном склоне Медвежинской банки встречены особи в возрасте от 3+ лет до 21+ (табл. 2), самки – от 3+ до 21+, самцы – от 4+ до 9+.

Наиболее интенсивный темп роста у палтуса наблюдается в первые 3 года, судя по тому, что к этому возрасту он достигает длины 32–34 см. Заметное замедление темпа линейного роста наблюдается примерно с 10 лет (рис. 9). Половой диморфизм по размерам на нашем материале фиксируется с возраста 8+, самки имеют большие размеры, чем одновозрастные самцы (табл. 3).

Диапазон возрастных групп самцов в наших пробах был ограничен 6 возрастными группами (4+–9+), отсутствовали особи младших и старших возрастов, что для такого долгоживущего вида недостаточно при описании темпа роста самцов. Учитывая, что различия в размерах одновозрастных самцов и самок были незначительные, уравнение роста мы приводим для всех особей (рис. 9).

Линейный рост палтуса хорошо описывается уравнением Берталанфи:

$$L(t) = 143,15 \times (1 - 0,056(t+1))$$

Весовой рост черного палтуса хорошо описывается уравнением логистической функции (рис. 10).

На основании возрастных определений составлен размерно-возрастной ключ (табл. 4).

Данный ключ может быть использован для определения возрастного состава черного палтуса, при наличии массовых промеров, и использован в оценке запаса.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Синекорый палтус норвежско-баренцево-морской популяции имеет важное экономическое значение для прибрежных государств региона России и Норвегии. До 1970-х годов вылов палтуса всеми странами составлял в среднем 32,6 тыс. т, запас считался высоким и слабо эксплуатируемым. В 70-е годы начался интенсивный, практически нерегулируемый промысел палтуса в Баренцевом море, были достигнуты рекордные уловы (около



Рисунок 8. Фото прокаленного слоя отолиота палтуса (самка 77 см, возраст 16+)

Figure 8. Photo of calcined halibut otolith scrap (female 77 cm, age 16+)

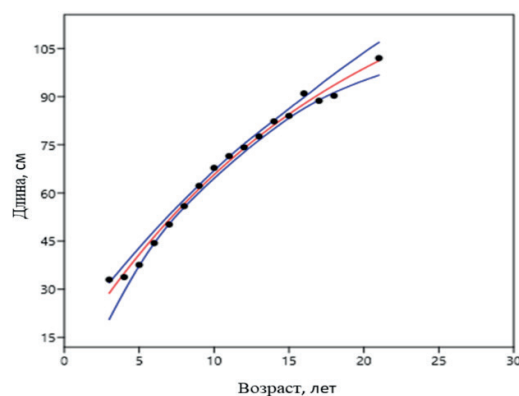


Рисунок 9. Линейный рост палтуса, описываемый уравнением Берталанфи (синие линии – 95% доверительный интервал, точки – средние значения длины)

Figure 9. Linear growth of halibut described by the Bertalanffy equation (blue lines represent 95% confidence interval, dots represent average length values)

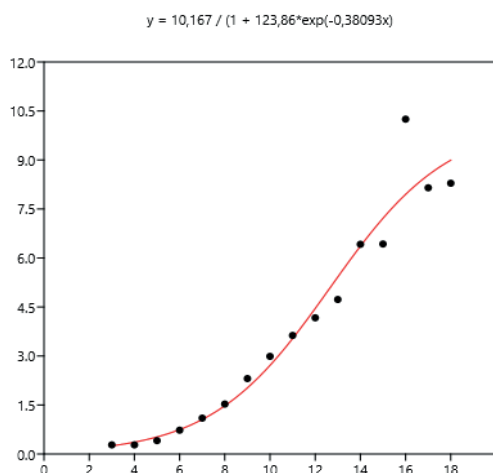


Рисунок 10. Весовой рост палтуса
Figure 10. Weight growth of halibut

90 тыс. т в 1970-1971 гг.), что привело к истощению запасов и закрытию прямого промысла палтуса.

Благодаря совместному управлению промыслом в рамках СРНК, базирующемуся на принципе предосторожного подхода, запасы палтуса постепенно восстанавливались, и в 2010 г. мораторий на специализированный промысел был отменен. Запасы палтуса стабилизировались, что позволяло устанавливать ОДУ в пределах 25-27 тыс. т, однако в настоящее время, в связи со снижением биомассы запаса, рекомендовано снижение промысловой нагрузки.

Оценка запаса палтуса имеет существенную неопределенность, в том числе из-за несоответствия методик чтения регистрирующих структур. Поэтому, для совершенствования оценки запаса, инициирована работа по унификации методик, применяемых российскими и норвежскими учеными.

Результаты определения возраста палтуса по пробам, собранным в осенне-зимний период 2023 г., показали возможность использования российских методик в оценке запаса черного палтуса.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **А.А. Русских** – подготовка раздела по оценке запасов, подготовка возрастного материала, собранного в рейсе наблюдателем, корректировка текста; **Е.Н. Кузнецова** – идея статьи, подготовка раздела по истории промысла и темпу роста, написание текста; **А.О. Трофимова** – определение возраста и составление таблицы, подготовка фотографий отолитов.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **A.A. Russkikh** – preparing a section on stock assessment, preparing age-related material collected by observer on the cruise, correcting the text; **E.N. Kuznetsova** – the idea of the article, preparing a section on the history of fishing and growth rate, writing the text; **A.O. Trofimova** – age determination and tabulation, preparation of photographs of otoliths.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ): Анализ и рекомендации по применению – М.: Изд. ВНИРО. 2000. 192 с.
2. Булатов О.А., Русских А.А., Михайлов А.И., Васильев Д.И. Состояние запасов и управление промыслом черного палтуса Баренцева моря // Вопросы рыболовства. 2023. Том 24. №2. С. 7-27
3. Кузнецова Е.Н., Бондаренко М.В., Морозов А.Д. Возрастной состав и темп роста черного палтуса *Reinhardtius hippoglossoides* норвежско-баренцевоморского стада // Вопросы ихтиологии. 2001. Т.41. №2. С. 192-198.
4. Печеник Л.Н., Трояновский Ф.М. Сырьевая база тралового рыболовства на материковом склоне Северной Атлантики – Мурманск. 1970. 86 с.
5. Chilton D.E., Beamish R.J. (1982). Age determination methods for fishes studied by the ground fish program at the Pacific Biological Station // Can. Spec. Publ. Fish. Aquat. Sci. V.60. 102 p.
6. Howell et al. (2024). Report of the Joint Russian-Norwegian Working Group on Arctic Fisheries (JRN-AFWG)

LITERATURE AND SOURCES

1. Babayan V.K. (2000). A precautionary approach to assessing the total allowable catch: Analysis and recommendations for use – Moscow: VNIRO Publishing House. 192 p. (In Russ.)
2. Bulatov O.A., Russkikh A.A., Mikhailov A.I., Vasiliev D.I. (2023). Stock status and management of black halibut fishing in the Barents Sea // Fishing issues. Volume 24. No. 2. Pp. 7-27. (In Russ.)
3. Kuznetseva E.N., Bondarenko M.V., Morozov A.D. (2001). Plant composition and growth rate of black halibut *Reinhardtius hippoglossoides* of the Novezh-Barents state // Questions of Philosophy. Vol.41. No. 2. Pp. 192-198. (In Russ.)
4. Pechenik L.N., Troyanovsky F.M. (1970). The raw material base of trawl fishing on the mainland slope of the North Atlantic – Murmansk. 86 p. (In Russ.)
5. Chilton D.E., Beamish R.J. (1982). Methods for determining the age of fish studied in the framework of the benthic fish study program at the Pacific Biological Station // Can. Speculation. Publ. Fish. Agouat. Sci. V.60. 102 p.
6. Howell et al. (2024). Report of the Joint Russian-Norwegian Arctic Fisheries Working Group (JRN-AFWG)

Материал поступил в редакцию/ Received 01.10.2025

Принят к публикации / Accepted for publication 03.10.2025



Критические факторы, определяющие воспроизводство гренландского тюленя

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-47-58>
EDN: UTBDJA

Научная статья
УДК 599.745.3

Болтнев Александр Иванович – доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Москва, Россия
E-mail: aboltnev@vniro.ru

Беляев Владимир Алексеевич – доктор биологических наук, советник директора, Москва, Россия
E-mail: belyaev@vniro.ru

Антонов Николай Парамонович – доктор биологических наук, директор Департамента морских и пресноводных рыб России, Москва, Россия
E-mail: antonov@vniro.ru

Адрес:

Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ГНЦ ФГБНУ «ВНИРО») – 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Фото 1. Авиачет гренландского тюленя на Белом море с использованием беспилотного летательного аппарата, март 2018 года. Подготовка старта БПЛА

Photo 1. Aerial survey of the Greenland seal in the White Sea using an unmanned aerial vehicle, March 2018. Preparation of the UAV launch

Аннотация. С 2009 года в России прекращен промысел гренландского тюленя (ГТ), однако продукция щенков в беломорской популяции продолжает оставаться низкой. Рассмотрены опубликованные сведения о питании ГТ, энергетических затратах на размножение, состоянии кормовой базы для выяснения причин низкой продукции детенышей. Показано, что самки ГТ, как и все представители отряда ластоногих, имеют высокие затраты на потомство. Для успеха следующего размножения самкам необходимо набрать более 85% массы тела. Критическим фактором для самок ГТ, обеспечивающим успешную продукцию детенышей, является высокочисленные поколения нерестовой мойвы. Напряженная пищевая конкуренция за мойву с высокочисленными поколениями атлантической трески снижает возможность самок ГТ успешно подготовиться к размножению. Показано также, что прекращение промысла ГТ вызвало изменение внутривидовой структуры, постарение популяции, увеличение доли К-стратегов, что также снижает репродуктивный потенциал популяции.

Ключевые слова: гренландский тюлень, продукция щенков, кормовая база, треска, мойва, внутривидовая структура, *r-K*-отбор

Для цитирования: Болтнев А.И., Беляев В.А., Антонов Н.П. Критические факторы, определяющие воспроизводство гренландского тюленя // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 47-58. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-47-58>

CRITICAL FACTORS DETERMINING HARP SEAL REPRODUCTION

Alexander I. Boltnev – Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher, Department of Marine Fisheries of the Far East, Moscow, Russia

Vladimir A. Belyaev – Doctor of Biological Sciences, Advisor to the Director, Moscow, Russia

Nikolai P. Antonov – Doctor of Biological Sciences, Director of the Department of Marine Fisheries of Russia, Moscow, Russia

Address:

The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – Russia, 105187, Moscow, Okruzhnoy Proezd, 19

Annotation. Since 2009, the harp seal (HS) trade in Russia has ceased; however, pup production in the White Sea population remains low. Published data on HS nutrition, the energy expenditure on reproduction, and the state of the food supply are reviewed to identify the causes of low pup production. It has been shown that GT females, like all representatives of the pinniped order, have high costs for offspring. To successfully reproduce, females must gain over 85% of their body weight. The high costs of HS reproduction place high demands on the provision of food resources for breeding females. A critical factor for HS females, ensuring successful pup production, is the abundant generations of spawning capelin. Intense food competition for capelin with abundant generations of Atlantic cod reduces the ability of HS females to successfully prepare for reproduction. It was also shown that the cessation of the GT fishery caused a change in the intrapopulation structure, population aging, and an increase in the proportion of K-strategists, which also reduces the population's reproductive potential.

Keywords: harp seal, pup production, food supply, cod, capelin, intrapopulation structure, *r-K* selection

For citation: Boltnev A.I., Belyaev V.A., Antonov N.P. (2025). Critical factors determining harp seal reproduction // Fisheries. No. 5. Pp. 47-58. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-47-58>

Рисунки – авторские / The drawings were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Продуктивность и устойчивость морских экосистем обеспечивается разнообразием составляющих экосистему элементов, стремящихся к установлению динамического равновесия на основе трофических взаимоотношений. Важную роль в установлении динамического равновесия экосистемы играют морские млекопитающие, и, в частности, гренландский тюлень (ГТ) – наиболее массовый хищник экосистемы Белого и Баренцева морей.

Беломорская популяция ГТ длительное время подвергалась интенсивному промысловому воздействию, а продукция промысла (жир, мясо, шкуры) широко использовалась в народном хозяйстве России и Норвегии. К концу 20-го века промысел ГТ в России постепенно угасал из-за экономических проблем с переработкой продукции промысла и по причине разрушения экономических связей, последовавших за разрушением СССР. С 2009 г. в России он был полностью прекращен после законодательного запрета добычи белька.

Логически можно было бы предположить, что численность популяции ГТ будет расти и быстро достигнет высокого «допромыслового» уровня. Однако в действительности этого не наблюдается. Более того, уже в 2003-2005 гг. резко, почти в 3 раза, сократилась рождаемость ГТ в Белом море. Что же происходит? Почему популяция не растет? В чем же причины этого? В данной статье мы постараемся ответить на эти вопросы.

ЧИСЛЕННОСТЬ ГТ: ПРОБЛЕМЫ АВИАУЧЕТА И ОЦЕНКИ ОБЩЕЙ ЧИСЛЕННОСТИ

До первой половины прошлого века о состоянии популяций ГТ можно судить лишь по статистическим данным о численности добытых животных. Надо отметить, что добычу вели промышленники лишь двух стран – России и Норвегии. Однако, несмотря на это, промысел ГТ был чрезвычайно интенсивный. Это особенно касается периода 1920-1930-х годов, когда добыча ГТ достигала 200 тыс. особей ежегодно, а часто и превышала эту величину (рис. 1). Высокий уровень промысла используется для доказательства высокой «допромысловой» численности популяции, хотя это неверно и ниже мы обоснуем нашу точку зрения.

Первая попытка оценить численность популяции предпринята в 1928 г. С.В. Дорофеевым и С.Ю. Фрейманом [1] по материалам аэрофотосъемок линных залежек. Однако общую численность популяции по этим данным оценить сложно – для использования этого метода необходимо хорошо знать общее распределение животных в ареале в этот период, оценить

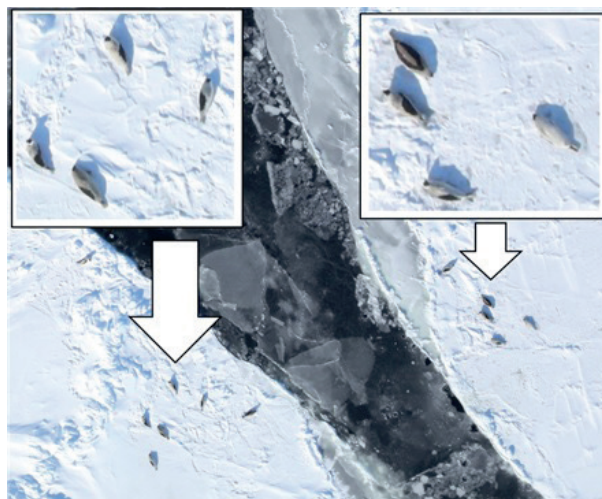


Фото 2. Авиачет гренландского тюленя на Белом море с использованием беспилотного летательного аппарата, март 2018 года. Самки гренландского тюленя с высоты 180 метров

Photo 2. Aerial survey of a Greenland seal in the White Sea using an unmanned aerial vehicle, March 2018. Female Greenland seals from a height of 180 meters

долю залегающих животных на линных залежках, возрастную структуру залежки ГТ и другие вопросы их биологии.

Поэтому еще в то время Н.А. Смирнов предложил метод подсчета численности лисы на по количеству рожденного приплода. При этом он подчеркивал, что лишь многолетние учеты могут дать полноценный материал для оценки численности популяции ГТ и ее структуры. Но уже первая аэрофотосъемка детных залежек в 1959 г., в течение которой удалось подсчитать 117 тыс. самок и 13 тыс. детенышей, показала,

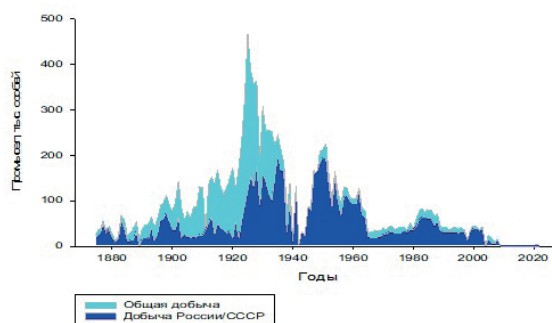


Рисунок 1. Добыча гренландского тюленя Россией и Норвегией в 19-21 века

Figure 1. Harp seal hunting by Russia and Norway in the 19th-21st centuries

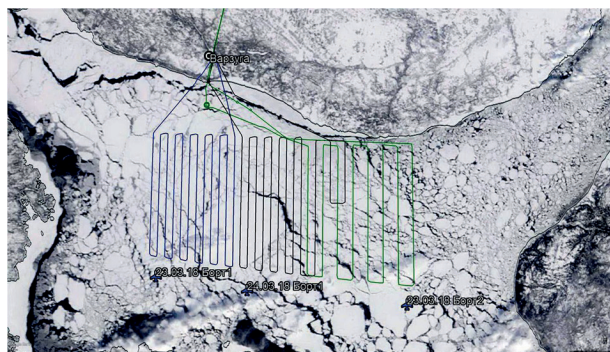


Фото 3. Маршруты полетов БПЛА над залежками гренландского тюленя в марте 2018 года
Photo 3. UAV flight routes over Greenland seal deposits in March 2018

что «...трудно, а может быть и невозможно учесть весь приплод», поскольку на снегу плохо виден белек, а в разводьях наблюдалось большое число самок, которые не видны на фотографии [2]. Тем не менее, этот метод использовался исследователями длительное время для оценки тенденций многолетних изменений рождаемости в беломорской популяции ГТ.

Более качественные данные по численности приплода и рожавших самок исследователи стали получать, когда разработали метод мультиспектрального учета ГТ с борта самолета-лаборатории, оборудованного фото-, видео- и ИК-аппаратурой [3]. Комплексная фотосъем-

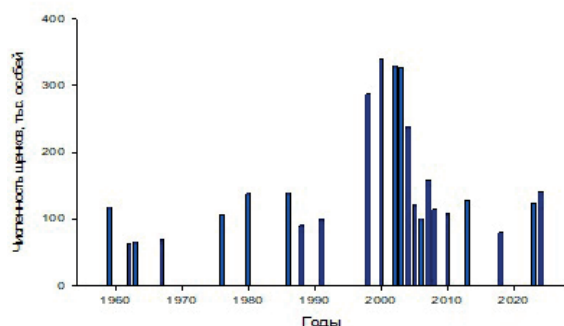


Рисунок 2. Численность приплода ГТ по результатам аэрофотосъемки и мультиспектральной съемки с применением ИК-камеры (с 1998 г.)
Figure 2. The number of GT offspring according to the results of aerial photography and multispectral photography using an IR camera (since 1998)

ка по всему маршруту полета позволяла увидеть не только всех самок на льду, но и новорожденных бельков. Численность подсчитанных щенков оказалась в три раза выше, чем при использовании предыдущего метода учета. При этом ошибка учета бельков этим методом была значительно ниже – около 20%, что позволило проводить межгодовые сравнения рождаемости у ГТ (рис. 2).

Авиаучет щенков ГТ в течение нескольких лет подряд давал близкие результаты – в 1998-2003 годах рождаемость у ГТ держалась на уровне примерно 330 тыс. детенышей. Затем она резко снизилась – примерно трехкратно в 2005 году и продолжает оставаться на этом уровне практически до настоящего времени [4-5].

Понятно, что общая численность популяции вряд ли менялась также резко, как рождаемость, поскольку высокой смертности среди взрослых животных в эти годы не отмечалось. Для оценки общей численности популяции в настоящее время используется, принятая в ИКЕС, математическая модель, источниками данных для которой служат периодические оценки численности рожденных щенков, возрастная структура популяции, доля беременных и яловых самок. Согласно этой модели, беломорская популяция гренландского тюленя сокращалась с 1980-х годов примерно до 2007 г., после чего предполагался медленный рост численности популяции по настоящее время. Однако сейчас эта модель вызывает большие сомнения из-за нехватки данных о показателях рождаемости за последнее десятилетие. В соответствии с этой моделью, численность популяции гренландского тюленя оценена в 1,5 млн (95% ДИ 1,3–1,7 млн) тюленей [6].

Эта достаточно общая оценка больше затуманивает, чем объясняет ответ популяции на краткосрочные изменения в экосистеме Белого и Баренцева морей. Но, прежде чем переходить к обсуждению влияния экосистемных изменений на воспроизводство популяции, рассмотрим вопрос об энергетических потребностях размножающихся самок ГТ.

ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТРЕБНОСТИ РАЗМНОЖАЮЩИХСЯ САМОК ГТ

Затраты ластоногих на размножение не у всех видов легко поддаются изучению из-за сложностей в наблюдениях за ними, их отлове для получения соответствующих измерений.

У северного морского котика (СМК) изучать эти вопросы проще, в силу особенностей их биологии, и, прежде всего – по причине образования постоянных береговых лежищ в период размножения. Материнские затраты на потомка у самок

СМК мы оценивали как затраты на эмбриональное развитие, определяемые по длине и массе новорожденного щенка, и затраты на молочное вскармливание, которые оценивались по длине и массе сеголетков в конце лактации. Оказалось, что северным морским котикам характерны наивысшие материнские затраты в пренатальный период – они рожают щенка, массой от 10 до 20% от собственной массы тела, и за 3-4-х-месячный период лактации масса щенка увеличивается втрое [7-11].

У ГТ оценить величину материнских затрат на потомство оказалось сложнее, поскольку данных о соотношении массы тела щенка к массе тела его матери в литературе найти не удалось. Поэтому расчет делается на средних показателях массы тела новорожденных тюленей и средней массы самок. Такие данные имеются в работах В.Н. и О.Н. Светочевых [12-13]. Так, они сообщают, что средняя длина половозрелых самок колеблется год от года – в 1996 г. она составила $168,2 \pm 1,06$ см при массе тела $113,5 \pm 2,38$ кг; в 1997 г. – $169,8 \pm 1,31$ см при массе тела $120,1 \pm 3,03$ кг; в 2000 г. – $169,4 \pm 1,15$ см при массе тела $118,1 \pm 2,47$ кг и в 2005 г. снизилась до $164,5 \pm 1,86$ см при низкой массе тела в $102,7 \pm 3,33$ кг.

Масса новорожденных щенков в 2001, 2002 и 2003 годах составляла $11,2 \pm 0,29$ (n = 31), $10,4 \pm 0,32$ (n = 25) и $11,2 \pm 0,28$ (n = 32) кг; а после – лактации $34,6 \pm 1,49$ (n = 13), $29,3 \pm 0,81$ (n = 22) и $32,5 \pm 1,01$ (n = 77) кг, соответственно [13].

Таким образом, при средней массе половозрелых самок в 1996-2005 гг. в $102,7-120,1$ кг соотношение средней массы новорожденного щенка к средней массе половозрелых самок составит примерно 8,7-10,9%. Лактация у ГТ

длится примерно 3-4 недели, к концу лактации масса щенков увеличивается практически втрое – до 29,3-34,6 кг, отношение веса щенка к весу матери уже будет 24,4-33,7%. То есть, почти 35% материнской массы ассимилирует щенок в период своего внутриутробного развития и молочного вскармливания.

К.Т. Nilssen с соавторами [14] изучали сезонную изменчивость массы и кондиции тела гренландского тюленя. Для сравнения они брали только животных, с длиной тела 165 см. Они показали, что минимальная масса тюленей была в июне в среднем 79,8 кг, к октябрю их масса увеличивалась на 81,5% и составляла уже 144,8 кг. В дальнейшем масса тела практически не изменялась вплоть до репродуктивного периода в конце февраля-марте. Эти же данные [14] можно прочитать и в обратном порядке: самки ГТ при средней массе 144,8 кг на рождение щенка и его молочное вскармливание затрачивают огромное количество энергии, теряя при этом в среднем около 81,5% своей массы, которая к июню составляет в среднем 79,8 кг. Очевидно, что для повторного участия в размножении самке гренландского тюленя нужно практически удвоить свою массу в период нагула с июня по октябрь.

Таким образом, имеющиеся данные свидетельствуют о высоких материнских затратах гренландского тюленя на воспроизводство. Хотя относительная масса новорожденного гренландского тюленя несколько меньше, чем у морского котика – всего лишь составляет 8,7-10,9% от материнской массы тела, однако лактация у ГТ длится всего лишь около 3-х недель, в течение которой масса щенка также увеличивается втрое. При таких высоких затра-

Фото 4. Самцы гренландского тюленя на окраине репродуктивной залежки

Photo 4. Male Greenland seals on the outskirts of a reproductive deposit



тах на размножение самки ГТ, также, как и самки СМК, становятся весьма чувствительными к факторам внешней среды, и, в первую очередь, к состоянию кормовой базы.

Впрочем, высокие материнские затраты на воспроизводство наблюдаются не только у СМК и ГТ, но и у всех ластоногих [15].

Очевидно, что высокие материнские затраты ластоногих предъявляют высокие требования к обеспечению кормовыми ресурсами размножающихся самок. Последствия недостатка кормовых ресурсов можно оценить благодаря жесткому «эксперименту» по сокращению популяции морских котиков на Прибыловских островах (США). К середине прошлого века численность СМК котиков там была наивысшей за весь прошлый век – около 2 млн особей. Для снижения конкуренции с рыболовством было решено сократить численность размножающихся самок, которых забивали в течение 9 лет [16-18]. Этот эксперимент позволил получить уникальные материалы по репродуктивной биологии самок СМК. Было показано, что самкам характерны многочисленные нарушения репродуктивной функции – от неприкрепления оплодотворенной зиготы к стенке матки после диапаузы до серьезных нарушений в виде замирания плода, рассасывания его и даже окостенения плода на разных стадиях развития [19].

Следует отметить, что нарушения репродуктивной функции отмечается не только у СМК. Так, у балтийской нерпы частота наступления беременности среди овулировавших самок составляла в среднем 28,2%, то есть почти в 2 раза ниже, чем в канадской Арктике; в среднем 25,5% половозрелых самок страдали окклюзией (непроходимостью) одного рога и 16,5% – обоих рогов. Доля самок с непроходимостью матки увеличивалась с возрастом, превышая 57% у самок старше 20 лет. Кроме того, были обнаружены также другие нарушения репродуктивной функции у самок нерпы – аборт или резорбция плода, замедленное развитие плода [20-21].

Таким образом, высокие затраты на воспроизводство предъявляют высокие требования к обеспечению кормовыми ресурсами размножающихся самок ластоногих. Недостаток кормовых ресурсов приводит к нарушению репродуктивной функции у самок, которая вызывает их прохолостание и пропуск размножения на 1-2 года или даже больший срок, что было показано нами для СМК [22-24]. Пропуск размножения самками, соответственно, приводит к снижению общей продукции детенышей в популяции.

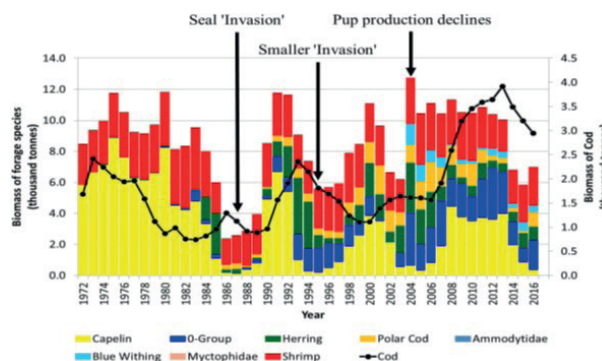


Рисунок 3. Оценка биомассы кормовых видов ГТ и атлантической трески в Баренцевом море. Указаны сроки «вторжения» тюленей к норвежскому побережью и резкого снижения производства детенышей (по Stensen et al. [25]).

Figure 3. Estimation of biomass of feed species of GT and Atlantic cod in the Barents Sea. The dates of the «invasion» of seals to the Norwegian coast and a sharp decrease in the production of cubs are indicated (according to Stensen et al. [25]).

ПИТАНИЕ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ ПОТРЕБНОСТИ ГТ

Питание ГТ в Баренцевом и Белом морях широко исследовалось российскими и норвежскими учеными. Прекрасный анализ многолетних исследований дан в работе G.B. Stensen с соавторами [25]. Они показали, что рацион ГТ изменяется в зависимости от сезона и географического положения, но в основном состоит из относительно небольшого количества видов, в частности, – мойвы, сайки, атлантической сельди, криля (*Thysanoessa spp.*) и пелагического амфипода *P. libellula*. Особое значение сайка и ракообразные приобретают в период летнего и осеннего нагула в северной части Баренцева моря (май-октябрь). Осенью, с увеличением ледового покрова моря, тюлени мигрируют на юг, их рацион меняется с преимущественно ракообразных на преимущественно рыбу, особенно мойву и сайку. Зимой и ранней весной в южных районах Баренцева моря важной добычей тюленей является сельдь, а также – некоторые другие виды рыб. При низкой биомассе мойвы тюлени переходят на питание другими видами рыб (рис. 3), в частности – на сайку, молодь других тресковых и сельдь [25].

Далее G.B. Stensen с соавторами [25] подчеркивают, что динамика запасов основных кормовых объектов ГТ связана как с климатическими и океанологическими условиями, так и с запасами самого ГТ и его пищевого конкурента – трески. Они отмечают, что увеличение притока теплых вод Атлантического океана привело к сдвигу в структуре сообществ и со-

кращению площади Баренцева моря, занятой арктическими видами.

На изменение структуры морских сообществ повлияло также увеличение в 2000-е годы запаса атлантической трески в Баренцевом море, явившееся следствием, принятой в тот период, стратегии управления запасами трески, и достижение ее самого высокого уровня биомассы к 2014 году [26-28]. Увеличение запаса трески привело к значительным нарушениям структуры экосистемы Баренцева моря, и, прежде всего – к снижению двух основных видов добычи гренландского тюленя: мойвы и сайки.

Конечно, экосистема имеет сложную структуру связей между ее элементами, в которой часто негативное влияние одних факторов, хотя бы частично, перекрывается позитивным влиянием других. Так, высокая численность трески приводит к снижению запасов одних объектов питания ГТ (мойвы, сайки), но при этом увеличиваются запасы других (креветки, молодь трески), что способствует выживанию ГТ в изменчивой морской среде. Поэтому, лишь глубокий анализ особенностей биологии и питания ГТ, с одной стороны, и детальная информация о динамических изменениях в экосистеме северных морей позволит выявить критические факторы, определяющие популяционную динамику ГТ.

Таким критическим фактором для ГТ являются, по нашему мнению, состояние запасов мойвы в экосистеме Баренцева моря. Как известно, баренцевоморская мойва нерестится во фьордах Норвегии. После нереста она теряет подвижность, медленно отходит от побережья и засыпает в понижениях дна Баренцева моря. Малоподвижная мойва, при ее высокой численности, является важным кормовым объектом ГТ, позволяющим восстановить энергетику самок после размножения и лактации, в течение которых они потеряли более чем 80% собственной массы. Важность мойвы для питания самок ГТ после размножения и лактации была документирована, благодаря мультиспектральному учету тюленей в начале нашего века [29].

Интересно, что при низких запасах мойвы наблюдается массовый подход гренландских тюленей к берегам Норвегии непосредственно к местам нереста мойвы и сельди. Такие явления наблюдались в 1987 и 1994 годах, когда запасы мойвы были минимальны и недоступны для ГТ в открытых водах [30]. G.B. Stensen, с соавторами [25] подчеркивают, что среди подошедших к берегам Норвегии тюленей в эти годы наблюдалась высокая смертность, а также, что при низких запасах мойвы резко снизилась продукция детенышей в популяции ГТ (см. рис. 3).

РЫБОЛОВСТВО КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА ВОСПРОИЗВОДСТВО ГТ

Современный рыболовный флот имеет мощности по вылову водных биоресурсов, значительно превышающие уровень их естественного воспроизводства. Бесконтрольное его использование может привести к существенным нарушениям в морских экосистемах. Разумеется, современное рыболовство жестко регулируется через установление общего допустимого улова (ОДУ), которое разрабатывается специалистами отраслевой науки и обсуждается с участием международного сообщества. Но иногда и очевидные, направленные на сохранение водных биоресурсов, управленческие решения могут иметь отдаленные негативные последствия.

Так, именно принятая в начале 2000-х годов на международном уровне стратегия управления промыслом атлантической трески, постулировавшая увеличение или уменьшение ОДУ трески не более чем на 15% к уровню предыдущего года, привела к значительному росту её запасов. И это, положительное для трески решение, отрицательно повлияло на состоянии кормовой базы ГТ, что привело в итоге к снижению продукции детенышей в популяции ГТ в настоящее время (рис. 4)

Как мы уже упоминали, запасы мойвы важны для быстрого восстановления энергетики рожавших самок ГТ [29]. На рисунке 4 можно видеть, что, при снижении запасов мойвы в 2003 г., рождаемость у ГТ упала в три раза. Существенную роль в снижении запасов мойвы сыграли, введенные в эксплуатацию российскими рыбопромышленниками, наливные

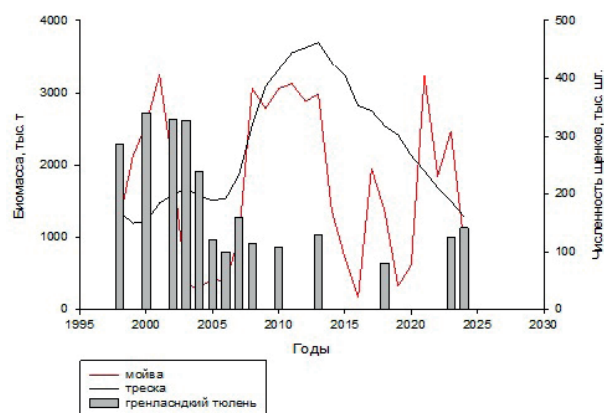


Рисунок 4. Общий запас трески, мойвы и рождаемость гренландского тюленя

Figure 4. Total stock of cod, capelin and the birth rate of the harp seal

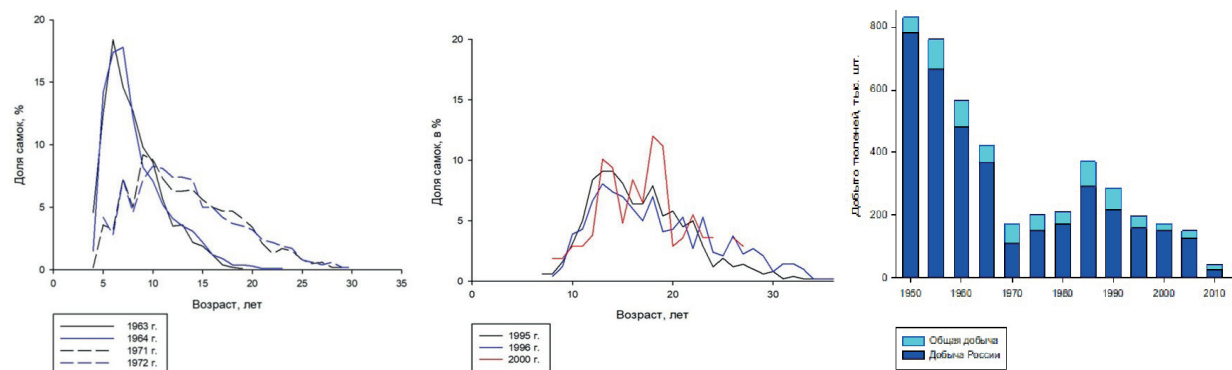


Рисунок 5. Возрастная структура в период интенсивного промысла ГТ и в период его затухания (по: Ю.И. Назаренко [37]; В.Н. Светочев, О.Н. Светочева [13]) и промысел суммарно по пятилетиям

Figure 5. The age structure during the period of intensive fishing of GT and during its attenuation (according to: Yu.I. Nazarenko, [37]; V.N. Svetochev, O.N. Svetочева, [13]) and fishing in total over five years

рыболовные суда, которые позволили значительно увеличить эффективность вылова мойвы и привели к истощению её запасов. Принятие мер по ограничению вылова мойвы привело к росту ее запасов к 2008 году. Однако к этому времени резко выросли запасы трески, которая активно питалась мойвой, необходимой для восполнения энергетических затрат рожавших самок ГТ.

После 2015 г. запасы трески стали постепенно снижаться, и наоборот, проявилась тенденция к росту запасов мойвы. Можно было бы ожидать роста продукции щенков в популяции ГТ. Однако здесь включаются другие внутривидовые факторы, влияющие на репродуктивную функцию популяции, а именно – изменения внутривидовой структуры ГТ, наблюдающейся после прекращения промысла.

ИЗМЕНЕНИЕ ВНУТРИПОПУЛЯЦИОННОЙ СТРУКТУРЫ ГТ ПОСЛЕ ПРЕКРАЩЕНИЯ ПРОМЫСЛА

Как мы указывали выше, многовековой промысел ГТ не приводил к истощению популяции (см. рис. 1). Наоборот, на его высокий уровень популяция отвечала усиленным размножением, которое обеспечивало пополнение популяции, в результате чего её общая численность длительное время оставалась стабильной. Не оказал катастрофического влияния на воспроизводство популяции и период 1920-1930-х годов, когда промысел ГТ часто превышал 200-250 тыс. особей, а в отдельные годы достигал около 450 тыс. особей.

С чем это связано? Конечно, быстрому пополнению популяции способствовало хорошее состояние кормовой базы в этот момент. Рыболовство в этом регионе еще не достигло пика

своего развития, и ресурсы морских экосистем казались неисчерпаемы.

Но здесь мы хотели бы обратить внимание на выводы, которые появились благодаря детальным исследованиям внутривидовых процессов у СМК. В результате массового мечения котиков при рождении и прослеживания их жизненного цикла, анализа материнских затрат на потомство, в зависимости от возраста и физических параметров самок, была высказана гипотеза об индивидуальных внутривидовых стратегиях самок, которые образуются в популяции под воздействием r - K -отбора. В популяции СМК были выделены особи с двумя крайними стратегиями. Самки- r -стратеги быстро созревают, часто размножаются, но имеют меньшую продолжительность жизни, в то время как K -стратеги позже созревают, не каждый год размножаются, но дольше живут [7-9; 31-32].

В результате популяционная структура вида представляется как континуум индивидов, ограниченный особями с крайними r - и K -стратегиями. Такой набор стратегий позволяет популяции активно адаптироваться в стохастической среде обитания, в том числе – реагировать соответствующим образом на интенсивный промысел. То есть, при интенсивном неселективном промысле снижается плотность животных в популяции, снижается внутривидовая пищевая конкуренция и преимущество получают быстроразмножающиеся r -стратеги. Если промысел останавливается, увеличивается численность популяции, растет популяционная плотность, возрастает пищевая конкуренция, в результате – преимущество получают K -стратеги. Такая флуктуация популяционной структуры вида, как набора (соотношения)

особей с *r*- и *K*-стратегиями, присуща, видимо, всем живым объектам [22-24; 33-36].

Очевидно, что *r*-*K*-отбор обеспечивает эффективное использование водных биоресурсов. Так, пока объект не востребован человеком и его промысел отсутствует, его запасы в океане невелики; в популяции преобладают *K*-стратеги. После начала промысла, снижается плотность вида в среде обитания, растет скорость его воспроизводства и в популяции начинают преобладать *r*-стратеги. Изменение интенсивности промысла будет непосредственно отражаться на соотношении *r*- и *K*-стратегов. Эти процессы будут четко отслеживаться на разных этапах развития популяции по изменению в ее возрастной структуре, о чем мы сообщали ранее [22-24; 33-36].

Активный мониторинг популяции ГТ с середины прошлого века позволил получить сведения о возрастной структуре популяции при различной интенсивности его промысла. После периода интенсивного промысла ГТ в конце 1940-1950-х гг. возрастная структура популяции была смещена в сторону молодых самок. Однако суммарная добыча ГТ Россией и Норвегией в этот период была, видимо, близка к уровню пополнения популяции или даже превышала его, что потребовало принятия ограничительных мер. В 1955 г., в связи с низкой численностью тюленя, было введено лимитирование добычи для судового промысла – в размере 100 тыс. особей, а в 1963 г. – 60 тыс. особей. В 1965 г. Советский Союз прекратил судовую добычу ГТ сроком на 5 лет и ограничил прибрежный промысел ГТ населением до 20 тыс. приплода (белька, серки) при полном запрете добычи самок. Ограничение промысла привело к «постарению популяции» уже к началу 1970-х годов. В конце 1970-х квоты на добычу ГТ вновь увеличились до максимума в 82 тыс. особей в 1983 г., что опять вызвало омоложение популяции (рис. 5).

В дальнейшем, с конца 1980-х годов, промысел ГТ постепенно угасал, в связи с экономическими проблемами СССР, квоты постепенно сокращались, снизившись до 35 тыс. особей, пока с 2009 г. добыча белька в стране не была прекращена законодательно. В итоге популяция постарела – значительно увеличилась доля самок-долгожителей (рис. 5).

Таким образом, изменившаяся к началу 21 в. структура популяции ГТ привела к постарению популяции (преобладанию *K*-стратегов) и снижению репродуктивного потенциала. Период жесткой пищевой конкуренции ГТ с многочисленной треской в 2010-2020-х годах также способствовал преобладанию *K*-стратегов среди размножающихся самок. Поэтому рост запасов

мойвы в Баренцевом море в 2022-2024 годах пока не привел к взрывному увеличению продукции щенков ГТ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В заключение отметим, что на популяцию ГТ воздействуют как внешние факторы (климатические, океанологические, современное рыболовство, промысел тюленя), приводящие к изменению кормовой базы и, соответственно, энергетической обеспеченности размножающихся самок, так и внутренние факторы (популяционная структура вида, как результат *r*-*K*-отбора), позволяющие с той или иной эффективностью использовать ресурсы кормовой базы для воспроизводства.

Очевидно, что прекращение промысла ГТ ведет к увеличению пищевой конкуренции с треской и снижению ее запасов, с одной стороны, и к постарению популяции, увеличению доли *K*-стратегов и снижению уровня продукции детенышей, с другой стороны. Очевидно также, что возобновление промысла ГТ снизит пищевую конкуренцию с треской, что положительно отразится на росте ее запасов в Баренцевом море. Кроме того, учитывая высокую роль мойвы, как основной пищи ГТ, необходимо этот фактор учитывать при прогнозировании ОДУ мойвы.

Надо отметить, что промысел ГТ в течение нескольких столетий обеспечивал существование ряда прибрежных поселений архангельских поморов. Остановка промысла ГТ, под мощным влиянием «зеленого движения», потребовала структурных изменений в социально-экономической деятельности прибрежных поселков, что в конечном счете привело к увеличению интенсивности рыболовства, тем самым увеличивая дисбаланс в экосистеме Белого и Баренцева морей.

Эффективное управление запасами водных биоресурсов в настоящее время невозможно без знаний тонких взаимодействий в морских экосистемах. Очевидно, что наиболее эффективным будет комплексное использование водных биоресурсов, когда промысел морских рыб будет сопровождаться регулированием численности морских хищников более высокого трофического уровня – морских млекопитающих. Возобновление промысла морских млекопитающих снижает пресс современного рыболовства на запасы морских рыб, снижает пищевую конкуренцию между ними, обеспечивая быстрое восстановление их запасов. Внутривидовой *r*-*K*-отбор позволяет человечеству эксплуатировать популяции морских млекопитающих и рыб при сохранении их численности на высоком уровне.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **А.И. Болтнев** – идея статьи, анализ данных по численности ГТ, подготовка статьи; **В.А. Беляев** – подготовка материалов по питанию ГТ, обзор литературы и редактирование статьи; **Н.П. Антонов** – подготовка и анализ материалов по динамике запасов мойвы и трески, редактирование и окончательная проверка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **A.I. Boltnev** – the idea of the article, analysis of data on the number of capelin, preparation of the article; **V.A. Belyaev** – preparation of materials on the nutrition of capelin, literature review and editing of the article; **N.P. Antonov** – preparation and analysis of materials on the dynamics of capelin and cod stocks, editing and final verification of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Дорофеев С. В., Фрейман С. Ю. Опыт количественного учета беломорского стада гренландского тюленя методом аэрофотографирования // Труды института рыбного хозяйства. 1928. Т. 2. Вып. 4. С. 12-23.
- Сурков С.С. К вопросу о методике определения численности и нормах вылова беломорского лиссуна // Труды ТИНРО. 1963. Вып. 15. С. 271-279.
- Черноок В.И., Кузнецов Н.В., Яковенко М.Я. Мульти-спектральная авиасъемка залежек тюленей // Мурманск: ПИНРО. 1999. 73 с.
- Черноок В.И. Результаты инструментального авиамониторинга беломорской популяции гренландского тюленя в 1998-2008 гг. // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Европейского Севера. Материалы XXVIII Международной конференции 5-8 октября 2009 г. г. Петрозаводск, Республика Карелия, Россия. – Петрозаводск: КарНЦ РАН. 2009 С. 601-604.
- Сидоров Л.К., Бизиков В.А., Забавников В.Б., Егоров С.А. Оценка воспроизводства беломорской популяции гренландского тюленя в 2023 и 2024 гг. // Труды ВНИРО. 2025. Т. 199. С. 64-85.
- International Council for the Exploration of the Sea [ICES] (2019b). ICES/NAFO/NAMMCO Working Group on Harp and Hooded Seals (WGHARP). Copenhagen: ICES. 193. doi: 10.17895/ices.pub.5617 ICES Scientific Reports 1:72.
- Болтнев А.И. Некоторые сведения о постнатальном развитии северных коти́ков. В кн.: «Исслед. биол. и динамики числен. промысл. рыб Камчатского шельфа» – Петропавловск-Камчатский. Изд. КО-ТИНРО. 1991. в.1. ч.2. С. 137-149.
- Болтнев А.И. Материнский вклад в потомство в пренатальный период у северных морских коти́ков *Callorhinus ursinus* (Otariidae, Pinnipedia) // Зоологический журнал. 1994. Т.73. Вып.3. С. 126-135.
- Болтнев А.И. Северный морской котик Командорских островов. М. – ВНИРО. 2011. 264 с.
- Boltnev A.I. and York A.E. Maternal investment in northern fur seals (*Callorhinus ursinus*): interrelationships among mothers' age, size, parturition date, offspring size, and sex-ratios. // J. Zool. (Lond.). 2001. 254. Pp. 219-228
- Boltnev A.I., York A.E. and Antonelis G.A. Northern fur seal young: interrelationships among birth size, growth, and survival. Can. J. Zool. 1998. 76. Pp. 843-854.
- Светочев В.Н. Биология и экология гренландского тюленя (*phoca groenlandica* erxleben, 1777) беломорской популяции на первом году жизни // Автореферат канд. дисс. – Мурманск: ММБИ КНЦ РАН. 2013. 31 с.
- Светочев В.Н., Светочева О.Н. Гренландский тюлень: биология, экология, промысел / В.Н. Светочева, О.Н. Светочева; [отв. ред. Н.Н. Кавцевич]; Мурман. мор. биол. ин-т Кольского науч. центра РАН. – Апатиты: Изд. КНЦ РАН. 2018. 174 с.
- Nilssen K.T., Grotnes P.E., Haug T. & Potelov V. Seasonal variation in body condition of adult Barents Sea harp seals (*Phoca groenlandica*). // Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science 1997. 22. Pp. 17-25.
- Kovacs K.M., Lavigne D.M. Maternal investment in Otariid seals and walruses // Canadian Journal of Zoology 2011. 70(10). Pp. 1953-1964
- Chapman D. G. Population dynamics of the Alaska fur seal herd // Trans. North. Am. Wildl. Nat. Res. Conf. 1961.V. 26. Pp. 356-369.
- Chapman D. G. A critical study of Pribilof fur seal population estimates // U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull. 1964. V. 63. Pp. 657-669.
- York A. E., Hartley J. R. Pup production following harvest of female northern fur seals // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1981.V. 38. N 1. Pp. 84-90.
- Craig A.M. Histology of reproduction and the estrus cycle in the female fur seal. // *Callorhinus ursinus*. J. Fish. Res. Board Can. 21(4). 1964. Pp. 773-811.
- Helle E. Lowered reproductive capacity in female ringed seals (*Pusa hispida*) in the Bothnian Bay northern Baltic Sea with special reference to uterine occlusions. // Ann. Zool. Fennici 17. 1980. Pp. 147-158.
- Ferguson S.H., Yurkowski D.J., Young B.G., Willing C. Do intraspecific life history patterns follow interspecific predictions? A test using latitudinal variation in ringed seals. // Popul. Ecol. 2019. Pp. 1-12. <https://doi.org/10.1002/1438-390X.12008>
- Болтнев А.И., Болтнев Е.А., Корнев С.И. Возраст полового созревания, продолжительность жизненного цикла и репродуктивный вклад у самок морских коти́ков // Труды ВНИРО. 2022. Т. 190. С.95-104. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2022-190-95-104>
- Болтнев А.И., Болтнев Е.А., Корнев С.И. Репродуктивный вклад у самок морских коти́ков в связи с возрастом полового созревания // Труды ВНИРО. 2023. т. 191. С.53-65.
- Болтнев А.И., Болтнев Е.А., Корнев С.И. Изменчивость показателей рождаемости у самок коти́ков из разных поколений // Труды ВНИРО. 2023. Т. 192. С. 17-25. ISSN: 2307-3497. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2023-192-85-112>
- Stensen G.B., Haug T., Hammill M. Harp Seals: Monitors of Change in Differing Ecosystems//Frontiers in Marine Science, September 2020. V.7:569258 Pp. 1-20. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.569258>
- Греков А. А., Древетняк К. В., Русских А. А., Шамрай Е. А., Ярагина Н. А. Международный промысел и состояние запасов донных рыб Баренцева моря

- и сопредельных вод// Труды ВНИРО. 2018. Т. 174. С. 39-47.
27. Греков А.А., Долгов А.В., Ковалёв Ю.А., Мухин В.А., Прозоркевич Д.В., Соколов К.М., Ярагина Н.А. Состояние отечественного рыболовства на Северном рыбохозяйственном бассейне в начале XXI века // Труды ВНИРО. 2024. Т. 195. С. 12-23.
 28. International Council for the Exploration of the Sea [ICES] (2019a). "Barents Sea Ecoregion – Ecosystem overview," in Report of the ICES Advisory Committee, 2019, (Copenhagen: ICES). <https://doi.org/10.17895/ices.advice.5747> ICES Advice 2019, Section 5.1.
 29. Черноок В.И., Болтнев А.И. Регулярный инструментальный авиамониторинг зафиксировал резкое снижение рождаемости беломорской популяции гринландского тюленя, Морские млекопитающие Голарктики: материалы Пятой Международной конф., г. Одесса, 14-18 октября 2008 г., – Одесса. 2008. С. 100-104. (russ./eng.)
 30. Haug, T., Krøyer, A. B., Nilssen, K. T., Ugland, K. I., and Aspholm, P. E. Harp seal (*Phoca groenlandica*) invasions in Norwegian coastal waters: age composition and feeding habits. ICES J. 1991. Mar. Sci. 48. Pp. 363-371. <https://doi.org/10.1093/icesjms/48.3.363>
 31. Болтнев А.И. Внутривидовой r/K-отбор у северного морского котика// Труды ВНИРО. 2017. Т. 168. С. 4-13.
 32. Болтнев А.И. Морские млекопитающие в экосистеме: популяционная структура вида как следствие r/K-отбора // В сб. «Морские млекопитающие Голарктики: материалы 9-й Международной конф., г. Астрахань, 31.10-5.11. – Астрахань. 2018. С. 76-84.
 33. Болтнев А.И., Антонов Н.П., Болтнев Е.А. Научные основы морского зверобойного промысла// В сб. «Актуальные вопросы природопользования, ветеринарии и охотоведения: сборник материалов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 100-летию Анны Ивановны Колеватовой». - Редколлегия: Е. С. Симбирских (гл. ред.), М. С. Шевнина, В. Н. Сулейманова [и др.]. – Киров: 2023. С. 126-133.
 34. Болтнев А.И., Антонов Н.П., Болтнев Е.А. Промысел как фактор повышения продуктивности водных биоресурсов// В сб.: «Рыбохозяйственный комплекс России: проблемы и перспективы развития». Материалы I Международной научно-практической конференции (28-29 марта 2023 г., г. Москва) –М.: Изд-во ВНИРО. 2023. С.52 - 60.
 35. Антонов Н.П., Болтнев А.И., Болтнев Е.А. Изменение скорости воспроизводства вида и его популяционной структуры как ответ на масштабный промысел// Труды XIII Международной научно-практической конференции «Морские исследования и образование (MARESEDU-2024)» Том I (IV): [сборник]. Тверь: ООО «ПолиПРЕСС». 2025. С.500-507: ISBN 978-5-6053295-4-1 (т. 1)
 36. Болтнев А.И., Антонов Н.П., Болтнев Е.А. r-K-отбор и ответ популяции на промысел// В сб. «Современные методы оценки и рационального использования водных биологических ресурсов». Материалы II Международной научно-практической конференции, Москва, ФГБНУ «ВНИРО», 18-22 ноября 2024 г. /Авторы-составители: Д.А. Васильев, А.Е. Бобырев, А.И. Михайлов, Н.Г. Западаева, В.Р. Соколовский. М.: Изд-во ВНИРО. 2025. С. 35-40. ISBN 978-5-85382-561-1
 37. Назаренко Ю.И. Биология и промысел беломорской популяции гринландского тюленя// В кн.: Морские млекопитающие. – М.: Наука. 1984. С. 109-117.

LITERATURE AND SOURCES

1. Dorofeev S.V., Freiman S. Yu. (1928). The experience of quantitative accounting of the White Sea herd of Greenland seals by aerial photography // Proceedings of the Institute of Fisheries. Vol. 2. Issue 4. Pp. 12-23. (In Russ.)
2. Surkov S.S. (1963). On the issue of the methodology for determining the number and standards of selection of the White Sea bald// Proceedings of TINRO. Issue 15. Pp. 271-279. (In Russ.)
3. Chernook V.I., Kuznetsov N.V., Yakovenko M.Ya. (1999). Multispectral aerial photography of seal deposits // Murmansk: PINRO. 73 p. (In Russ.)
4. Chernook V.I. (2009) Results of instrumental aerial monitoring of the White Sea population of the Greenland seal in 1998-2008 // Biological resources of the White Sea and inland waters of the European North. Proceedings of the XXVIII International Conference on October 5-8, 2009, Petrozavodsk, Republic of Karelia, Russia. – Petrozavodsk: KarSC RAS. Pp. 601-604. (In Russ.)
5. Sidorov L.K., Bizikov V.A., Zabavnikov V.B., Egorov S.A. (2025). Assessment of reproduction of the White Sea population of the Greenland seal in 2023 and 2024 // Proceedings of VNIRO. Vol. 199. Pp. 64-85. (In Russ.)
6. International Council for the Exploration of the Sea [ICES] (2019b). ICES/NAFO/NAMMCO Working Group on Harp and Hooded Seals (WGHARP). Copenhagen: ICES. 193. doi: 10.17895/ices.pub.5617 ICES Scientific Reports 1. 72.
7. Boltnev A.I. (1991). Some information about the post-natal development of northern seals. In the book: "Research. biol. and the dynamics of numbers. fishing of the Kamchatka shelf" – Petropavlovsk-Kamchatsky, KOTINRO Publishing House. v.1. part 2. Pp. 137-149. (In Russ.)
8. Boltnev A.I. (2011). Maternal contribution to offspring during the prenatal period in the northern fur seals *Callorhinus ursinus* (Otariidae, Pinnipedia) // Zoological Journal. 1994. Vol.73. Issue 3. Pp. 126-135. (In Russ.)
9. Boltnev A.I. (2011). The Northern fur seal of the Commander Islands. Moscow – VNIRO. 264 p. (In Russ.)
10. Boltnev A.I., York A.E. (2001). Maternal investment in northern fur seals (*Callorhinus ursinus*): interrelationships among mothers' age, size, parturition date, offspring size, and sex-ratios. // J. Zool. (Lond.). 254. Pp. 219-228. 11. Boltnev A.I., York A.E. and Antonelis G.A. (1998). Northern fur seal young: interrelationships among birth size, growth, and survival. Can. J. Zool. 76. Pp. 843-854.
12. Svetochev V.N. (2013). Biology and ecology of the Greenland seal (*phoca groenlandica* *erxleben*, 1777) of the White Sea population in the first year of life // Abstract of the candidate. Dissertation. – Murmansk: MMBI KSC RAS. 31 p. (In Russ.)
13. Svetochev V.N., Svetocheva O.N. (2018). Greenland seal: biology, ecology, fishing / V.N. Svetocheva, O.N. Svetocheva; [ed. by N.N. Kavtsevich]; Murmansk Sea. biol. Institute of the Kola Scientific Center of the

- Russian Academy of Sciences – Apatity: Ed. KSC RAS. 174 p. (In Russ.)
14. Nilssen K.T., Grottnes P.E., Haug T. & Potelov V. (1997). Seasonal variation in body condition of adult Barents Sea harp seals (*Phoca groenlandica*). // Journal of Northwest Atlantic Fisheries Science. 22. Pp. 17-25.
15. Kovacs K.M., Lavigne D.M. (2011). Maternal investment in Otariid seals and walruses // Canadian Journal of Zoology. 70(10). Pp. 1953-1964
16. Chapman D.G. (1961). Population dynamics of the Alaska fur seal herd // Trans. North. Am. Wildl. Nat. Res. Conf. V. 26. Pp. 356-369.
17. Chapman D.G. (1964). A critical study of Pribilof fur seal population estimates // U.S. Fish. Wildl. Serv., Fish. Bull. V. 63. Pp. 657-669.
18. York A.E., Hartley J.R. (1981). Pup production following harvest of female northern fur seals // Can. J. Fish. Aquat. Sci. V. 38. N 1. Pp. 84-90.
19. Craig A.M. (1964). Histology of reproduction and the estrus cycle in the female fur seal. // Callorhinus ursinus. J. Fish. Res. Board Can. 21(4). Pp. 773-811.
20. Helle E. (1980). Lowered reproductive capacity in female ringed seals (*Pusa hispida*) in the Bothnian Bay northern Baltic Sea with special reference to uterine occlusions. // Ann. Zool. Fennici 17. Pp. 147-158.
21. Ferguson S.H., Yurkowski D.J., Young B.G., Willing C. (2019). Do intraspecific life history patterns follow interspecific predictions? A test using latitudinal variation in ringed seals. // Popul. Ecol. Pp. 1-12. <https://doi.org/10.1002/1438-390X.12008>
22. Boltnev A.I., Boltnev E.A., Kornev S.I. (2022). Age of puberty, life cycle duration and reproductive contribution in female fur seals // Proceedings of VNIRO. Vol. 190. Pp.95-104. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2022-190-95-104>. (In Russ.)
23. Boltnev A.I., Boltnev E.A., Kornev S.I. (2023). Reproductive contribution in female fur seals due to the age of puberty // Proceedings of VNIRO. vol. 191. Pp.53-65. (In Russ.)
24. Boltnev A.I., Boltnev E.A., Kornev S.I. (2023). Variability of fertility rates in female seals from different generations // Proceedings of VNIRO. Vol. 192. Pp. 17-25. ISSN: 2307-3497. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2023-192-85-112>. (In Russ.)
25. Stensen, G.B. Haug T., Hammill M. (2020). Harp Seals: Monitors of Change in Differing Ecosystems// Frontiers in Marine Science, September V.7:569258 Pp.1-20.<https://doi.org/10.3389/fmars.2020.569258>
26. Grekov A.A., Drevetnyak K.V., Russkich A.A., Shamray E.A., Yaragina N.A. (2018). International fishing and the state of bottom fish stocks in the Barents Sea and adjacent waters// Proceedings of VNIRO. Vol. 174. Pp. 39-47. (In Russ.)
27. Grekov A.A., Dolgov A.V., Kovalev Yu.A., Mukhin V.A., Prozorkevich D.V., Sokolov K.M., Yaragina N.A. (2024). The state of domestic fisheries in the Northern fisheries basin at the beginning of the XXI century // Proceedings of VNIRO. Vol. 195. Pp. 12-23. (In Russ.)
28. International Council for the Exploration of the Sea [ICES] (2019a). “Barents Sea Ecoregion – Ecosystem overview,” in Report of the ICES Advisory Committee, 2019, (Copenhagen: ICES). <https://doi.org/10.17895/ices.advice.5747> ICES Advice 2019. Section 5.1.
29. Chernook V.I., Boltnev A.I. (2008). Regular instrumental aviation monitoring recorded a sharp decrease in the birth rate of the White Sea population of the Greenland seal, Marine mammals of the Holarctic: proceedings of the Fifth International Conference, Odessa, October 14-18, 2008 – Odessa: Pp. 100-104. (russ./eng.)
30. Haug T., Krøyer A.B., Nilssen K.T., Ugland K.I., and Aspholm P.E. (1991). Harp seal (*Phoca groenlandica*) invasions in Norwegian coastal waters: age composition and feeding habits. ICES J. Mar. Sci. 48. Pp. 363-371. <https://doi.org/10.1093/icesjms/48.3.363>
31. Boltnev A.I. (2017). Intraspecific *r/K* selection in the northern fur seal// Proceedings of VNIRO. Vol. 168. Pp. 4-13. (In Russ.)
32. Boltnev A.I. (2018). Marine mammals in an ecosystem: the population structure of a species as a consequence of *r/K* selection // In the collection “Marine mammals of the Holarctic: proceedings of the 9th International Conference, Astrakhan, 31.10-5.11. – Astrakhan. Pp. 76-84. (In Russ.)
33. Boltnev A.I., Antonov N.P., Boltnev E.A. (2023). Scientific foundations of the marine St. John's wort fishery// In the collection “Topical issues of nature management, veterinary medicine and hunting: a collection of materials of the All-Russian scientific and practical conference with international participation dedicated to the 100th anniversary of Anna Ivanovna Kolevatova”. Editorial board: E. S. Simbirskikh (chief editors), M. S. Shevnina, V. N. Suleymanova [and others]. – Kirov: Pp. 126-133. (In Russ.)
34. Boltnev A.I., Antonov N.P., Boltnev E.A. (2023). Fishing as a factor in increasing the productivity of aquatic biological resources//In collection: “The Russian fisheries complex: problems and prospects of development.” Proceedings of the I International Scientific and Practical Conference (March 28-29, 2023, Moscow) – Moscow: VNIRO Publishing House. Pp.52-60. (In Russ.)
35. Antonov N.P., Boltnev A.I., Boltnev E.A. (2025). Changing the reproduction rate of a species and its population structure as a response to large-scale fishing// Proceedings of the XIII International Scientific and Practical Conference “Marine Research and Education (MARESEDU-2024)” Volume I (IV): [collection]. Tver: LLC “PoliPRESS”. Pp.500-507: ISBN 978-5-6053295-4-1. (In Russ.)
36. Boltnev A.I., N.P. Antonov, E.A. Boltnev (2025). *r-K*-population selection and response to fishing. “Modern methods of assessment and rational use of aquatic biological resources”. Materials of the II International Scientific and Practical Conference, Moscow, VNIRO Federal State Budgetary Budgetary Institution, November 18-22, 2024 /Compiled by D.A. Vasiliev, A.E. Bobyrev, A.I. Mikhailov, N.G. Zapadaeva, V.R. Sokolovsky. Moscow:/ VNIRO Publishing House. Pp. 35-40. ISBN 978-5-85382-561-1. (In Russ.)
37. Nazarenko Yu.I. (1984). Biology and fishery of the White Sea population of the Greenland seal // In: Marine Mammals, Moscow: Nauka. Pp. 109-117. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 02.10.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 06.10.2025



Мониторинг параметров качества водной среды, влияющих на промысловые характеристики серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-59-64>
EDN: VFSJTO

Научная статья УДК 639.2/.3

Слепченко Игорь Сергеевич – аспирант, кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура», Владивосток, Россия

Матросова Инга Владимировна – кандидат биологических наук, доцент, заведующая кафедрой «Водные биоресурсы и аквакультура», Владивосток, Россия
E-mail: matrosova.iv@dgtru.ru

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет («Дальрыбвтуз»)

Адрес: Россия, 690087, Владивосток, ул. Луговая, д. 52 Б

Аннотация. Исследованы гидрохимические показатели качества природных морских вод прибрежных акваторий Японского моря в весенне-летний период 2024 года. Произведена оценка влияния исследуемых показателей на промысловые характеристики серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*. В б. Дунай зафиксировано превышение ПДК по хлорид-ионам, что свидетельствует о вероятном загрязнении сточными водами. Превышений по тяжелым металлам в донных отложениях не выявлено. У особей в б. Дунай отмечена наибольшая масса тела и достоверно более высокий гонадосоматический индекс, что указывает на значимое влияние условий среды на репродуктивную функцию. Полученные данные необходимы для научно обоснованной организации промысла и воспроизводства данного гидробионта.

Ключевые слова: серый морской еж, мониторинг, гидрохимические показатели, размерно-массовые характеристики, промысел

Для цитирования: Слепченко И.С., Матросова И.В. Мониторинг параметров качества водной среды, влияющих на промысловые характеристики серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 59-64. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-59-64>

MONITORING OF WATER QUALITY PARAMETERS AFFECTING THE COMMERCIAL CHARACTERISTICS OF THE SEA URCHIN *STRONGYLOCENTROTUS INTERMEDIUS*

Igor S. Slepchenko – Graduate student, Кафедра «Водные биоресурсы и аквакультура», Vladivostok, Russia

Inga V. Matrosova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Water Bioresources and Aquaculture, Vladivostok, Russia

Far Eastern State Technical Fisheries University (FESTFU)

Address: Russia, 690087 Vladivostok, B. Lugovaya Str., 52

Annotation. The hydrochemical parameters of natural seawater quality in the coastal waters of the Sea of Japan during the spring-summer period of 2024 were investigated. An assessment of the influence of the studied parameters on the commercial characteristics of the gray sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* was carried out. In Dunai Bay, an exceedance of the maximum allowable concentration (MAC) for chloride ions was recorded, indicating probable pollution by wastewater. No exceedances of heavy metals in bottom sediments were detected. Individuals in Dunai Bay were noted to have a greater body weight and a significantly higher gonadosomatic index, indicating a significant influence of environmental conditions on reproductive function. The obtained data are necessary for the science-based management of the fishery and reproduction of this aquatic organism.

Keywords: gray sea urchin, monitoring, hydrochemical parameters, size-weight characteristics, fishing

For citation: Slepchenko I.S. Matrosova I.V. (2025) Monitoring of water quality parameters affecting the commercial characteristics of the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius*. // Fisheries. No. 5. Pp. 59-64. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-59-64>

Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author



Серый морской еж *Strongylocentrotus intermedius* – один из самых добываемых промысловых беспозвоночных в прибрежной зоне Приморья. С 1939 по 1979 годы промысловые запасы оценивались в 800 тонн [1]. В данный период численность иглокожих не испытывала существенных колебаний. С началом промысла в 1991 г. чрезмерная нагрузка на поселения морских ежей привела к снижению их численности и биомассы в Японском море. Немаловажным фактором является низкая величина пополнения популяции, вследствие высокой смертности на ранних стадиях онтогенеза, а также – уменьшение запасов ламинарии японской [2].

В результате многолетних работ были обследованы три района северного Приморья. Было выявлено, что размерный состав *S. intermedius* южного и центрального района имеет схожие значения – модальные классы 36-37 мм. В северном районе – 60-61 мм [3]. Также исследо-

ватели отмечают, что внутри трех рассматриваемых районов распределение размерных групп ежей имело свои особенности – в границах локальных участков, преобладали мелко-размерные особи, со временем чередующиеся с преобладанием промысловых и крупноразмерных гидробионтов. Данная особенность, в первую очередь, объясняется донным рельефом, составом грунта, водорослевым покрытием и гидродинамикой. Установлено, что на участке от мыса Поворотного до мыса Островного преобладали промысловые особи. Доля непромысловых составляла до 15%. На участке от мыса Туманного до зал. Ольги преобладали непромысловые особи (67%) [3].

Промысловых размеров особи достигают на 4-5 году жизни. В размерной группе 45-70 мм (подиаметру панциря) отмечается преобладание самцов. В размерной группе с более крупным диаметром панциря преобладают самки [4].

Промысел *S. intermedius* в центральном и южном районах проходит с апреля-мая и продолжается до августа, в северном районе – с апреля по июль и с октября по ноябрь. Особям, обитающим в южной части Приморья, для созревания гонад требуется 1450-1500 градусо-дней. В данный период гонады ежей находятся в нерестовом состоянии в течение 2,5 месяцев [3]. Минимальная сумма тепла – 1100-1250 градусо-дней необходима для созревания гонад ежей в северном районе. Массовый нерест начинается во второй половине июля и длится по первую декаду августа [5]. Цветность гонад у морских ежей напрямую связана со степенью зрелости половых желез, которая зависит от суммы тепла. Поэтому счи-



тается, что высокими товарными качествами гонад обладают ежи из южного района.

Морские ежи чувствительны к условиям морской среды, изменениям климата и загрязнению окружающей среды, которые оказывают негативное воздействие на представителей данного вида [6]. Наибольшее воздействие указанные факторы оказывают на интенсивность роста молоди, отличающейся повышенной чувствительностью к условиям обитания. Заливы и бухты, в разной степени изолированные от открытой акватории, как известно, служат аккумуляторами различных веществ и элементов как природного, так и антропогенного происхождения, включая тяжелые металлы. Поступая в водную среду, тяжелые металлы мигрируют или накапливаются, передаваясь в трофических цепях, что способно вызвать токсическое воздействие и создает экологическую угрозу для гидробионтов, а в конечном счете – и для человека [7]. В связи с этим регулярное потребление морепродуктов из экосистем с высокой степенью загрязнения токсичными элементами потенциально приводит к серьезным нарушениям здоровья людей, что обуславливает необходимость систематического мониторинга накопления опасных веществ в окружающей среде [7].

Цель настоящей работы – исследовать влияние гидрохимических показателей качества природных морских вод на промысловые характеристики серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius*.

Исследования проводились в весенне-летний период 2024 г. (табл. 1).

Районами исследования промысловых характеристик (рис. 1) *S. intermedius* являлись б. Дунай (Уссурийский залив, Японское море), восточное побережье о-ва Аскольд (пролив Аскольд, Японское море).

Водолазным способом в процессе промысла были отобраны особи серого морского ежа, достигшие товарных размеров (диаметр панциря не менее 25 мм). Для отобранных особей был проведен комплексный биологический анализ, в который вошли: измерение диаметра панциря штангенциркулем ($D_{\text{панц}}$) (с точностью до 1 мм), взвешивание общей массы тела (W) и массы гонад ($W_{\text{гонад}}$) на аналитических весах (с точностью $\pm 0,01$ г), определение возрастного

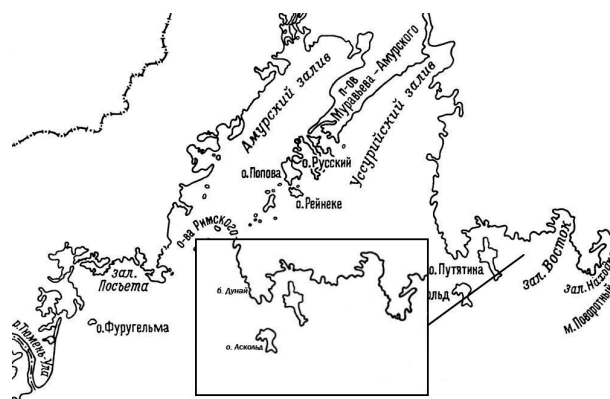


Рисунок 1. Карта района работ (зал. Петра Великого, Японское море) [8]

Figure 1. Map of the area of work (Peter the Great Gulf, Sea of Japan) [8]

состава на основе данных о размерно-возрастной структуре, установление пола по классификации Хотимченко с помощью микроскопии прижизненных мазков, а также расчет гонадосоматического индекса (как отношение массы гонад к общей массе тела, GI) [9].

Сбор проб поверхностных морских вод производился в соответствии с ГОСТ Р 59024-2020 «Общие требования к отбору проб» [10]. Сбор проб донных отложений осуществлялся водолазным способом, для предотвращения негативного воздействия на донные организмы. С каждого района отбиралось 6 проб поверхностных морских вод и донных отложений. Измерения массовой концентрации общих фенолов, хлорид-ионов, сульфат-ионов проводилось с применением системы капиллярного электрофореза «Капель» [11]. Содержание органических соединений определялось спектрофотометрическим методом. Измерение массовой концентрации АПАВ осуществлялось экстракционно-фотометрическим методом. Определение концентрации тяжелых металлов в донных отложениях проводилось методом атомно-абсорбционного анализа на спектрофотометре Shimadzu. Статистическая обработка данных осуществлялась в программе MS Office Excel.

Существенным антропогенным источником загрязнения прибрежных вод акваторий Уссу-

Таблица 1. Материал, положенный в основу работы /

Table 1. The material used as the basis of the work

Дата	Наименование района	Количество особей, изъятых для биологического анализа, экз.	Количество проб поверхностных морских вод и донных отложений, шт.
20.05.2024 – 18.06.2024	б. Дунай	57	6
	о. Аскольд	61	6

рийского залива является поверхностный сток с территории бывшего полигона ТБО г. Владивосток и золоотвалов ТЭЦ-2. Согласно данным биомониторинга, основными контаминантами являются Cu и Pb, а сопутствующими – Zn, Mn, Fe и Ni [12], которые накапливаются в слоевищах макрофитов, являющихся кормовой базой *S. intermedius*.

Согласно данным, представленным в таблице 2, концентрации хлорид-ионов, превышающие предельно допустимые концентрации (ПДК) были обнаружены в б. Дунай. Содержание Cl⁻ в поверхностных водах подвержена сезонным колебаниям, вследствие опреснения, однако высокие значения данного показателя могут свидетельствовать о загрязнении водоема сточными водами.

Поступление тяжёлых металлов в морскую среду обеспечивается, главным образом, речным стоком и разнообразными антропогенными источниками. К последним относятся коммунально-бытовые и промышленные стоки, поверхностный смыв с урбанизированных территорий, фильтрационные воды полигонов ТБО, коррозия объектов портовой инфраструктуры и затонувших судов, а также – атмосферные осадки [13].

При исследовании донных осадков превышения установленных нормативов выявлено не было (табл. 3). Максимальные концентрации металлов характерны для приустьевых районов. Вместе с тем, в мористых районах содержание металлов в поверхностных и донных пробах

может превышать ПДК при наличии локальных очагов загрязнения, таких как смыв токсичных веществ с прибрежного полигона ТБО [14].

По результатам исследований промысловых характеристик *S. intermedius* в акватории Японского моря, состояние гидробионтов находится в пределах нормы при концентрациях органических и неорганических веществ, не превышающих фоновые значения.

В б. Дунай и в районе о-ва Аскольд в мае-июне 2024 г. наибольшую массу тела в выборке имели особи в диапазоне 61-80 г, что составило 20,41% от общего количества экземпляров (табл. 4).

В результате анализа данных возрастного состава *S. Intermedius*, в исследуемых районах установлено, что в б. Дунай преобладали особи возрастом 4 года (21,63%), в прибрежье о-ва Аскольд – 3 года (24,45%).

При изучении полового состава и репродуктивных характеристик серого морского ежа, в выборках особи обоих полов присутствовали в равных количествах, с преобладанием самцов (53,41%). В обследованных акваториях масса гонад варьировалась от 0,79 до 30,72 граммов. В выборке большинство особей имели гонадосоматический индекс от 16 до 25%, что составило 47,51% от общего количества экземпляров (табл. 5).

На основании проведенного анализа проб воды, донных отложений и биологических характеристик серого морского ежа *Strongylocentrotus intermedius* в двух акваториях, можно констатировать наличие выражен-

Таблица 2. Содержание органических и неорганических веществ в пробах поверхностных вод в б. Дунай и в районе о. Аскольд в мае-июне 2024 года / **Table 2.** The content of organic and inorganic substances in surface water samples in the Dunay Bay and in the area of Askold Island in May-June 2024

Район исследования	БПК ₅ , мг/л	PO ₄ ³⁻ , мг/л	АПАВ, мг/л	NO ₃ ⁻ , мкг/л	NO ₂ ⁻ , мкг/л	Нефте-продукты, мкг/л	Фенолы, мг/л	Cl ⁻ , мг/л	SO ₄ ²⁻ , мг/л
б. Дунай	2,64±0,41	< 0,05	< 0,1	65,3±14,5	5,27±0,50	< 40,0	< 0,005	13700*	3076
о. Аскольд	1,25±0,63	< 0,05	< 0,1	62,1±11,8	3,24±0,16	< 40,0	< 0,005	10200	2611

Примечание: * - превышение предельно допустимой концентрации

Таблица 3. Содержание тяжелых металлов в пробах донных отложений в б. Дунай и в районе о. Аскольд в мае-июне 2024 года / **Table 3.** Heavy metal content in sediment samples in the Dunay Bay and in the area of Askold Island in May-June 2024

Район исследования	Pb, мкг/г	Cu, мкг/г	Cd, мкг/г	Ni, мкг/г	Zn, мг/г	Fe, мг/г	Mn, мг/г	Hg, мкг/г
б. Дунай	1,51±0,11	1,13±0,40	<0,05	2,64±0,23	0,024 ±0,005	0,056 ±0,009	0,023 ±0,008	0,051 ±0,009
о. Аскольд	1,04±0,21	1,58±0,14	<0,05	1,12±0,45	0,011 ±0,003	0,023 ±0,008	0,0014 ±0,005	0,027 ±0,013

Таблица 4. Общая масса тела и размер панциря серого морского ежа в б. Дунай и в районе о. Аскольд в мае-июне 2024 года / **Table 4.** The total body weight and shell size of the gray sea urchin in the Dunay Bay and in the area of Askold Island in May-June 2024

Район исследования	W, г			D _{панц} , мм			Кол-во, экз.
	X _{max}	$\bar{X} \pm m_x$	X _{min}	X _{max}	$\bar{X} \pm m_x$	X _{min}	
б. Дунай	156,94	79,03±4,01	9,65	75	47,95±1,53	25	57
о. Аскольд	144,65	74,79±3,58	7,59	73	44,56±1,24	27	61

Таблица 5. Масса гонад и гонадосоматический индекс серого морского ежа в б. Дунай и в районе о. Аскольд в мае-июне 2024 года / **Table 5.** Gonadal mass and gonadosomatic index of the grey sea urchin in the Dunay Bay and in the area of Askold Island in May-June 2024

Район исследования	W _{гонад} , г			ГИ%			Объем выборки, экз.
	X _{max}	$\bar{X} \pm m_x$	X _{min}	X _{max}	$\bar{X} \pm m_x$	X _{min}	
б. Дунай	30,72	18,73±1,32	1,12	26,75	21,58±0,65	10,63	57
о. Аскольд	19,84	13,96±1,41	0,79	23,79	12,51±0,17	6,85	61

ной взаимосвязи между качеством морской среды и состоянием гидробионтов.

Повышенные концентрации хлорид-ионов и величины БПК₅, зарегистрированные в б. Дунай, могут свидетельствовать о наличии антропогенной нагрузки, связанной, вероятно, с поступлением коммунально-бытовых стоков. В то же время, в районе о. Аскольд анализируемые гидрохимические параметры соответствуют фоновым значениям.

Сравнительный анализ биологических характеристик *S. intermedius* выявил определенные различия между указанными районами. Наблюдаемые в б. Дунай несколько более высокие средние значения массы и диаметра панциря по сравнению с районом о. Аскольд могут быть интерпретированы как возможная реакция на измененные трофические условия. Наиболее существенные различия отмечены в репродуктивных характеристиках. Так, значения гонадосоматического индекса (ГИ%) в б. Дунай были статистически значимо выше, а также зафиксирован больший разброс максимальных значений массы гонад. Полученные данные позволяют предположить, что условия в б. Дунай могут оказывать модулирующее влияние на энергетическое распределение и репродуктивные процессы у *S. intermedius*, что выражается в перераспределении ресурсов в пользу репродуктивной системы.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о том, что репродуктивные параметры, в частности – гонадосоматический индекс, могут являться чувствительными индикаторами состояния среды обитания серого морского ежа. Полученные данные согласуются

с положением о том, что организмы, в условиях умеренного антропогенного воздействия, могут демонстрировать изменения физиологического состояния, наиболее выражено проявляющиеся на уровне репродуктивной функции. Для установления более точных причинно-следственных связей необходимо проведение дальнейших долгосрочных мониторинговых исследований.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Слепченко И.С.** – подготовка обзора литературы, подготовка статьи; **Матросова И.В.** – идея статьи, подготовка статьи.

The authors advertise the rejection of the conflict of interests. Contribution to the work of the authors: **I.S. Slepchenko** – preparation of a literature review, preparation of the article; **I.V. Matrosova** – the idea of the article, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бирюлина М.Г. Распределение и запасы морских ежей *Strongylocentrotus nudus* и *Strongylocentrotus intermedius* в заливе Петра Великого (Японское море) // Тр. ТОИ ДВНЦ АН СССР. 1975. Т. 9. С. 102-113.
2. Сухин И.Ю., Турабжанова И.С., Битюков М.В. Результаты мониторинга состояния поселений серых (*Strongylocentrotus intermedius*) и черных (*Mesocentrotus nudus*) морских ежей в б. Киевка Японского моря // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования. 2019. С. 412-418.
3. Викторовская Г.И., Седова Л.Г., Борисовец Е.Э., Матвеев В.И., Калинина М.В., Брегман Ю.Э. Биологическая характеристика скоплений серого морского ежа.

- ского ежа *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz) в прибрежной зоне Приморья (Японское море) // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). 2004. Т. 139. С. 225-259.
4. Брыков В.А. Об индивидуальном возрасте и продолжительности жизни некоторых видов морских ежей Японского моря // Биология моря. 1975. № 2. С. 39-44.
5. Ващенко М.А., Жадан П.М., Латыпова Е.В. Мониторинг состояния гонад морских ежей *Strongylocentrotus intermedius* из Амурского залива (Японское море) // Тез. докл. конф. мол. уч. «Биомониторинг и рациональное использование морских и пресноводных гидробионтов». – Владивосток: ТИНРО-центр, 1999. С. 128-130.
6. Zhadan P.M., Vaschenko M.A., Almyashova T.N. Effects of environmental factors on reproduction of the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* // Sea urchin—from environment to aquaculture and biomedicine. Reijeka: INTECH. 2017. С. 35-69.
7. Galysheva Y.A., Pelekh A.D., Boychenko T.V. Assessment of environmental risk to Vladimир Bay, Sea of Japan, exposed to heavy metal pollution // 2022 International Conference on Ocean Studies (ICOS). IEEE, 2022. С. 122-126.
8. Карта. Залив Петра Великого. URL: https://avatars.dzeninfra.ru/get-zen_doc/5233638/pub_64dc0aee-d9846708a1d199cb_64dc27fe8dbf9b6d1566d5ec/scale_1200 (дата обращения: 29.11.2024).
9. Хотимченко Ю.С., Деридович И.И., Мотавкин П.А. Биология размножения и регуляция гаметогенеза и нереста у иглокожих. – Москва: Наука, 1993. 167 с.
10. ГОСТ Р 59024-2020. Вода. Общие требования к отбору проб. // Кодекс: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200175475> (дата обращения: 29.11.2024).
11. ПНД Ф 14.1:2:4.157-99. Методика выполнения измерений массовых концентраций хлорид-ионов, нитрит-ионов, сульфат-ионов, нитрат-ионов, фторид-ионов и фосфат-ионов в пробах природных, питьевых и очищенных сточных вод с применением системы капиллярного электрофореза «Капель» // Кодекс: [сайт]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200080615> (дата обращения: 29.11.2024).
12. Коженкова С.И., Христофорова Н.К., Чернова Е.Н., Кобзарь А.Д. Долговременный биомониторинг загрязнения Уссурийского залива Японского моря тяжелыми металлами // Биология моря. 2021. Т. 47. №. 4. С. 235-243.
13. Христофорова Н.К., Гамаюнова О.А., Афанасьев А.П. Состояние бухт Козьмина и Врангеля (залив Петра Великого, Японское море): динамика загрязнения тяжелыми металлами // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). 2015. Т. 180. С. 179-186.
14. Христофорова Н.К., Пелех А.Д., Кольшуккина А.В. Тяжелые металлы в бурых водорослях залива Восток // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. 2020. С. 327-341.
2. Suhin I.Yu., Turabzhanova I.S., Bityukov M.V. (2019). Results of monitoring the condition of settlements of gray (*Strongylocentrotus intermedius*) and black (*Mesocentrotus nudus*) sea urchins in the Kievka Bay of the Sea of Japan // Actual problems of biodiversity and environmental management. Pp. 412-418. (In Russ.)
3. Viktorovskaya G.I., Sedova L.G., Borisovets E.E., Matveyev V.I., Kalinina M.V., Bregman Yu.E. (2004). Biological Characteristics of the Grey Sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* (Agassiz) in the Coastal Zone of Primorye (Sea of Japan) // Izvestiya TINRO (Pacific Research Fisheries Center). V. 139. Pp. 225-259. (In Russ.)
4. Brykov V.A. (1975). On the individual age and life expectancy of some species of sea urchins in the Sea of Japan // Biology of the Sea. No. 2. Pp. 39-44. (In Russ.)
5. Vashchenko M.A., Zhadan P.M., Latypova E.V. Monitoring of the gonad condition of sea urchins *Strongylocentrotus intermedius* from the Amur Bay (Sea of Japan) // Abstracts of the Conference of Young Scientists “Biomonitoring and Rational Use of Marine and Freshwater Hydrobionts”. Vladivostok: TINRO-Center, 1999. Pp. 128-130
6. Zhadan P.M., Vaschenko M.A., Almyashova T.N. (2017). Effects of environmental factors on reproduction of the sea urchin *Strongylocentrotus intermedius* // Sea urchin—from environment to aquaculture and biomedicine. Reijeka: INTECH. С. 35-69.
7. Galysheva Y.A., Pelekh A.D., Boychenko T.V. (2022). Assessment of environmental risk to Vladimир Bay, Sea of Japan, exposed to heavy metal pollution // International Conference on Ocean Studies (ICOS). IEEE. Pp. 122-126.
8. Map. Peter the Great Bay. URL: https://avatars.dzeninfra.ru/get-zen_doc/5233638/pub_64dc0aee-d9846708a1d199cb_64dc27fe8dbf9b6d1566d5ec/scale_1200 (дата обращения: 29.11.2024). (In Russ.)
9. Khotimchenko Yu.S., Deridovich I.I., Motavkin P.A. (1993). Biology of Reproduction and Regulation of Gametogenesis and Spawning in Echinoderms. – Moscow: Nauka. 167 p. (In Russ.)
10. GOST R 59024-2020. Water. General Requirements for Sampling. // Code: [website]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200175475> (accessed on 29.11.2024). (In Russ.)
11. ПНД Ф 14.1:2:4.157-99. Method for measuring the mass concentrations of chloride ions, nitrite ions, sulfate ions, nitrate ions, fluoride ions, and phosphate ions in samples of natural, drinking, and treated wastewater using the Kapel capillary electrophoresis system // Code: [website]. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200080615> (accessed: 29.11.2024). (In Russ.)
12. Kojevnkova S.I., Khristoforova N.K., Chernova E.N., Kobzar A.D. (2021). Long-term biomonitoring of heavy metal pollution in the Ussuri Bay of the Sea of Japan // Marine Biology. Vol. 47. No. 4. Pp. 235-243. (In Russ.)
13. Khristoforova N.K., Gamayunova O.A., Afanasyev A.P. (2015). The state of Kozmin and Wrangel bays (Peter the Great Bay, Sea of Japan): dynamics of heavy metal pollution // Izvestiya TINRO (Pacific Research Fisheries Center). V. 180. Pp. 179-186. (In Russ.)
14. Khristoforova N.K., Pelekh A.D., Kolyushkina A.V. (2020). Heavy Metals in Brown Seaweed of the Vostok Bay // Conservation of Biodiversity of Kamchatka and Adjacent Seas. Pp. 327-341. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Biryulina M.G. (1975). Distribution and stocks of sea urchins *Strongylocentrotus nudus* and *Strongylocentrotus intermedius* in Peter the Great Bay (Sea of Japan) // Tr. TOI FDC AN USSR. Vol. 9. Pp. 102-113. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 22.09.2025

Принят к публикации / Accepted for publication 25.09.2025



Биологические показатели некоторых малоценных промысловых видов рыб (серебряный карась, красноперка, окунь) самурского побережья Каспийского моря в 2022-2024 годы

Научная статья
УДК 597.554.3

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-65-72>
EDN: VHADR

Рабазанов Нухкади Ибрагимович – доктор биологических наук, руководитель, главный научный сотрудник Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук, заведующий кафедрой ихтиологии Дагестанского государственного университета (ДГУ), Махачкала, Россия
E-mail: rnuh@mail.ru

Смирнов Андрей Анатольевич – доктор биологических наук, доцент, главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ФГБНУ «ВНИРО»); профессор кафедры ихтиологии, Дагестанский государственный университет (ДГУ); ведущий научный сотрудник научно-исследовательской лаборатории химико-биологических исследований, Сахалинский государственный университет, Москва, Россия
E-mail: asmirnov@vniro.ru

Бархалов Руслан Магомедович – кандидат биологических наук, доцент, заведующий лабораторией морской биологии и аквакультуры, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук; старший научный сотрудник, Государственный природный биосферный заповедник «Дагестанский», Махачкала, Россия
E-mail: barkhalov.ruslan@yandex.ru

Автор фотографии: П.С. Таилов

Адреса:

1. Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук – Россия, Республика Дагестан, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 45
2. Дагестанский государственный университет – Россия, Республика Дагестан, 367000, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а
3. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») – Россия, 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19
4. Государственный природный биосферный заповедник «Дагестанский» – Россия, Республика Дагестан, 367010, Махачкала, ул. Гагарина, д. 120
5. Сахалинский государственный университет – Россия, 693000, Южно-Сахалинск, ул. Ленина, д. 290

Аннотация. На основе ихтиологических материалов, собранных в 2022-2024 гг. на самурском побережье Каспийского моря, рассматриваются биологические показатели серебряного карася, красноперки и окуня.

Показано, что в рассматриваемые годы у серебряного карася и окуня последовательно снижались средние показатели длины, массы, возраста. Эти показатели в 2023 г., по сравнению с 2022 г., у красноперки выросли, но в 2024 г. снизились, став ниже, чем в 2022 году.

Ключевые слова: Каспийское море, самурское побережье, серебряный карась, красноперка, окунь, возраст, длина, масса

Для цитирования: Рабазанов Н.И., Смирнов А.А., Бархалов Р.М. Биологические показатели некоторых малоценных промысловых видов рыб (серебряный карась, красноперка, окунь) самурского побережья Каспийского моря в 2022-2024 годы // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 65-72. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5.-65-72>

BIOLOGICAL INDICATORS OF SOME LOW-VALUE COMMERCIAL FISH SPECIES (SILVER CARP, RUDD, PERCH) OF THE SAMUR COAST OF THE CASPIAN SEA IN 2022-2024

Nuhkadi I. Rabazanov – Doctor of Biological Sciences, Director, Caspian Institute of Biological Resources of the Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Head of the Department of Ichthyology, Dagestan State University (DSU), Makhachkala, Russia

Andrey A. Smirnov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Department of Marine Fishes of the Far East, Russian Federate Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO); Professor of the Department of Exact and Natural Sciences, Northeastern State University (SVSU); Professor of the Department of Ichthyology, Dagestan State University (DSU), Leading researcher Research Laboratory for Chemical and Biological Research Sakhalin State University (SSU); Moscow, Russia

Ruslan M. Barkhalov – Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Marine Biology and Aquaculture, Caspian Institute of Biological Resources of the Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences, Senior Researcher, Dagestan State Natural Biosphere Reserve, Makhachkala, Russia

Addresses:

1. Caspian Institute of Biological Resources of Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences – 367000, Republic of Dagestan, Makhachkala, M. Gadzhieva str., 45
2. Dagestan State University – Россия, 367000, Republic of Dagestan, Makhachkala, Gadzhieva str., 43a
3. Russian Federate Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO Federal State Budgetary Institution) – Россия, 105187, Moscow, Okruzhny Proezd, 19
4. Dagestan State Natural Biosphere Reserve – Россия, Republic of Dagestan, 367010, Makhachkala, Gagarina str., 120
5. Sakhalin State University (SSU) –Russia, 693000, Yuzhno-Sakhalinsk, Lenin str., 290

Annotation. Based on ichthyological materials collected in 2022-2024 on the Samur coast of the Caspian Sea, the biological indicators of silver carp, red and perch are considered. It is shown that in the years under consideration, the average indicators of length, mass, and age consistently decreased in silver carp and perch. In 2023, compared to 2022, these indicators increased for the red, but decreased in 2024, becoming lower than in 2022.

Keywords: Caspian Sea, Samur coast, silver carp, red, perch, age, length, weight

For citation: Rabazanov N.I., Smirnov A.A., Barkhalov R.M. (2025). Biological indicators of some low-value commercial fish species (silver carp, rudd, perch) of the Samur coast of the Caspian Sea in 2022-2024 // Fisheries. № 5. Pp. 65-72. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-65-72>

Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author

Западная часть Каспийского моря, примыкающая к побережью Дагестана, является районом с высокой биологической продуктивностью, где находятся места нереста и нагула, расположены пути миграций многих видов рыб [1; 2]. Важную рыбохозяйственную роль в этом районе играет участок самурского побережья Каспийского моря, расположенный в приморском кластере «Дельта Самура» национального парка «Самурский» на юго-востоке Дагестана, и занимающий большую часть дельты реки Самур.

В последние годы продолжается снижение уровня Каспийского моря, ввиду этого происходят значительные изменения в прибрежных экосистемах, в частности, наблюдается обмеление, заболачивание и зарастание западного побережья моря, особенно Кизлярского и Аграханского заливов [3; 4; 5].

На самурском побережье Каспийского моря, в сравнении с вышеуказанными заливами, условия обитания рыб в 2022-2024 гг. в целом были более удовлетворительными. Однако и здесь наблюдается постепенное ухудшение природных условий, вызванное в том числе и значительным водозабором из р. Самур, что негативно влияет на состояние запасов рыб прилегающего к устью реки участка моря [6; 7].

В целях биологического мониторинга состояния рыб дагестанского побережья Каспия, сохранения биологического разнообразия каспийской фауны, сотрудники Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук совместно с сотрудниками Государственного природного биосферного заповедника «Дагестанский» и Дагестанского государственного университета в последние годы регулярно проводят сбор ихтиологических материалов на дагестанском побережье Каспийского моря, в частности –

в кластере «Дельта Самура» национального парка «Самурский».

Сбор ихтиологических данных для настоящей работы осуществлялся в 2022-2024 гг. ежемесячно с марта по ноябрь, с использованием ставных сетей (ячеей 30 и 50 мм), вентерей (с длиной крыла 6 м и высотой 1,5 м, размером (шагом) ячеей в крыле 40 мм и в бочке 30 мм; материал – капрон, монополь) и мальковой волокуши (длинной 10 м, крылья с ячейей – 6,5 мм; килечная дель, с высотой 1,2 м, в кутке – газовое сито №7), данные обрабатывались по общепринятым ихтиологическим методикам [8; 9; 10].

В последние годы в районе исследований (это заповедная зона, здесь не ведется промысел), в научно-исследовательских уловах преобладали такие виды, как вобла (*Rutilus caspicus*), кутум (*Rutilus frisii kutum*), лещ (*Abramis brama*), рыбец (*Vimba vimba*), шемая (*Alburnus chalcoides*), биологические показатели которых были рассмотрены нами ранее [7].

В меньшей степени и не ежегодно, в уловах присутствовали такие виды, как серебряный карась (*Carassius gibelio*), красноперка (*Scardinius erithrophthalmus*), окунь (*Perca fluviatilis*). В 2022-2024 гг. было собрано для биологических анализов: серебряного карася – 121 экз., красноперки – 97 экз., окуня – 69 экз. земляры.

Рассмотрим подробнее биологические показатели каждого вида по отдельности.

Серебряный карась – самый распространенный вид среди семейства *Cyprinidae* на дагестанском побережье Каспийского моря [11; 12; 13]. В последние годы он расширяет свой ареал в северной морской части. Этот вид мало требователен к кислородному режиму, нерестовыми биотопами являются малопроточные и мелководные прибрежные участки [14].

В период наших исследований (2022-2024 гг.), в контрольных научно-исследовательских уловах этот вид был представлен ше-



Подготовка сетей.

Автор фотографии: Р.М. Бархалов

стью (3-8 полных лет в 2022-2023 гг.) и пятью (3-7 полных лет в 2024 г.) возрастными категориями. В 2022-2023 гг. модальная группа, в возрасте 6 полных лет, составила 27,9% и 26,8%, соответственно. В 2024 г. модальная группа была в возрасте 5 полных лет (30%). Средний возраст по годам наблюдений снижался с 6,4 лет в 2022 г. до 5,0 лет в 2024 г. (табл. 1, 2, 3). В 2022 г. длина тела серебряного карася в уловах колебалась от 16,5 до 29,0 см, средняя длина составила 26,0 см, масса – от 130 до 670 г, средняя – 502 г, доля самок была равной 82,5%

(табл. 1). В 2023 г. длина тела серебряного карася варьировала от 19,5 до 29,5 см, средняя длина составила 25,4 см, масса – от 210 до 700 г, средняя – 447 г, доля самок составила 80,7% (табл. 2). В 2024 г. длина тела серебряного карася была в пределах 19,5-29,0 см, средняя длина составила 24,9 см, масса – от 210 до 680 г, средняя – 427 г, доля самок – 59,6% (табл. 3). В целом, в 2024 г. биологические показатели серебряного карася были ниже, чем в прошлые годы, возможно, это связано тем, что в уловах отсутствовали 8-и годовики.

Таблица 1. Биологическая характеристика серебряного карася самурского побережья Каспийского моря в 2022 году / **Table 1.** Biological characteristics of the silver carp of the Samur coast of the Caspian Sea in 2022

Показатели	Возраст, годы						Средние значения
	3	4	5	6	7	8	
Длина, см	16,5	20	22,9	25,1	27,1	29	26
Масса, г	130	225	339	451	557	670	502
% возрастной группы	4,5	12	18,4	27,9	22	15,2	6,4
Самки, %		65,8	80,6	90,8	96,2	100	82,5

Таблица 2. Биологическая характеристика серебряного карася самурского побережья Каспийского моря в 2023 году / **Table 2.** Biological characteristics of the silver carp of the Samur coast of the Caspian Sea in 2023

Показатели	Возраст, годы						Средние значения
	3	4	5	6	7	8	
Длина, см	19,5	22	24,3	26,4	27,5	29,5	25,4
Масса, г	210	293	391	495	570	700	447
% возрастной группы	9,1	15,6	25,9	26,8	16,4	6,2	5,6
Самки, %		65,8	79,6	90,8	100	100	80,7

Таблица 3. Биологическая характеристика серебряного карася самурского побережья Каспийского моря в 2024 году / **Table 3.** Biological characteristics of the silver carp of the Samur coast of the Caspian Sea in 2024

Показатели	Возраст, годы						Средние значения
	3	4	5	6	7		
Длина, см	19,5	22,4	24,8	27	29		24,9
Масса, г	210	310	421	545	680		427
% возрастной группы	10	25	30	20	15		5
Самки, %	38,6	41,2	57,1	79,2	100		59,6

Красноперка встречается во всех низменных реках Дагестана и их устьевых взморьях. На всем протяжении своего ареала она приурочена к малопроточным и стоячим водоемам с обильным развитием растительности. Красноперка многочисленна, но относится к малоценным, туводным видам, имеющим второстепенное промысловое значение на дагестанском побережье Каспийского моря [12; 13; 15].

В период наших исследований (2022-2024 гг.), в контрольных научно-исследовательских уловах этот вид был представлен шестью (3-8 полных лет в 2022-2023 гг.) возрастными категориями, в 2024 г. таких групп было четыре (3-6 полных лет). В 2022-2024 гг. модальная группа, в возрасте 4 полных года, составила 31%, 45% и 33%, соответственно. Средний возраст снижался с 4,6 лет в 2022 и 2023 гг. до 4,3 лет в 2024 г. (табл. 4, 5, 6).

В 2022 г. длина тела красноперки в уловах колебалась от 17,5 до 29,0 см, средняя длина составила 21,1 см, масса – от 150 до 740 г, средняя – 277 г (табл. 4). В 2023 г. длина тела красноперки варьировала от 17,5 до 29,0 см, средняя длина составила 21,3 см, масса – от 160 до 700 г, средняя – 285 г (табл. 5). В 2024 г. длина тела красноперки была в пределах 17,0-25,5 см, средняя длина составила 20,7 см, масса – от 150 до 490 г, средняя – 263 г (табл. 6). Доля самок в 2022-2024 гг. составила 48,9%.

В целом, в 2024 г. биологические показатели красноперки были ниже, чем в прошлые годы, возможно, это связано тем, что в уловах отсутствовали 7 и 8-и годовики.

Окунь приспособлен жить в прибрежной зарослевой зоне, менее требователен к условиям размножения (к нерестовому субстрату, гидробиологическому режиму). При этом его



численность может меняться, в соответствии с изменениями экологической ситуации. Рыба хищная, но может оставаться всю жизнь планктофагом или бентофагом [12; 16]. Этот вид широко распространен в низинных пресноводных водоемах бассейна Каспийского моря, образуя там жилые популяции [12; 17].

По нашим данным, в 2022 г. этот вид в контрольных научно-исследовательских уловах был представлен шестью (3-8 полных лет) возрастными категориями, в 2024 г. таких групп было четыре (3-6 полных лет). Модальная группа, в возрасте 4 полных года, составила 35,9% и 39%, соответственно. Средний возраст снижался с 5,1 лет в 2022 до 4,1 лет в 2024 г. (табл. 7, 8). В 2022 г. длина тела окуня в уловах колебалась от 17,3 до 29,5 см, средняя длина составила 23,3 см, масса – от 140 до 740 г, средняя – 350 г (табл. 7). В 2024 г. длина тела окуня

была в пределах 17,0-25,0 см, средняя длина составила 21,2 см, масса – от 145 до 450 г, средняя – 277 г (табл. 8). Доля самок в 2022-2024 гг. составила 54,6%.

В целом, в 2024 г., по сравнению с 2022 г., биологические показатели окуня были ниже, возможно, это связано тем, что в уловах отсутствовали 7 и 8-и годовики.

Таким образом, анализ биологических показателей серебряного карася, красноперки и окуня самурского побережья Каспийского моря в 2022-2024 гг. показывает, что у этих видов снизились средние показатели длины, массы, возраста, видимо состояние группировок этих видов рыб следует признать неблагополучным.

Благодарности: Авторы выражают искреннюю признательность сотрудникам Прикаспийского института биологических ресурсов

Таблица 4. Биологическая характеристика красноперки самурского побережья Каспийского моря в 2022 году / **Table 4.** Biological characteristics of rudd of the Samur coast of the Caspian Sea in 2022

Показатели	Возраст, годы						Средние значения
	3	4	5	6	7	8	
Длина, см	17,5	20,1	22,6	25	27,2	29	21,1
Масса, г	150	232	342	473	616	740	277
% возрастной группы	16,5	31	23,6	18,3	7	3,6	4,6
Самки, %		34,7	50,5	64,7	79,1	90,7	48,9

Таблица 5. Биологическая характеристика красноперки самурского побережья Каспийского моря в 2023 году / **Table 5.** Biological characteristics of the redfin of the Samur coast of the Caspian Sea in 2023

Показатели	Возраст, годы						Средние значения
	3	4	5	6	7	8	
Длина, см	17,5	20,3	22,7	25	27,2	29	21,3
Масса, г	160	243	345	464	589	700	285
% возрастной группы	10,3	45,1	26,8	9,5	6,4	1,9	4,6
Самки, %		30,7	50,6	64,7	79,1	100	48,9

Таблица 6. Биологическая характеристика красноперки самурского побережья Каспийского моря в 2024 году / **Table 6.** Biological characteristics of the redfin of the Samur coast of the Caspian Sea in 2024

Показатели	Возраст, годы				Средние значения
	3	4	5	6	
Длина, см	17	20,1	22,8	25,5	20,7
Масса, г	150	242	350	490	263
% возрастной группы	19	33	29	19	4,3
Самки, %		34,7	50,5	74,7	48,9

Таблица 7. Биологическая характеристика окуня самурского побережья Каспийского моря в 2022 году / **Table 7.** Biological characteristics of perch of the Samur coast of the Caspian Sea in 2022

Показатели	Возраст, годы						Средние значения
	3	4	5	6	7	8	
Длина, см	17,3	20,2	22,9	25,3	27,5	29,5	23,3
Масса, г	140	229	341	466	594	740	350
% возрастной группы	4,7	35,9	32,5	18,3	3,9	4,7	5,1
Самки, %	16,7	39,1	56,2	70	80	100	54,6

Таблица 8. Биологическая характеристика окуня самурского побережья Каспийского моря в 2024 году / **Table 8.** Biological characteristics of perch of the Samur coast of the Caspian Sea in 2024

Показатели	Возраст, годы				Средние значения
	3	4	5	6	
Длина, см	17	20	22,6	25	21,2
Масса, г	145	233	335	450	277
% возрастной группы	10	39	33	18	4,4
Самки, %	16,7	39,1	56,2	80	54,6

Дагестанского федерального исследовательского центра РАН, государственного природного биосферного заповедника «Дагестанский» и Дагестанского государственного университета, которые помогали и активно принимали участие в сборе и первичной обработке ихтиологического материала на самурском побережье Каспийского моря в 2022-2024 гг.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Рабазанов Н.И.** – идея статьи, сбор и анализ данных, корректировка текста; **Смирнов А.А.** – подготовка обзора литературы, подготовка статьи и ее окончательная проверка; **Бархалов Р.М.** – сбор и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **Rabazanov N.I.** – the idea of the article, data collection and analysis, text correction; **Smirnov A.A.** – preparation of a literature review, preparation of the article and its final verification; **Barkhalov R.M.** – data collection and analysis, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Абдусаматов А.С. 2007. Состояние запасов рыб и перспективы развития прибрежного рыболовства в Терско-Каспийском районе // Рыбное хозяйство. 2007. №3. С. 61-63.
2. Абдусаматов А.С., Гусейнова С.А., Дудурханова Л.А. 2016. Анализ состояния запасов и промысла биологических ресурсов западной части Среднего Каспия и перспективы использования их ресурсного потенциала // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11. №2. С. 70-83.
3. Абдусаматов А.С., Ахмаев Э.А., Латунов А.А., Абдусаматов Т.А., Бутаева А.К., Гусейнова С.А. 2020. Оценка эффективности естественного воспроизводства полупроходных и речных видов рыб во внутренних водных объектах Республики Дагестан // Юг России: экология, развитие. 2020. Т.15. №3. С. 31-42.
4. Рабазанов Н.И., Смирнов А.А., Бархалов Р.М. 2024. Биологические показатели доминирующих видов рыб в Кизлярском заливе Каспийского моря // Рыбное хозяйство. 2024. №1. С. 73-80.
5. Рабазанов Н.И., Смирнов А.А., Бархалов Р.М. 2024. Биологические показатели доминирующих видов рыб в северной части Аграханского залива Каспийского моря // Рыбное хозяйство. 2024. №2. С. 79-87.
6. Бархалов Р.М., Шихшабекова Б.И., Зурхаева У.Д., Лобачев Е.Н., Бабо Ж.Ж. 2023. Современное состояние ихтиофауны бассейнов рек Самур и Сулак // Известия Дагестанского ГАУ. 2023. №2 (18). С. 87-90.
7. Рабазанов Н.И., Смирнов А.А., Бархалов Р.М. 2025. Биологические показатели основных промысловых видов рыб (вобла, кутум, лещ, рыбец, шемая) самурского побережья Каспийского моря // Рыбное хозяйство. 2025. №2. С. 56-64.
8. Правдин И.Ф. 1966. Руководство по изучению рыб // М. Пищ. пром. 1966. 376 с.
9. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания. // Астрахань. КаспНИРХ. 2011. С. 5-104.
10. Бархалов Р.М. 2014. Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала // Махачкала. Редакционно-издательский центр ДГПУ. 2014. 108 с.

11. Абдусаматов Т.А., Алиева А.К., Абдусаматов А.С., Бархалов Р.М. 2021. Промысловая и биологическая характеристика серебряного караса в разнотипных водоемах Терско-Каспийского рыбохозяйственного подрайона // Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2021. №81. С. 6-11.
12. Бархалов Р.М., Абдусаматов А.С., Столяров И.А., Таилов П.С. 2016. Рыбохозяйственное значение дагестанского побережья Каспия и рекомендации по сохранению рыбных запасов // Махачкала: АЛЕФ. 2016. С. 71-121.
13. Бархалов Р.М., Рабаданалиев З.Р., Гусейнов К.М., Шамсудинов Ж.М. 2024. Характеристика структуры популяций промысловых рыб семейства Cyprinidae в кластере «Дельта Самура» национального парка «Самурский» // Труды Государственного природного заповедника «Дагестанский». 2024. №20. С. 43-57.
14. Ермилова Л.С. 2018. Биология и промысел серебряного караса (*Carassius auratus* Linnaeus, 1758) в Волго-Каспийском и Северо-Каспийском рыбохозяйственных подрайонах (Астраханская область) // Рыбное хозяйство. 2018. №4. С. 64-66.
15. Гусейнов К.М., Гасанова А.Ш., Бархалов Р.М., Хлопкова М.В. 2024. К изучению биологии обыкновенной красноперки (*Scardinius erythrophthalmus*) самурского побережья Каспийского моря // Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2024. № 93. С. 12-17.
16. Рабазанов Н.И., Гусейнов К.М., Устарбекова Д.А., Зурхоева У.Д., Курбанова З.С. 2017. К изучению питания промысловых видов рыб Каспийского моря // Вестник Дагестанского научного центра РАН. 2017. № 65. С. 54-58.
17. Ибрагимов Ш.Р., Таиров Э.Х. 2015. Биоэкологические особенности окуневых рыб Малого Кзылгагачского залива Южного Каспия // Национальная ассоциация учёных. 2015. №III (8). С. 102-104.
- an Sea // Fisheries. No. 2. Pp. 79-87. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-2-79-87>. (In Rus., abstract in Eng.)
6. Barkhalov R.M., Shikhshabekova B.I., Zurkhaeva U.D., Lobachev E.N., Babo J.J. (2023). The current state of the ichthyofauna of the Samur and Sulak river basins // Izvestiya Dagestanskogo GAU. 2023. №2 (18). Pp. 87-90. (In Russ.)
7. Rabazanov N.I., Smirnov A.A., Barkhalov R.M. (2025). Biological indicators of the main commercial fish species (roach, cutum, bream, whitefish, and shemaiah) of the Samur coast of the Caspian Sea // Fisheries. No. 2. Pp. 56-64. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-2-56-64>. EDN:MWTHWB. (In Rus., abstract in Eng.)
8. Pravdin I.F. (1966). A guide to the study of fish // M. Pisch. prom. 376 p. (In Russ.)
9. Instructions for the collection and primary processing of materials of aquatic biological resources of the Caspian basin and their habitat. // Astrakhan. KaspNIRH. 2011. Pp. 5-104. (In Russ.)
10. Barkhalov R.M. (2014). Methodological guidelines for the collection and processing of ichthyological material // Makhachkala. The editorial and publishing center of the DGPU. 108 p. (In Russ.)
11. Abdusamadov T.A., Alieva A.K., Abdusamadov A.S., Barkhalov R.M. (2021). Commercial and biological characteristics of silver carp in diverse reservoirs of the Tersko-Caspian fishery subdistrict // Bulletin of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. No. 81. Pp. 6-11. (In Russ.)
12. Barkhalov R.M., Abdusamadov A.S., Stolyarov I.A., Taibov P.S. (2016). The fisheries importance of the Dagestan coast of the Caspian Sea and recommendations for the conservation of fish stocks // Makhachkala: ALEF. Pp. 71-121. (In Russ.)
13. Barkhalov R.M., Rabadanaliyev Z.R., Huseynov K.M., Shamsudinov J.M. (2024). Characteristics of the population structure of commercial fish of the Cyprinidae family in the Samura Delta cluster of the Samursky National Park // Proceedings of the Dagestan State Nature Reserve. No. 20. Pp. 43-57. (In Russ.)
14. Ermilova L.S. (2018). Biology and fishing of the silver carp (*Carassius auratus* Linnaeus, 1758) in the Volga-Caspian and North Caspian fisheries subdistricts (Astrakhan region) // Fisheries. No. 4. Pp. 64-66. (In Russ.)
15. Huseynov K.M., Hasanova A.Sh., Barkhalov R.M., Khlopokova M.V. (2024). To study the biology of the common rudd (*Scardinius erythrophthalmus*) of the Samur coast of the Caspian Sea // Bulletin of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. No. 93. Pp. 12-17. (In Russ.)
16. Rabazanov N.I., Huseynov K.M., Ustarbekova D.A., Zurkhaeva U.D., Kurbanova Z.S. (2017). To study the nutrition of commercial fish species of the Caspian Sea // Bulletin of the Dagestan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. No. 65. Pp. 54-58. (In Russ.)
17. Ibragimov Sh.R., Tairov E.Kh. (2015). Bioecological features of perch fishes of the Small Kyzyl-gach Bay of the Southern Caspian Sea // National Association of Scientists. No. III (8). Pp. 102-104. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Abdusamadov A.S. (2007). The state of fish stocks and prospects for the development of coastal fisheries in the Tersk-Caspian region // Fisheries. No. 3. Pp. 61-63. (In Russ.)
 2. Abdusamadov A.S., Huseynova S.A., Dudurkhanova L.A. (2016). Analysis of the state of reserves and fishing of biological resources in the western part of the Middle Caspian Sea and prospects for using their resource potential // South of Russia: ecology, development. Vol.11. No. 2. Pp. 70-83. (In Russ.)
 3. Abdusamadov A.S., Akhmaev E.A., Latunov A.A., Abdusamadov T.A., Butaeva A.K., Huseynova S.A. (2020). Assessment of the effectiveness of natural reproduction of semi-aquatic and riverine fish species in the inland waters of the Republic of Dagestan // South of Russia: ecology, development. Vol. 15. No. 3. Pp. 31-42. (In Russ.)
 4. Rabazanov N.I., Smirnov A.A., Barkhalov R.M. 2024. Biological indicators of the dominant fish species in the Kizlyar Bay of the Caspian Sea // Fisheries. No. 1. Pp. 73-80. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-1-73-80>. (In Rus., abstract in Eng.)
 5. Rabazanov N.I., Smirnov A.A., Barkhalov R.M. (2024). Biological indicators of the dominant fish species in the northern part of the Agrakhan Bay of the Caspi-
- Материал поступил в редакцию / Received 05.08.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 04.09.2025



Эффективность работ по искусственному воспроизводству стерляди (*Acipenser ruthenus*) и сазана (*Cyprinus carpio*) в водохранилищах Верхней Волги

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-73-87>
EDN: VPSIFL

Научная статья
УДК 639.2.03

Горячев Дмитрий Владимирович – руководитель научного направления, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), Московская область, Дмитровский муниципальный округ, пос. Рыбное, Россия
E-mail: goryachev@vniiprh.vniro.ru

Никитенко Алексей Иванович – кандидат биологических наук, руководитель Группы гидробиологии, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), Московская область, Дмитровский муниципальный округ, пос. Рыбное, Россия
E-mail: alexey_nikitenko90@mail.ru

Клец Наталия Николаевна – заместитель заведующего Лабораторией водных биоресурсов, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), Московская область, Дмитровский муниципальный округ, пос. Рыбное, Россия
E-mail: klets@vniiprh.vniro.ru

Артеменков Дмитрий Владимирович – кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник Отдела промысловых беспозвоночных и водорослей Департамента промысловых гидробионтов, Государственный научный центр РФ ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии («ВНИРО»), Москва, Россия
E-mail: dmitriy.artemenkov@gmail.com

Афанасьев Павел Константинович – кандидат биологических наук, начальник Управления рыбоводства и сохранения ВБР, Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов», Москва, Россия
E-mail: glavrybvod@glavrybvod.ru

Рисунок 1. Иваньковское водохранилище / **Figure 1.** Ivankovskoye Reservoir

Гвоздарёв Дмитрий Анатольевич – главный специалист Отдела «Верхневолжский», Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), Московская область, Дмитровский муниципальный округ, пос. Рыбное, Россия
E-mail: vvotdel@vniiprh.vniro.ru

Здрок Андрей Васильевич – начальник Отдела экологической токсикологии, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), Московская область, Дмитровский муниципальный округ, пос. Рыбное, Россия
E-mail: zdrok@vniiprh.vniro.ru

Жарикова Валентина Юрьевна – кандидат сельскохозяйственных наук, секретарь Ученого совета, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), Московская область, Дмитровский муниципальный округ, пос. Рыбное, Россия
E-mail: zharikova@vniiprh.vniro.ru

Адреса:

1. Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») – Россия, 141821, Московская область, Дмитровский муниципальный округ, пос. Рыбное, д. 40А,
2. Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» – Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19
3. Федеральное государственное бюджетное учреждение «Главное бассейновое управление по рыболовству и сохранению водных биологических ресурсов» – Россия, 115114, Москва, 1-й Дербеневский переулок, дом 5, стр. 4, оф. 101

Аннотация. Исследование посвящено оценке эффективности искусственного воспроизводства стерляди (*Acipenser ruthenus*) и сазана (*Cyprinus carpio*) в водохранилищах Верхней Волги: Иваньковском и Угличском. На основе многолетних данных (2012-2024 гг.) проведён анализ динамики выпуска молоди, выживаемости и формирования промысловых запасов. Результаты показали низкую эффективность мероприятий: несмотря на значительные объёмы зарыбления (до 858 тыс. экз. стерляди и 703 тыс. экз. сазана ежегодно), особи в уловах встречались единично. Расчетные промысловые запасы к 2031 г. могут составить около 85,99 т стерляди и 407,07 т сазана, однако, учитывая результаты прошлых выпусков, прогнозируются значительно ниже. Выявлены ключевые проблемы: отсутствие экономического анализа рентабельности выпуска от молоди различных навесок, низкие значения коэффициента промыслового возврата, недостаток долгосрочного мониторинга. Предлагается провести специализированные исследования для разработки научно обоснованных мер повышения эффективности мероприятий по искусственному воспроизводству.

Ключевые слова: искусственное воспроизводство, стерлядь, сазан, Иваньковское водохранилище, Угличское водохранилище

Для цитирования: Горячев Д.В., Никитенко А.И., Клец Н.Н., Артеменков Д.В., Афанасьев П.К., Гвоздарёв Д.А., Здрок А.В., Жарикова В.Ю. Эффективность работ по искусственному воспроизводству стерляди (*Acipenser ruthenus*) и сазана (*Cyprinus carpio*) в водохранилищах Верхней Волги // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 73-87. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-73-87>

THE EFFICIENCY OF ARTIFICIALLY REPRODUCING STARLET (*ACIPENSER RUTHENUS*) AND COMMON CARP (*CYPRINUS CARPIO*) IN UPPER VOLGA RESERVOIRS

Dmitry V. Goryachev – Head of the Scientific Department, Freshwater Fisheries Branch of the Scientific Research Center of the Russian Federation, VNIRO Federal State Budgetary Institution (VNIIPRH), Moscow Region, Dmitrov Municipal District, village. Rybnoye, Russia

Alexey I. Nikitenko – Candidate of Biological Sciences, Head of the Hydrobiology Group, Branch for Freshwater Fisheries of the Scientific Research Center of the Russian Federation VNIRO Federal State Budgetary Institution («VNIIPRH»), Moscow region, Dmitrov Municipal District, village. Rybnoye, Russia

Natalia N. Klets – Deputy Head of the Laboratory of Aquatic Bioresources, Branch for Freshwater Fisheries of the Scientific Research Center of the Russian Federation VNIRO Federal State Budgetary Institution («VNIIPRH»), Moscow region, Dmitrov Municipal District, village. Rybnoye, Russia

Dmitry V. Artemenkov – Candidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Department of Commercial Invertebrates and Algae of the Department of Commercial Aquatic Organisms, State Scientific Center of the Russian Federation All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia

Pavel K. Afanasyev – Candidate of Biological Sciences, Head of the Department of Fish Farming and Conservation of the Siberian Federal District, Federal State Budgetary Institution «Main Basin Directorate for Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources», Moscow, Russia

Dmitry A. Gvozdarev – Chief Specialist of the Verkhnevolzhsky Department, Freshwater Fisheries Branch of the SSC RF VNIRO Federal State Budgetary Institution (VNIIPRH), Moscow Region, Dmitrovsky Municipal District, village. Rybnoye, Russia

Andrey V. Zdrok – Head of the Department of Environmental Toxicology, Branch of Freshwater Fisheries of the Scientific Research Center of the Russian Federation VNIRO Federal State Budgetary Institution («VNIIPRH»), Moscow region, Dmitrov Municipal District, village. Rybnoye, Russia

Valentina Yu. Zharikova – Candidate of Agricultural Sciences, Secretary of the Scientific Council, Branch of Freshwater Fisheries of the Scientific Research Center of the Russian Federation VNIRO Federal State Budgetary Institution (VNIIPRH), Moscow region, Dmitrov municipal district, village Rybnoye, Russia

Addresses:

1. Freshwater Fisheries Branch of the SSC RF VNIRO Federal State Budgetary Institution («VNIIPRH») – Russia, 141821, Moscow region, Dmitrov Municipal District, village 40A Rybnoye street,
2. The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – Russia, 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19
3. Federal State Budgetary Institution «Main Basin Department for Fisheries and Conservation of Aquatic Biological Resources» – Russia, 115114, Moscow, 1st Derbenevsky lane, 5, building 4, office 101

Annotation. This study is dedicated to evaluating the effectiveness of artificial reproduction of sterlet (*Acipenser ruthenus*) and common carp (*Cyprinus carpio*) in the Upper Volga reservoirs: Ivan'kovskoye and Uglichskoye. Based on long-term data (2012–2024), an analysis of the dynamics of juvenile release, survival rates, and the formation of commercial stocks was conducted. The results revealed low effectiveness of the measures: despite substantial stocking volumes (up to 858 thousand sterlet and 703 thousand common carp specimens annually), individuals in catches were encountered sporadically. The projected commercial stocks by 2031 are estimated at 85.99 t for sterlet and 407.07 t for common carp; however, based on the results of previous releases, the actual stocks are forecast to be significantly lower. Key issues identified include: the lack of an economic analysis on the cost-effectiveness of releasing juveniles of different size/weight classes, low values of the exploitation rate/recapture rate, and a deficiency in long-term monitoring. It is proposed that specialized studies be conducted to develop science-based measures for enhancing the effectiveness of artificial reproduction activities.

Keywords: Artificial reproduction, sterlet, common carp, Ivankovo Reservoir, Uglich Reservoir

For citation: Goryachev D.V., Nikitenko A.I., Klets N.N., Artemenkov D.V., Afanasiev P.K., Gvozdarev D.A., Zdrok A.V., Zharikova V.Yu. (2025). The efficiency of artificially reproducing Starlet (*Acipenser ruthenus*) and Common Carp (*Cyprinus carpio*) in upper Volga reservoirs. // Fisheries. No. 5. Pp. 73-87. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-573-87>

Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Сокращение природных популяций семейств осетровых *Acipenseridae* и карповых *Cyprinidae* видов рыб в Волжско-Каспийском бассейне отмечается с прошлого века. Для восстановления и сохранения генофонда, а также

для повышения рыбопродуктивности водоемов особая роль отводится искусственному воспроизводству ценных видов рыб, таких как стерлядь (*Acipenser ruthenus*) и сазан (*Cyprinus carpio*). Эти работы особенно актуальны в условиях нарастающего антропогенного воздей-

ствия на водные экосистемы, включая загрязнение, зарегулирование стока и разрушение естественных нерестилищ. Водохранилища, являясь трансформированными водными объектами, часто требуют компенсационных мер по восполнению рыбных запасов, что делает искусственное воспроизводство важным инструментом рационального рыболовства.

Современная литература содержит значительный объем данных по биологии воспроизводства стерляди и сазана в естественных условиях. В работе Р.Г. Таирова с соавторами [20] представлен анализ состояния искусственного воспроизводства ценных видов рыб (стерлядь, сазан, щука) и рыб-мелиораторов (белый толстолобик) в Куйбышевском водохранилище. Рассмотрены основные факторы, негативно влияющие на их популяции, включая гидростроительство, загрязнение водной среды, браконьерство и нерациональный промысел. Особое внимание уделено необходимости проведения искусственного воспроизводства для восстановления численности стерляди, которая сократилась с 95 т в 2007 г. до 82 т в 2012 году. По их мнению, для формирования промыслового стада данного вида рекомендуется ежегодный выпуск 2 млн молоди в течение 15 лет, с увеличением доли выпуска до 80% от общего объема зарыбления. Также проанализированы проблемы естественного воспроизводства сазана, связанные с неблагоприятными условиями нереста. В статье Л.А. Зыкова с коллегами [10] представлена оценка промыслового возврата стерляди (*A. ruthenus*) Нижней Волги от молоди искусственного воспроизводства. Используя модель, учитывающую динамику численности поколений, авторы проанализировали влияние линейно-весового роста, продолжительности жизни, периодичности нереста, полового созревания и естественной смертности на формирование промысловых запасов. Работа Н.В. Судаковой с соавторами [19] посвящена критической проблеме искусственного воспроизводства осетровых рыб в Волжско-Каспийском бассейне, где численность природных популяций достигла угрожающе низкого уровня. Исследователи анализируют смену традиционной парадигмы, основанной на использовании диких производителей, на современный подход с формированием маточных стад в условиях рыбободных заводов. Основное внимание уделено двум ключевым методам создания продукционных стад – доместикиции диких особей и выращиванию рыб по принципу «от икры до икры», каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения. Статья А.Д. Быкова и С.Ю. Бражник [4] посвящена анализу современного состояния популяций стерляди (*A. ruthenus*) в водо-

ёмах России, а также – оценке эффективности мероприятий по её искусственному воспроизводству. Основное внимание уделено изменениям численности стерляди с XIX в. по настоящее время, причинам сокращения её запасов и результатам реинтродукции и зарыбления. Авторы выделяют два основных фактора снижения уловов: гидростроительство (для Волжского бассейна) и браконьерство (для сибирских рек). В то же время отмечается, что в ряде водоёмов Европейской части России сформировались устойчивые «заводские» популяции стерляди, благодаря масштабным выпускам молоди. Также для сазана были проведены исследования по возможности искусственного воспроизводства в Горьковском водохранилище, где естественные условия для его размножения ограничены [17]. Авторы исследуют современное состояние популяции водного биоресурса, оценивают кормовую базу водохранилища и потенциал для увеличения рыбопродуктивности за счёт искусственного зарыбления. Основной акцент сделан на роли Чернозаводского рыбхоза, как единственного предприятия, осуществляющего выпуск молоди сазана, и необходимости расширения мощностей для эффективного воспроизводства.

Однако специфика искусственного воспроизводства в условиях водохранилищ Верхней Волги изучена недостаточно. Также в литературе отсутствуют данные по промысловому возврату и, в связи с этим, детальный экономический анализ, который позволил бы оценить рентабельность предлагаемых мер, включая затраты на искусственное воспроизводство.

Цель настоящего исследования – определение эффективности работ по искусственному воспроизводству стерляди и сазана в водохранилищах Верхней Волги на примере Ивановского и Угличского водохранилищ.

Результаты работы позволят дать оценку целесообразности выпусков данных видов в Ивановское и Угличское водохранилища в границах Тверской и Ярославской областей.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для исследования послужили данные Московско-Окского территориального управления Росрыболовства о выпусках стерляди и сазана в исследуемые водоёмы в 2012-2024 гг. (рис. 1). Для анализа были использованы результаты ежегодного государственного мониторинга, проводимого Филиалом по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), на водохранилищах Верхней Волги.

Для отбора гидробиологических проб использовали общепринятые в гидробиологии

методы [13; 14]. В качестве оценочных показателей были приняты нормативы для водных объектов рыбохозяйственного значения, согласно приказу Минсельхоза России от 13 декабря 2016 г. № 552¹.

Ихтиологические исследования включали определение видового, размерного и весового состава уловов рыб по стандартным методикам [22; 16; 18]. Запасы рыб в водохранилищах рассчитывали с помощью прикладной программы COMBI 4.0, в соответствии с Методическими рекомендациями по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов [3].

Для оценки кормовой базы рыб (зоопланктон и зообентос) использовали данные по качественному и количественному уровню развития гидробионтов.

Общую биомассу зообентоса в водохранилищах определяли по формуле:

$$B_{\text{бент. общ.}} (B_{\text{бент. сред.}} \times S) / 1000 \quad (1)$$

где $B_{\text{бент. общ.}}$ – общая биомасса донных организмов, пригодных в пищу объекту искусственного воспроизводства, кг; $B_{\text{бент. сред.}}$ – средняя биомасса донных организмов, пригодных в пищу объекту искусственного воспроизводства, г/м²; S – площадь донных биотов в водном объекте, на котором определяется биомасса донных организмов, м².

Продукцию по зообентосу рассчитывали по формуле:

$$P_{\text{бент.}} = B_{\text{бент. сред.}} \times P \div B \quad (2)$$

где $P_{\text{бент.}}$ – продукция донных организмов, пригодных в пищу объекту искусственного воспроизводства (за сутки, месяц, сезон, год и т.д.), кг; $B_{\text{бент. общ.}}$ – общая биомасса донных организмов, пригодных в пищу объекту искусственного воспроизводства, кг; P/B – относительная величина продукции за определенный промежуток времени (сутки, месяц, сезон, год), безразмерная величина.

Согласно Приложению к «Методике...»², P/B – коэффициент для перевода биомассы организмов бентоса в их продукцию для Ивановского и Угличского водохранилищ, равен 3,1, а часть продукции зообентоса используемая рыбами в пищу – 60%, кормовой коэффициент $K = 6$ [9; 11].

Количество молоди, вселяемой в водоем, вычисляли по формуле:

$$N_{\text{молоди}} = (\text{Прирост рыбопродукции, кг/га/промысловая навеска, кг} \times \text{промвозврат}) \times 100 \quad (3)$$

Численность рыб, достигших половой зрелости, определяли по формуле:

$$N_{\text{пром.}} = N_{\text{молоди}} \times K_{\text{промвозврата}} \quad (4)$$

где $N_{\text{пром.}}$ – количество рыб, достигших половой зрелости в исследуемом году, экз.; $N_{\text{молоди}}$ – количество молоди, вселяемой в водоем, экз.; $K_{\text{промвозврата}}$ – коэффициент промвозврата, в соответствии с Приложением 2 Приказа Минсельхоза России от 31 марта 2020 года № 167.

В расчетах количество рыб определено на период достижения ими промысловых размеров: для стерляди – 7 лет, для сазана – 5 лет.

Запас поколения, впервые вступающего в промысел в исследуемом году, рассчитывали по формуле:

$$Z_{\text{пром.}} = N_{\text{пром.}} \times M \quad (5)$$

где $Z_{\text{пром.}}$ – запас поколения, впервые вступающего в промысел в исследуемом году, кг; $N_{\text{пром.}}$ – количество рыб, достигших половой зрелости в исследуемом году, экз.; M – масса рыбы, достигшей половой зрелости, кг.

В расчетах масса стерляди и сазана, на период достижения ими промысловых размеров, принята 1 кг и 3 кг, соответственно.

Общую величину запаса каждого вида для $(i+1)$ года рассчитывали исходя из положения о том, что убыль популяции происходит за счет естественной смертности. Согласно исследованиям П.В. Тюрина (1972), годовая естественная смертность рыб со средней продолжительностью жизни (15-30 лет) и возрастом полового созревания в 4-8 лет принимает значения от 20 до 35%. В расчетах принят максимальный коэффициент – 0,35 (формула 6):

$$Z_{i+1} = Z_i \times 0,35 \quad (6)$$

где Z_{i+1} – запас рыб в текущем году, кг; Z_i – запас рыб в предшествующем году, кг.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Водный режим, гидрология и кормовая база Ивановского водохранилища

Ивановское водохранилище – рыбохозяйственный водный объект высшей категории [6]. (рис. 1). Создано в 1937 г. в верховье р. Волга при

¹ Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13 декабря 2016 года № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения».

² Методика исчисления размера вреда, причиненного водным биологическим ресурсам. Утверждена Министерства сельского хозяйства РФ от 31 марта 2020 г. № 167.



Рисунок 2. Выпуск молоди
Figure 2. Stocking with juvenile fish

сооружении Ивановской ГЭС. Оно имеет комплексное назначение и осуществляет сезонное регулирование стока р. Волга для бесперебойного снабжения водой канала им. Москвы, обеспечивает условия для судоходства по р. Волга, водоснабжение городов и промышленных предприятий [7]. Водохранилище отличается вытянутой формой и относится к водохранилищам руслового (речного) типа происхождения. Расположено оно на территории Тверской области, имеет 4 плеса: Верхневолжский, Средневолжский, Нижневолжский, Шошинский. По составу ихтиофауны Ивановское водохранилище относится к водоемам лещового типа [5].

Уровненный режим в Ивановском водохранилище – определяющий в формировании газового режима в зимний период и условий для размножения рыб. Для водоема характерна предполоводная сработка воды зимой, наполнение за счет весеннего половодья до нормального подпорного уровня (НПУ) и относительно стабильный уровень, близкий к НПУ в летне-осеннее время.

По результатам гидрохимических исследований, выполняемых ежегодно (в весенний, летний и осенний периоды) на Ивановском водохранилище, установлено, что имеет место вертикальное температурное расслоение водной толщи. Абсолютное содержание кислорода (около 9,6 мг/дм³) остается в пределах нормирован-

ного. Кроме того, отмечаются различия в содержании растворенного кислорода по акватории. Если в поверхностных горизонтах Средневолжского и особенно Верхневолжского плесов отмечается избыток кислорода (119-132% насыщения), то в Шошинском и Нижневолжском плесах степень насыщения достигает лишь 81-90%. У дна средняя его концентрация намного меньше – 2,0 мг/дм³ или 21% насыщения. Вертикальное распределение кислорода в водохранилище показывает, что в конце июля разница между поверхностной и придонной концентрацией растворенного кислорода достигает 5,3-9,6 мг/дм³.

Оценку состояния экосистемы Ивановского водохранилища проводили по результатам ежегодного мониторинга качества среды и структурных характеристик основных компонентов биоты: фито- и зоопланктона, бентоса и т.д. К числу основных загрязняющих веществ в воде Ивановского водохранилища относились железо общее, фенолы, фосфаты, азот аммонийный, нефтепродукты, а также – наблюдалось превышение норм по БПК₅.

По собственным данным, прозрачность воды в водохранилище варьируется от 0,5 до 1,5 метров. Средневегетационные показатели цветности и окисляемости соответствуют 63 град. и 12,6 мгО₂/дм³. Биохимическое потребление кислорода за 5 суток (БПК₅) составляет 2,3 мгО₂/дм³, общая минерализация

воды – 210,0 мг/л. Водам водохранилища свойственны высокие концентрации железа, обусловленные значительной заболоченностью водосборной площади. При ПДК 0,1 мг/дм³, его среднесуточная величина составляет 0,65 мг/дм³ что в 6,5 раза выше ПДК. Среднее количество минерального фосфора составляет 0,031 мгР/дм³, азотанитритного – 0,009 мг/дм³. По концентрации водородных ионов (рН) водная среда водохранилища квалифицируется как нейтральная или щелочная, закисление воды (рН < 6,0) не зафиксировано.

Отбор гидробиологических проб на акватории Иваньковского водохранилища ежегодно проводится посезонно – весной (май), летом (июль) и осенью (октябрь) на 6 разрезах, по исторически сложившейся сетке станций. Так, за год на Иваньковском водохранилище была собрана и обработана 51 проба зоопланктона и 51 проба зообентоса. Видовой состав зоопланктона Иваньковского водохранилища представлен коловратками, ветвистоусыми и веслоногими ракообразными, а также – личинками двусторчатого моллюска дрейссены. Основу численности и биомассы в водохранилище составляют коловратки и ветвистоусые ракообразные. Средневегетационная численность зоопланктона по водохранилищу составляет 52,4 тыс. экз./м³, биомасса – 0,80 г/м³. Наиболее продуктивным был Средневожский плес, наименее – Верхневожский. Обособленный, мелководный Шошинский плес в прибрежье имеет наиболее высокие средневзвешенные показатели уровня развития зоопланктона, по численности 164,6 тыс. экз./м³, по биомассе – 1,49 г/м³. Иваньковское водохранилище характеризуется как средnekормный водоём, причём средnekормными были все плёсы, кроме Средневожского, который имеет кормность выше средней.

Основу численности кормового зообентоса Иваньковского водохранилища формируют личинки хирономид, хаборид, мокрецов, куколки комаров и олигохеты, численность кормовых моллюсков составляет – 0,2 тыс. экз./м², биомасса – 45,4 г/м², ценных кормовых организмов – 3,6 тыс. экз./м², биомасса – 6,5 г/м². Общее количество кормового макрозообентоса составляет 3,8 тыс. экз./м², биомасса – 51,9 г/м². Иваньковское водохранилище характеризуется как высококормный водоём для рыб-бентофагов. Однако запасы кормовых ресурсов не могут служить основным критерием для разработки рекомендаций по искусственному воспроизводству водных биоресурсов.

Состав научно-исследовательских уловов включал 22 вида рыб, 14 видов принадлежат семейству карповых, 4 вида – семейству окунёвых,

остальные семейства имеют по одному представителю (рис. 2). Среднесуточная биомасса водных биоресурсов Иваньковского водохранилища (32,7 тыс. га) за последние (2012-2021 гг.) 10 лет составила 90,76 кг/га, максимальные значения наблюдались в 2012 г. (136,1 кг/га), минимальные – в 2017 г. (69,1 кг/га) [6].

Водный режим, гидрология и кормовая база Угличского водохранилища

Угличское водохранилище расположено на р. Волга в пределах Тверской и Ярославской областей, заполнение завершено в 1943 году. Водохранилище представляет собой третью ступень каскада, в верхней части сопрягается с Иваньковским, а в нижней части – с Рыбинским водохранилищем. Угличское водохранилище относится к русловому типу происхождения, поскольку оно ограничено склонами долины р. Волга, которая в районе Угличской гряды имеет небольшую ширину. Площадь Угличского водохранилища при НПУ (113 м) равна 249 км², объём – 1,245 км³. Протяжённость водохранилища от Иваньковской плотины до Угличской – 143 км, наибольшая ширина – 5 км, средняя глубина – 5,0 м, максимальная у плотины Угличской ГЭС – 23,2 метра.

Берега водохранилища высокие, извилистые. В водохранилище впадают реки Медведица, Дубна, Нерль, Кашинка, Жабна, Пудица. По морфометрическим особенностям и различиям в гидродинамическом режиме в водохранилище выделяются три участка (плеса): верхний, средний и нижний.

По материалам, полученным в Тверском центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, средний годовой уровень составляет 112,47 м и является относительно благоприятным.

По результатам ежегодных гидрохимических исследований, на Угличском водохранилище имеет место вертикальное температурное расслоение водной толщи. Содержание растворённого кислорода у поверхности воды в среднем составляет 11,6 мг/дм³, с колебаниями от 9,4 до 12,9 мг/дм³. В соответствии с температурной стратификацией с глубиной, содержание растворённого кислорода значительно уменьшается, и у дна концентрация его составляет в среднем 1,6 мг/дм³ (17,7% насыщения), что в 3,8 раза ниже норматива качества воды.

Величина рН находится в пределах от 8,1 до 8,4. Значения рН в придонных слоях были немного ниже поверхностных. По концентрации водородных ионов (рН) водная среда водохранилищ квалифицируется как нейтральная или щелочная, закисление воды (рН < 6,0) не зафиксировано.

Видовой состав зоопланктона Угличского водохранилища представлен коловратками, ветвистоусыми и веслоногими ракообразными, иногда отмечаются велигеры двусторчатых моллюсков дрейссены. Основную численность и биомассу составляли ветвистоусые и веслоногие ракообразные. Максимальные показатели развития зоопланктона наблюдаются в русловой части Верхнего плеса водохранилища, минимальные – в прибрежной части Нижнего плеса.

В составе планктонной фауны по численности и биомассе доминирует группа ракообразных, в которой преобладают ветвистоусые рачки. В целом, зоопланктонный комплекс Угличского водохранилища по численности характеризуется как кладоцерно-копеподный, в котором копеподы составляют 46,6% от общего числа организмов и 95% – от общей биомассы. По продуктивности выделяется Верхний плес, где в результате массового развития ветвистоусых, прежде всего *Daphnia cucullata*, *D. longispina*, их численность увеличилась до 68-78 тыс. экз./м³, а биомасса – до 14,21-19,50 г/м³. В Верхнем плесе водохранилища уровень развития зоопланктона был выше, чем в Нижнем и Среднем; по численности в 1,8 и 1,6 раза, по биомассе – в 5,9 и 7,4 раза, соответственно. Условия для питания и роста рыб-планктофагов и их молоди можно считать хорошими. Средняя численность и биомасса зоопланктона Угличского водохранилища составляет 66,1 тыс. экз./м³ и 6,22 г/м³, соответственно.

По величине летней биомассы зоопланктона (6,22 г/м³), в соответствии с общепринятой классификацией [15], Угличское водохранилище можно оценить, как водоем выше средней

кормности. Основу численности кормового зообентоса Угличского водохранилища формировали личинки хирономид, олигохеты и двусторчатые моллюски. Средняя биомасса кормового зообентоса составляет 19,2 г/м², средняя численность – 3,4 тыс. экз./м². Угличское водохранилище характеризуется как весьма высококормный водоём для рыб-бентофагов.

Состав научно-исследовательских уловов представлен 20 видами рыб: 13 видов принадлежат семейству карповых, 3 вида – семейству окунёвых, остальные семейства имеют по одному представителю (рис. 3). Среднемноголетняя относительная биомасса водных биоресурсов Угличского водохранилища (24,9 тыс. га) за период с 2012 по 2021 гг. составляла 136,3 кг/га, максимальные значения наблюдались в 2012 г. (161,1 кг/га), минимальные – в 2016 г. (113,0 кг/га).

Анализ выпуска, запасов и экономической эффективности

На настоящий момент в Ивановском и Угличском водохранилищах не выявлены какие-либо изменения экосистемы данных водоёмов, обусловленные ведением промысла и осуществлением любительского рыболовства в отношении водных биологических ресурсов [6]. Сравнительно невысокая пищевая ценность основной массы обитающих в водохранилищах видов рыб и достаточно обильные кормовые ресурсы водоема, а также благоприятные гидрохимические и гидрологические условия, позволяют использовать исследуемые водоемы для вселения более ценных в хозяйственном отношении видов рыб – судака *Sander lucioperca*, щуки *Esox Lucius*,

Таблица 1. Рекомендации по предельно-допустимым объемам выпуска водных биоресурсов (млн шт) / **Table 1.** Recommendations on the maximum allowable volumes of release of aquatic biological resources (million units)

Водные объекты	Рекомендации на 2020-2022 гг.									
	стерлядь		сазан		щука		судак		толстолобик белый	
Иваньковское вдхр	0,1712	молодь	33,844 0,9953	молодь сеголетки, годовики	62,15	личинки	33,147	личинки	0,57872	300-500 г
Угличское вдхр	3,511	молодь	73,404 2,155	молодь сеголетки, годовики	52,356	личинки	27,923	личинки	0,301	300-500 г
Рекомендации на 2022-2024 гг.										
Иваньковское вдхр	0,158	3 г	0,92	от 1,5 до 3,0 г	129,3	личинки	68,9	личинки	0,58	25 г
Угличское вдхр	2,535	3 г	1,553	от 1,5 до 3,0 г	127,8	личинки	34,066 1,548	личинки 0,5 г	0,253	25 г



Рисунок 3. Молодь стерляди

Figure 3. Sterlet (*Acipenser ruthenus*) juveniles

стерляди *A. ruthenus*, белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* и сазана *C. carpio*. В таблице 1 приведены Рекомендации по предельно-допустимым объемам выпуска стерляди и сазана в Иваньковское и Угличское водохранилища (рис. 4).

Стерлядь практически выпала из состава ихтиофауны Иваньковского и Угличского водохранилищ, в связи с отсутствием мест естественного воспроизводства. Предложение выпуска в водохранилища стерляди связано с тем, что до зарегулирования данный участок р. Волга был её естественным ареалом обитания. Основания для выпуска стерляди и сазана следующие:

- аборигенный волжский вид;
- ценный промысловый вид;
- запас вида в водном объекте (в т.ч. в последние 5 лет) находится на низком уровне;
- имеется кормовая база – недоиспользуемая продукция бентоса;
- отсутствие мест естественного воспроизводства (стерлядь) и неэффективный естественный нерест (условия I рыбоводной зоны) (сазан);
- имеется технологическое обеспечение для искусственного воспроизводства (производственные мощности, ремонтно-маточные стада Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), ООО НЦ «Селекцентр» и другие);
- сазан – объект любительского рыболовства и темп его роста выше, чем у основного промыслового вида – леща.

Информация о фактическом выпуске стерляди и сазана в целях искусственного воспроизводства в Иваньковское и Угличское водохранилища (2012-2024 гг.) предоставлена Московско-Окским территориальным управлением Росрыболовства (табл. 2, 3).

Считая, что половая зрелость у самок стерляди наступает в возрасте 5-7 лет (в расчетах принято 7 лет), а сазана – в возрасте 3-5 лет (в расчетах принято 5 лет), с учётом коэффициентов промыслового возврата, было рассчитано количество выживших особей к моменту наступления половой зрелости. Указанное в расчетах количество молоди рыб определено на период достижения ими промысловых размеров: для стерляди – 1 кг, для сазана – 3 кг. В связи с тем, что промысел на данных водохранилищах в настоящее время не ведется, а вылов стерляди запрещен, убыль популяции происходит за счет естественной смертности. Согласно исследованиям П.В. Тюрина [21], годовая естественная смертность рыб со средней продолжительностью жизни (15-30 лет) и возрастом полового созревания в 4-8 лет принимает значения от 20 до 35%. В расчетах использован максимальный коэффициент – 0,35. Расчетные величины запаса (в т) стерляди и сазана на период до 2031 г. представлены в таблице 4.



Таблица 2. Фактический выпуск посадочного материала стерляди и сазана в Иваньковское водохранилище в 2012-2024 годах / **Table 2.** Actual release of sterlet and carp planting material into the Ivankovo reservoir in 2012-2024

Годы	Стерлядь		Сазан	
	количество, тыс. шт.	навеска, г	количество, тыс. шт.	навеска, г
2012	6,222	39,3	6,189	425
	320	3	200	3,3
2013	0	-	522,9	250
			199	1,8
2014			300	личинки
			216	1,8
			300	личинки
			0,32	300
			1,552	250
2015			0,855	400
			14,725	личинки
			0,228	1,8
			218,854	25,0
			81,164	250,0
2016			3,532	личинки
			11,246	1,8
			192,261	250,0
2017			91,9	20,0
			10,6	25,0
			0,2	250,0
2018			124,8	1,5
			10,8	1,5
2019			130,2	10,0
			0,8	20,0
2020			246,3	1,5
			205,9	20,0
2021			703,0	1,5
			23,0	20,0
2022			45,0	20,0
			19,0	20,0
2023			457,1	20
			139,6	20
2024			77,4	20
			155,351	20
2024			3	20
			1,5-3	20

Таким образом, в результате работ по искусственному воспроизводству, проводившихся в 2012-2024 гг. в Иваньковском и Угличском водохранилищах, к 2025 г. были бы сформированы промысловые популяции стерляди (общая биомасса – 34,04 т и 85,99 т, соответственно) и сазана (407,07 т и 61,06 т, соответственно). Помимо этого, около 0,13 млн экз. молоди стерляди и 0,27 млн экз. молоди сазана, которые не достигали промысловых кондиций. Расчеты показывают, что их совокупный потенци-

ал позволяет прогнозировать формирование к 2030 г. дополнительного промыслового запаса в объеме 50 т и 460 т, соответственно. Значения биомассы являются минимальными, так как расчёты были сделаны без учёта ежегодного роста рыб и объемов естественного воспроизводства сазана, а коэффициент убыли (естественной смертности) применили наибольший. Однако в результате работ по оценке состояния запасов в 2017-2024 гг., особи сазана и стерляди встречались в уловах

Таблица 3. Выпуск посадочного материала стерляди и сазана в Угличское водохранилище в 2012-2024 годах / **Table 3.** Release of sterlet and carp planting material into the Uglich reservoir in 2012-2024

Годы	Стерлядь		Сазан	
	количество, тыс. шт.	навеска, г	количество, тыс. шт.	навеска, г
2012	180,0	3,0	10,0	450,0
2013	0	-	300,0	личинка
			16,0	1,8
			318,0	250,0
2014	0	-	1,266	25,0
			0,55	250,0
			0,199	400,0
			300,0	личинка
			16,0	1,8
2015	27,745	10,0	2,682	250,0
			0,442	25,0
			325,0	личинка
			15,0	1,8 г
2016	0	-	200,0	личинка
			15,0	1,8
			43,176	20-25
			0,716	250,0
2017	0	-	0,411	20,0
			18,0	25,0
			0,208	250,0
2018	2182,5	2,5	0	-
	363,6	3,0		
2019	935,617	2,5	285,6	1,0-1,5
2020	960,4	2,5	2,674	1,5
	6,442	3,0	92,918	20-25
2021	1144,7	2,5	120,0	20,0
	5,334	3,0		
2022	67,816	3,0	0	-
2023	319,741	2,5	358,662	20
2024	858,374	1,5-3	326,975	20

единично, что свидетельствует о низкой эффективности работ по искусственному воспроизводству данных видов. Во многих исследованиях [20; 10; 19] подчёркивается практическая значимость искусственного воспроизводства для восстановления промысловых запасов, однако детальный анализ его рентабельности практически не проводится. Например, в работе по Куйбышевскому водохранилищу [20] предложены меры по ежегодному выпуску 2 млн молоди стерляди, но отсутствуют расчёты затрат на выращивание, транспортировку и мониторинг, что затрудняет оценку эконо-

мической целесообразности. Аналогично, в исследовании промыслового возврата стерляди [10] рассчитаны необходимые объёмы выпуска (163,5 млн экз. молоди в год), но не учтены финансовые аспекты реализации таких масштабных программ.

Для оптимизации процесса зарыбления рекомендуется проводить рассредоточенный выпуск заводской молоди вдоль береговой линии. Обязательным мероприятием, предваряющим выпуск, является мелиоративный отлов хищных и малоценных видов ихтиофауны в данных районах.

Опыт и перспективы искусственного воспроизводства

Ежегодно для пополнения водных биоресурсов и компенсации ущерба природе, ФГБУ «Главрыбвод» проводит огромную работу – выпуск в водоемы подрощенных мальков рыбы (рис. 2). В период с 2020 по 2024 гг. в водных объектах верхней части р. Волга выпущены: амур белый *Stenopharyngodon idella*, (6,5 млн экз.); осётр русский *A. gueldenstaedtii* (10,9 млн экз.), сазан *C. carpio* (1,7 млн экз.), стерлядь *A. ruthenus* (5,6 млн экз.) (рис. 3, 4), судак *Sander lucioperca* (6,7 млн экз.), толстолобики белый и пёстрый *Hypophthalmichthys molitrix* и *H. nobilis* (10,5 млн экз.), щука *Esox lucius* (29,8 млн экз.). За этот же период в нижней части р. Волга – амур белый *S. idella* (0,6 млн экз.), белорыбица *Stenodus leucichthys* (2,0 млн экз.), белуга *Huso huso* (7,8 млн экз.), кутум *Rutilus frisii* (54,9 млн экз.), лещ *Abramis brama* (7002,0 млн экз.), лосось каспийский *Salmo caspius* (0,8 млн экз.), осётр русский *A. gueldenstaedtii* (141,4 млн экз.), сазан *C. carpio* (127,3 млн экз.), севрюга *A. stellatus* (0,6 млн экз.), стерлядь *A. ruthenus* (11,1 млн экз.), судак *S. lucioperca* (30,1 млн экз.), прочие частиковые виды (247,3 млн экз.).

Кроме перечисленных видов, в разнообразных условиях обитания в Волжско-Каспийском бассейне (р. Волга с её притоками, водохранилища, дельта Каспийского моря) отмечаются ещё следующие виды: белоглазка *Abramis sapa*, синец *Abramis ballerus*, уклейка *Alburnus alburnus*, жерех *Aspius aspius*, густера *Blicca bjoerkna*, карась (золотой *Carassius carassius* и серебряный *Carassius gibelio*), подуст (обыкновенный *Chondrostoma nasus* или волжский *Chondrostoma variable*), пескарь *Gobio gobio*, голавль *Squalius cephalus*, елец *Leuciscus leuciscus*, язь *Leuciscus idus*, чехонь *Pelecus cultratus*, плотва *Rutilus rutilus*, краснопёрка *Scardinius erythrophthalmus*, линь *Tinca tinca*, ёрш *Gymnocephalus cernua*, рыбец *Vimba vimba persa*, окунь *Perca fluviatilis*, сом обыкновенный *Silurus glanis*, налим *Lota lota*, бычки (семейства *Gobiidae*, *Neogobius*, *Caspiosoma caspium*), голянь (озёрный голянь *Phoxinus phoxinus* или обыкновенный голянь *Phoxinus phoxinus* в верховьях притоков), быстрянка *Alburnoides bipunctatus*, горчак *Rhodeus amarus*, верховка *Leucaspis delineatus*, щиповка *Cobitis taenia*, вьюн *Misgurnus fossilis*, хариус *Thymallus thymallus*, голец *Barbatula barbatula*, шип



Рисунок 4. Выпуск молоди
Figure 4. Stocking with juvenile fish

Таблица 4. Прогнозные величины запаса (т) стерляди и сазана на период до 2031 года /
Table 4. Projected stock values (tons) of sterlet and carp for the period up to 2031

Вид ВБР	Год							
	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
Иваньковское водохранилище								
Стерлядь <i>A. ruthenus</i>	28,67	34,04	22,61	15,61	11,88	16,17	15,17	12,71
Сазан <i>C. carpio</i>	184,05	407,07	483,01	500,45	454,66	417,82	-	-
Угличское водохранилище								
Стерлядь <i>A. ruthenus</i>	0,80	85,99	83,96	83,74	89,07	57,89	47,22	56,45
Сазан <i>C. carpio</i>	35,60	61,06	88,65	57,62	183,79	206,18	-	-

Acipenser nudiiventris [12; 1; 2; 8]. На основе таблицы розничных цен за 2022 г., цены на линя, язя и судака одинаковы и максимальны (347,1 руб/кг), далее идут виды с ценой 297,5 руб/кг – щука, берш, сом, чехонь, затем – группа по 247,9 руб/кг – лещ, окунь и карась [5]. Самые дорогие виды сочетают превосходные органолептические свойства. Их высокая цена отражает рыночный спрос на деликатес и экологическую ценность рыбы.

О необходимости внедрения комплексного мониторинга

На основании исследований, можно сделать вывод о низких результатах работ по искусственному воспроизводству стерляди и сазана. Также в литературе ряд работ демонстрируют выводы относительно эффективности искусственного воспроизводства. Например, в исследовании Куйбышевского водохранилища [20] отмечается, что прогнозируемый промысловый возврат сазана (20%) может быть превышен из-за недостатка данных по естественному воспроизводству и конкуренции видов. В статье Н.В. Судаковой с коллегами [19] показано, что переход на маточные стада осетровых позволяет преодолеть дефицит диких производителей, но не изучены долгосрочные генетические последствия такого подхода. Также в исследованиях по Куйбышевскому водохранилищу [20] не оценивались последствия масштабного зарыбления для местных биоценозов, такие как биологическое загрязнение или изменения трофических цепей. В работе по стерляди Нижней Волги [10] не учтены современные антропогенные факторы (загрязнение, изменение гидрологического режима), которые могут значительно влиять на выживаемость молоди в долгосрочной перспективе. В работе А.Д. Быкова и С.Ю. Бражник [4] показано, что отсутствуют достоверные данные по запасам стерляди в сибирских реках из-за недостаточного мониторинга и высокого уровня

браконьерства. Такие же проблемы указаны в работе М.В. Романовой и М.В. Митронова [17]. В статье не представлены детальные результаты мониторинга естественной популяции сазана, что затрудняет оценку эффективности уже проведенных выпусков молоди. Учитывая вышеизложенное, следует провести специализированные исследования по оценке их численности, установлению причин низкой эффективности мероприятий по искусственному воспроизводству и разработке мер, направленных на повышение эффективности данных мероприятий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эффективность выпуска стерляди и сазана в Иваньковском и Угличском водохранилищах за последние годы оказалась крайне низкой. Несмотря на значительные объемы выпуска молоди и наличие технологической базы для искусственного воспроизводства, в уловах отмечаются лишь единичные экземпляры этих видов, а промысловые запасы остаются на минимальном уровне. Это свидетельствует о необходимости пересмотра подходов и реализации программ восстановления водных биологических ресурсов. Таким образом, запасы кормовых ресурсов не могут служить основным критерием для разработки рекомендаций по искусственному воспроизводству водных биоресурсов.

В сложившейся ситуации становится очевидной необходимость внедрения комплексного мониторинга, а также – отслеживание долгосрочных экологических и генетических последствий искусственного воспроизводства. Только систематические междисциплинарные исследования позволят объективно оценить эффективность мероприятий и своевременно корректировать стратегии восстановления ценных видов. В целях повышения эффективности естественного расселения молоди и снижения рисков внутривидовой конкуренции, выпуск молоди, полученной методом искус-

ственного воспроизводства, целесообразно производить дисперсно, по всей акватории водоема, а не точечно. Кроме того, для улучшения условий нагула выпускаемых сеголеток рекомендуется предварительно проводить мелiorативный вылов сорных и хищных видов рыб в зонах зарыбления.

Опыт искусственного воспроизводства в Волжско-Каспийском бассейне показывает, что успешное восстановление промысловых запасов возможно лишь при комплексном подходе, сочетающем современные биотехнологии, научное сопровождение и адаптацию к реальным условиям среды. Перспективы дальнейшего развития искусственного воспроизводства связаны с повышением качества мониторинга, стандартизацией методов оценки, а также – с разработкой экономически и экологически обоснованных программ, ориентированных на долгосрочное устойчивое использование водных биоресурсов.

Таким образом, настоящее исследование подчёркивает необходимость перехода от традиционных методов зарыбления к более совершенным стратегиям, основанным на междисциплинарных исследованиях и адаптивном управлении. Это особенно актуально в условиях нарастающего антропогенного воздействия на водные экосистемы и сокращения природных популяций ценных видов рыб.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Д.В. Горячев** – идея статьи, подготовка статьи; **А.И. Никитенко** – сбор и анализ данных, идея статьи; **Н.Н. Клец** – сбор данных, подготовка материалов статьи; **Д.В. Артеменков** – анализ данных, подготовка статьи; **П.К. Афанасьев** – анализ данных, подготовка статьи; **Д.А. Гвоздарёв** – сбор данных, описание методик; **А.В. Здрок** – анализ гидрохимических данных; **В.В. Жарикова** – сбор данных, подготовка иллюстративного материала.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **D.V. Goryachev** – the idea of the article, preparation of the article; **A.I. Nikitenko** – data collection and analysis, idea of the article; **N.N. Klets** – data collection, preparation of the materials of the article; **D.V. Artemenkov** – data analysis, preparation of the article; **P.K. Afanasyev** – data analysis, preparation of the article; **D.A. Gvozhdarev** – data collection, description of techniques; **A.V. Zdrok** – analysis of hydrochemical data; **V.V. Zharikova** – data collection, preparation of illustrative material.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т. 1. М.: Наука. 2002. 379 с.
2. Атлас пресноводных рыб России: В 2 т. Т. 2. М.: Наука, 2003. 253 с.

3. Бабаян В.К., Бобырев А.Е., Булгакова Т.И., Васильев Д.А., Ильин О.И., Ковалев Ю.А., Михайлов А.И., Михеев А.А., Петухова Н.Г., Сафаралиев И.А., Четыркин А.А., Шереметьев А.Д. Методические рекомендации по оценке запасов приоритетных видов водных биологических ресурсов. – М.: Изд-во ВНИРО. 2018. 312 с.
4. Быков А.Д., Бражник С.Ю. Современное состояние запасов и искусственного воспроизводства стерляди в России // Вопросы рыболовства. 2022. Т. 23. № 3. С. 5-30. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2022-23-3-5-30>
5. Горячев Д.В., Никитенко А.И., Амелин М.Ю., Караваева М.С., Кудинов М.Ю., Гвоздарев Д.А., Буторина А.П. О возобновлении промысла на Иваньковском водохранилище // Вопросы рыболовства. 2023. Том 24. №1. С. 154-164. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2023-24-1-154-164>
6. Горячев Д.В., Никитенко А.И., Гвоздарев Д.А., Смирнов А.А., Строганов А.Н., Кудинов М.Ю., Базаров М.И., Соломатин Ю.И. Промысел на водоёмах Тверской области: историческая ретроспектива и современность // Вопросы рыболовства. Том 25. №2. 2024. С. 75-88. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2024-25-2-75-88>
7. Горячев Д.В., Никитенко А.И., Клец Н.Н., Гвоздарев Д.А., Кудинов М.Ю., Соломатин Ю.И., Буторина А.П. Состояние запасов водных биологических ресурсов Иваньковского и Угличского водохранилищ // Вопросы рыболовства. 2021. Том 22. №1. С. 25-37. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2021-22-1-25-37>
8. Завьялов Е.В., Ручин А.Б., Шляхтин Г.В., Шашуловский В.А., Сонин К.А., Табачишин В.Г., Малинина Ю.А., Ермолин В.П., Якушев Н.Н., Мосолова Е.Ю. Рыбы севера Нижнего Поволжья: В 3 кн. Кн. 1. Состав ихтиофауны, методы изучения. – Саратов: Издательство Сарат. университета. 2007. 208 с.
9. Заика В.Е. Удельная продукция водных беспозвоночных. – Киев: «Наукова думка». 1972. 142 с.
10. Зыков Л.А., Герасимов Ю.В., Абраменко М.И. Оценка промыслового возврата стерляди *Acipenser ruthenus* нижней Волги от молоди искусственного воспроизводства // Вопросы рыболовства. 2017. Т. 18. № 4. С. 422-437
11. Иванова М.Б. Продукция планктонных ракообразных в пресных водах. – Л.: Зоол. ин-т АН СССР. 1985. 222 с.
12. Касымов А.Г. Каспийское море. – М.: Гидрометиздат, 1987. С. 35-42
13. Методика изучения биоценозов внутренних водоёмов /Под ред. Ф.Д. Мордухай-Болтовского. – М.: Наука. 1975. 240 с.
14. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / под. ред. Винберга Г.Г., Лаврентьевой Г.М. – Л.: ГосНИОРХ. 1983. 33 с.
15. Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе И.Ц., Максимова Л.П., Петров В.В., Саватеева Е.Б., Салазкин А.А. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР – Л.: Изв. ГосНИОРХ. Т. 67. 1968. С. 205-228
16. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб: Руководство. – М.: Изд-во «Пищевая промышленность». 1966. 376 с.

17. Романова М.В., Митронов М.В. Перспективы искусственного воспроизводства сазана в условиях акватории Горьковского водохранилища // Развитие агропромышленного комплекса на основе современных научных достижений и цифровых технологий. 2022. С. 113-115
18. Сечин Ю.Т. Методические указания по оценке численности рыб в пресноводных водоемах. – М.: ВНИИПРХ. 1990. 51 с.
19. Судакова Н.В., Микодина Е.В., Васильева Л.М. Смена парадигмы искусственного воспроизводства осетровых рыб (Acipenseridae) в Волжско-Каспийском бассейне в условиях дефицита производителей естественных генераций // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С. 698-711. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.4.698rus>
20. Таиров Р.Г., Шакирова Ф.М., Северов Ю.А. Современное состояние искусственного воспроизводства ценных видов рыб и мелиорация рыбохозяйственных водоемов Среднего Поволжья (на примере Куйбышевского водохранилища) // Рыбное хозяйство. 2013. № 4. С. 53-57
21. Тюрин П.В. «Нормальные» кривые переживания и темпов естественной смертности рыб как теоретическая основа регулирования рыболовства. – Л.: Изв. ГосНИОРХ. Т. 71. 1972. С. 71-128.
22. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. – М.: Изд-во АН СССР. 1959. 163 с.
8. Zavyalov E.V., Ruchin A.B., Shlyakhtin G.V., Shashulovskiy V.A., Sonin K.A., Tabachishin V.G., Malinina Yu.A., Ermolin V.P., Yakushev N.N., Mosolova E.Yu. (2007). Fishes of the north of the Lower Volga region: In 3 books. Book 1. Composition of ichthyofauna, methods studying. Saratov: Sarat Publishing House. university. 208 p. (In Russ.)
9. Zaika V.E. (1972). Specific production of aquatic invertebrates. – Kiev: Naukova Dumka. 142 p. (In Russ.)
10. Zykov L.A., Gerasimov Yu.V., Abramenko M.I. (2017). Assessment of commercial return of sterlet *Acipenser ruthenus* of the Lower Volga from juveniles of artificial reproduction // Fishing issues. Vol. 18. No. 4. Pp. 422-437. (In Russ.)
11. Ivanova M.B. (1985). Production of planktonic crustaceans in fresh waters. – L.: Zool. institute of the USSR Academy of Sciences. 222 p. (In Russ.)
12. Kasymov A.G. (1987). The Caspian Sea. Moscow: Gidrometizdat. Pp. 35-42. (In Russ.)
13. Methodology of studying biocenoses of inland reservoirs / Ed. by F.D. Mordukhai-Boltovskoy. Moscow: Nauka. 1975. 240 p. (In Russ.)
14. Methodological recommendations for the collection and processing of materials in hydrobiological studies in freshwater reservoirs. Zooplankton and its products / ed. Vinberg G.G., Lavrentieva G.M. – L.: GosNIORKh. 1983. 33 p. (In Russ.)
15. Pidgayko M.L., Alexandrov B.M., Ioffe I.Ts., Maksimova L.P., Petrov V.V., Savateeva E.B., Salazkin A.A. (1968). Brief biological and productive characteristics of reservoirs of the North-West of the USSR – L.: Izv. GosNIORKh. Vol. 67. Pp. 205-228. (In Russ.)
16. Pravdin I.F. (1966). Guide to the study of fish: A guide. Moscow: Publishing house "Food industry". 376 p. (In Russ.)
17. Romanova M.V., Mitronov M.V. (2022). Prospects of artificial reproduction of carp in the water area of the Gorky reservoir // Development of the agro-industrial complex based on modern scientific achievements and digital technologies. Pp. 113-115. (In Russ.)
18. Sechin Yu.T. (1990). Methodological guidelines for estimating the number of fish in freshwater reservoirs. Moscow: VNIIPRH. 51 p. (In Russ.)
19. Sudakova N.V., Mikodina E.V., Vasilyeva L.M. (2018). Paradigm shift in artificial reproduction of sturgeon (Acipenseridae) in the Volga-Caspian basin in conditions of shortage of natural generation producers // Agricultural Biology. Vol. 53. No. 4. Pp. 698-711. <https://doi.org/10.15389/agrobiology.2018.4.698rus>. (In Russ.)
20. Tairov R.G., Shakirova F.M., Severov Yu.A. (2013). The current state of artificial reproduction of valuable fish species and reclamation of fisheries reservoirs in the Middle Volga region (on the example of the Kuibyshev reservoir) // Fisheries. No. 4. Pp. 53-57. (In Russ.)
21. Tyurin P.V. (1972). "Normal" curves of experience and rates of natural mortality of fish as a theoretical basis for fisheries regulation. – L.: Izv. GosNIORKh. Vol. 71. Pp. 71-128. (In Russ.)
22. Chugunova N.I. (1959). Guide to the study of age and growth of fish. – M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences. 163 p. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Atlas of freshwater fishes of Russia: In 2 vols. Vol. 1. Moscow: Nauka. 2002. 379 p.
 2. Atlas of freshwater fishes of Russia: In 2 volumes, vol. 2. Moscow: Nauka, 2003. 253 p.
 3. Babayan V.K., Bobyrev A.E., Bulgakova T.I., Vasiliev D.A., Ilyin O.I., Kovalev Yu.A., Mikhailov A.I., Mikheev A.A., Petukhova N.G., Safaraliev I.A., Chetyrkin A.A., Sheremetev A.D. (2018). Methodological recommendations for assessing stocks of priority aquatic biological species resources. – M.: VNIRO Publishing House. 312 p. (In Russ.)
 4. Bykov A.D., Brazhnik S.Y. (2022). The current state of stocks and artificial reproduction of sterlet in Russia // Fishing issues. Vol. 23. No. 3. Pp. 5-30. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2022-23-3-5-30>. (In Russ.)
 5. Goryachev D.V., Nikitenko A.I., Amelin M.Yu., Karavaeva M.S., Kudinov M.Yu., Gvozdarev D.A., Butorina A.P. (2023). On the resumption of fishing at the Ivankovo reservoir. Volume 24. No. 1. Pp. 154-164. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2023-24-1-154-164>. (In Russ.)
 6. Goryachev D.V., Nikitenko A.I., Gvozdarev D.A., Smirnov A.A., Stroganov A.N., Kudinov M.Yu., Bazarov M.I., Solomatin Yu.I. (2024). Fishing in the reservoirs of the Tver region: a historical retrospective and modernity. Volume 25. No. 2. Pp. 75-88. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2024-25-2-75-88>. (In Russ.)
 7. Goryachev D.V., Nikitenko A.I., Klets N.N., Gvozdarev D.A., Kudinov M.Yu., Solomatin Yu.I., Butorina A.P. (2021). The state of reserves of aquatic biological resources of Ivankovsky and Uglichsky reservoirs // Fishing issues. Volume 22. No. 1. Pp. 25-37. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2021-22-1-25-37>. (In Russ.)
- Материал поступил в редакцию / Received 04.09.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 19.09.2025



Методический подход к оценке воздействия рыбоводного хозяйства садкового типа по гидрохимическим параметрам

Научная статья
УДК 639.3.05

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-88-97>
EDN: VUVCTN

Бедрицкая Ирина Николаевна – кандидат биологических наук, заведующая сектором товарной аквакультуры, Астрахань, Россия
E-mail: bedritskayain@kaspnirh.vniro.ru

Пятикопова Ольга Викторовна – кандидат биологических наук, начальник центра аквакультуры, Астрахань, Россия
E-mail: pyatikopovaov@kaspnirh.vniro.ru

Сапахова Людмила Хайржановна – старший специалист сектора товарной аквакультуры, Астрахань, Россия
E-mail: sapahovalh@kaspnirh.vniro.ru

Чебурова Анастасия Викторовна – специалист лаборатории водных проблем и токсикологии, Астрахань, Россия
E-mail: kaspnirh@vniro.ru

Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» Волжско-Каспийский филиал («КаспНИРХ»)

Адрес: Россия, 414056, Астрахань, ул. Савушкина, 1

Аннотация. Проведена оценка гидрохимических параметров среды в месте расположения действующего рыбоводного хозяйства по абсолютному и относительному содержанию растворенного кислорода, перманганатной окисляемости, бихроматной окисляемости, нитритам, аммонийному азоту, фосфатному фосфору с использованием общепринятых химических методов. Отбор проб воды проведен в трех точках весной, летом и осенью в 2023-2024 гг. По результатам проведенных исследований дана оценка гидрохимических параметров по сезонам. Определено, что скорость течения не соответствовала требованиям в осенний период, кислородный режим на рассматриваемом участке был удовлетворительным, общее количество органических веществ превышало норматив, усиление органического загрязнения водотока отмечено летом, накопление минерального фосфора прослеживалось в летний и осенний периоды без заметной эвтрофикации водного объекта. Выделены параметры для оценки воздействия рыбоводного хозяйства садкового типа на проточный водный объект. Результаты позволяют оценить воздействие садкового хозяйства на водный объект и могут быть использованы для оптимизации условий выращивания рыбы и сохранения экологического благополучия водного объекта.

Ключевые слова: садковое рыбоводное хозяйство, гидрохимические параметры, кислород, перманганатная окисляемость, химическое потребление кислорода, проточный водный объект

Для цитирования: Бедрицкая И.Н., Пятикопова О.В., Сапахова Л.Х., Чебурова А.В. Методический подход к оценке воздействия рыбоводного хозяйства садкового типа по гидрохимическим параметрам // Рыбное хозяйство. 2025 № 5. С. 88-97. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-88-97>

A METHODOLOGICAL APPROACH TO ASSESSING THE IMPACT OF A CAGE-TYPE FISH FARM ON HYDROCHEMICAL PARAMETERS

Irina N. Bedritskaya – Candidate of Biological Sciences, Head of the Commercial Aquaculture Sector, Astrakhan, Russia

Olga V. Pyatikopova – Candidate of Biological Sciences, Head of the Aquaculture Center, Astrakhan, Russia

Lyudmila K. Sapakhova – Senior Specialist in the commercial aquaculture sector, Astrakhan, Russia

Anastasia V. Cheburova – is a specialist at the Laboratory of Water Problems and Toxicology, Astrakhan, Russia

Address:

Volga-Caspian branch of the State Scientific Center of the «VNIRO» – Russia, 414056, Astrakhan, Savushkina St., 1

Annotation. An assessment of the hydrochemical parameters of the environment at the location of the operating fish farm was carried out using the absolute and relative content of dissolved oxygen, permanganate oxidizability, bichromate oxidizability, nitrites, ammonium nitrogen, and phosphate phosphorus using generally accepted chemical methods. Water sampling was carried out at three points in spring summer and autumn in 2023-2024. Based on the results of the conducted research, the hydrochemical parameters are estimated by season. It was determined that the flow velocity did not meet the requirements in the autumn period, the oxygen regime in the area under consideration was satisfactory, the total amount of organic substances exceeded the standard, increased organic pollution of the watercourse was noted in the summer, the accumulation of mineral phosphorus was observed in the summer and autumn periods without noticeable eutrophication of the water body. The parameters for assessing the impact of cage-type fish farming on a flowing water body are highlighted. The results make it possible to assess the impact of cage farming on a water body and can be used to optimize fish growing conditions and preserve the ecological well-being of the reservoir.

Keywords: cage fish farming, hydrochemical parameters, oxygen, permanganate oxidizability, chemical oxygen consumption, flowing water body

For citation: Bedritskaya I.N., Pyatikopova O.V., Sapakhova L.H., Cheburova A.V. (2025). A methodological approach to assessing the impact of a cage-type fish farm on hydrochemical parameters // Fisheries. No. 5. Pp. 88-97. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-88-97>

Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Садковое рыбоводство – одно из перспективных направлений аквакультуры в Астраханской области. При выращивании объектов аквакультуры одним из важных факторов среды, определяющим их физиологическое благополучие, является содержание растворенного кислорода в воде природных водотоков. Деятельность рыбоводных хозяйств может оказывать существенное влияние на экологическое состояние водных объектов [1]. Так, вследствие содержания рыб на хозяйствах (потребление кислорода, поступление в воду продуктов жизнедеятельности и кормов), гидрохимический режим водотоков, в местах расположения садковых хозяйств, может ухудшаться. На пространственное распределение загрязняющих веществ оказывает влияние скорость течения.

Гидрохимический мониторинг позволяет своевременно выявлять изменения в качестве воды и оперативно реагировать на возникающие проблемы [2]. Результаты контроля параметров среды могут служить основой для корректировки содержания рыб (изменение плотности посадки, норм кормления) и создания более благоприятных условий для роста и развития выращиваемых объектов аквакультуры.

Цель работы – исследование гидрохимических параметров для определения методического подхода к оценке воздействия рыбоводного хозяйства садкового типа.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Исследования гидрохимических параметров проводили в месте расположения садкового хозяйства на протоке Три Ерика в Астраханской области. Работы выполняли в 2023-2024 годах. Для определения методического подхода к оценке воздействия рыбоводного хозяйства садкового типа проведено обобщение и анализ результатов определяемых параметров среды в зоне выращивания объектов аквакультуры на садковом хозяйстве.

Исследуемый участок водотока находился в районе, где отсутствовали населенные пункты, автотрассы, промышленные и другие объекты хозяйственной деятельности (рис. 1).

Отбор проб воды и определение скорости течения выполняли с поверхностного горизонта в трех точках: фон (точка 1) – 500 м выше по течению от садков, сразу после садковой линии (точка 2) и 500 м ниже по течению (точка 3). Исследования осуществляли в весенний, летний и осенний периоды.

Скорость течения определяли измерителем скорости водного потока ИСВП-ГР-21М1. В лабораторных условиях устанавливали абсолютное (O_2 , мг/дм³) и относительное (O_2 , %) содержание растворенного кислорода, перманганатную окисляемость (ПО, мгО/дм³), бихроматную окисляемость (БО, мг/дм³), нитриты (NO_2^- , мг/дм³), аммонийный азот (NH_4^+ , мг/дм³), фосфатный фосфор ($PO_4^{3-}(P)$ мг/дм³) с использованием общепринятых химических методов [3-5].

При оценке определяемых параметров среды руководствовались нормативами, разработанными для водных объектов рыбохозяйственного значения [6], воды питьевой нецентрализованного водоснабжения, воды поверхностных водоисточников для хозяйственно-бытового водопользования [7]. В работе использовали сезонные усредненные данные 2023-2024 годов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Протяженность рассматриваемого участка на протоке, в районе расположения садкового рыбоводного хозяйства, составляла 1,2 км, глубиной 3-4 метра. На участке расположено садковое хозяйство протяженностью 200 м, состоящее из 107 садков размером 5×5 м с общей рыбоводной площадью (площадь садков) 0,27 га. Расчетный минимальный объем объектов аквакультуры, подлежащих разведению на рыбоводном участке, согласно Приказу МСХ РФ от 15.03.2017 г. № 124, составляет 1,99 т, расчетный ориентировочный объем (биомасса) выращиваемых объектов аквакультуры, с учетом рыбоводной площади хозяйства и средней плотности посадки 13,6 кг/м², – 23,11 т, продолжительность функционирования с момента регистрации РВУ – 9 лет.

При оценке воздействия рыбоводного хозяйства садкового типа на водный объект необхо-

димо учитывать скорость течения. Гидрологический режим водных объектов Астраханской области, в частности, скорость движения водных масс, в основном обусловлен графиком, объемом и скоростью подачи воды с Волгоградской ГЭС. Это сказывается и на скорости переноса веществ, и на их пространственном распределении по водотокам. Минимальная скорость течения, при которой создаются относительно благоприятные условия для выращивания объектов аквакультуры в садках, установленных в водотоках, составляет 0,1 м/с [8].

При измерении скорости течения определено, что наименьшие значения были характерны для осени, особенно в месте расположения рыбноводного хозяйства, отражая неблагоприятные гидрологические условия для садкового рыбоводства в этот период (табл. 1).

Кислород. Особое внимание в гидрохимических исследованиях уделяется содержанию растворенного кислорода, являющегося важнейшим фактором, определяющим нормальную жизнедеятельность водных организмов. Согласно приказу МСХ РФ от 13.12.2016 г. № 552, концентрация кислорода в водных объектах не должна снижаться менее 6,0 мг/дм³.

По результатам исследований кислородного режима выявлено, что независимо от сезона абсолютная концентрация растворенного в воде кислорода оставалась выше 6,0 мг/дм³ на всем протяжении рассматриваемого участка, характеризуя удовлетворительные условия

как для выращиваемых объектов аквакультуры, так и гидробионтов природных популяций. Снижение содержания кислорода (в среднем не менее $7,74 \pm 0,83$ мг/дм³) отмечено летом, в связи с его более высоким потреблением при росте и развитии водных биологических организмов в этот период (рис. 2).

Независимо от сезона исследований зарегистрировано снижение концентрации кислорода непосредственно после садковой линии, по сравнению с фоном (на 7,4% – весной, на 18,8% – летом, на 10,4% – осенью), характеризуя воздействие рыбноводного хозяйства на водный объект. Восстановление уровня кислорода до фоновых значений прослеживалось на удалении 500 м ниже по течению от садков только в осенний период.

Относительное содержание кислорода или насыщение воды кислородом, близкое к 100% (равновесная концентрация), характеризует благоприятные условия для гидробионтов. Степень насыщения воды является ориентиром для оценки качества вод. Согласно классификации Дорошевича, вода считается чистой при насыщении 80-95%, загрязненной – при 60-70% и грязной – при 30% и ниже [9].

В период исследований относительное содержание растворенного в воде кислорода было достаточно высоким, стремящимся к 100%, и характеризующим качество воды как «чистая». В сезонной динамике отмечено увеличение насыщения воды кислородом в лет-

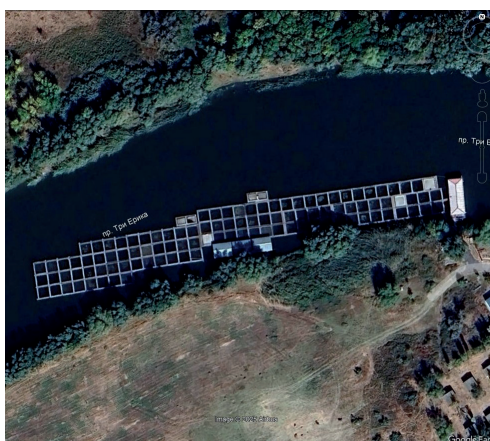
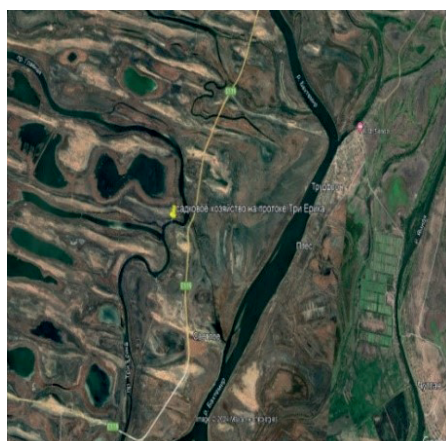


Рисунок 1. Карта-схема расположения рыбноводного хозяйства на протоке

Figure 1. Map of the location of the fish farm on the bayou

Таблица 1. Сезонная динамика скорости течения в районе расположения садкового хозяйства / **Table 1.** Seasonal dynamics of the flow velocity in the area of the cage farm

Но точки	Территориальная точка	Весна	Лето	Осень
1	Фон (500 м выше садкового хозяйства)	0,09	0,14	0,03
2	Сразу после садковой линии	0,11	0,13	0,02
3	500 м ниже по течению	0,07	0,08	0,09
	Среднее значение $M(\pm\sigma)$	0,09 ($\pm 0,02$)	0,12 ($\pm 0,03$)	0,05 ($\pm 0,04$)

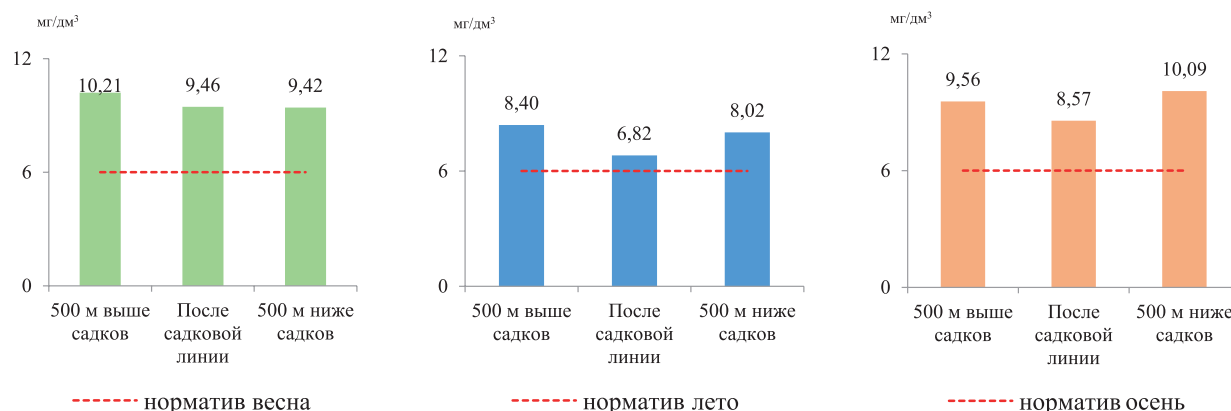


Рисунок 2. Сезонная динамика абсолютного содержания растворенного кислорода
Figure 2. Seasonal dynamics of absolute dissolved oxygen content

не-осенний период на удалении 500 м от садков (фон и ниже по течению) (рис. 3).

Пространственное распределение насыщения воды кислородом, независимо от сезона, отражало воздействие садкового хозяйства на водоток. Так, отмечено снижение значений параметра относительно фона на 8,0% весной, на 9,4% – летом и на 6,3% – осенью после садков. Восстановление концентраций до фоновых значений, на удалении 500 м ниже по течению от расположения садковой линии, прослеживалось осенью.

Статистический анализ значений абсолютного и относительного содержания растворенного в воде кислорода показал наличие положительной линейной зависимости данных параметров среды от скорости течения ($r=0,8$; $r=0,9$, соответственно) только в осенний период в условиях низкой (менее 0,1 м/с) скорости движения водных масс.

Химическое потребление кислорода. Значения химической окисляемости воды, получаемые с использованием перманганата и бихромата калия, позволяют косвенно судить о содержании органических веществ в природных водах. Бихроматная окисляемость (БО) характеризует общее количество органических веществ в воде, перманганатная (ПО) – содержание легкоокисляемой органики в их составе.

Нормирование данных параметров в рыбохозяйственной практике не предусмотрено, но, в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21, значения ПО не должны превышать 7,0 мгО/дм³, БО – 15,0 мг/дм³.

В ходе исследований выявлено, что на всем протяжении рассматриваемого участка и независимо от сезона наблюдали превышение норматива химического потребления кислорода (ПО и БО), исходно обусловленного более

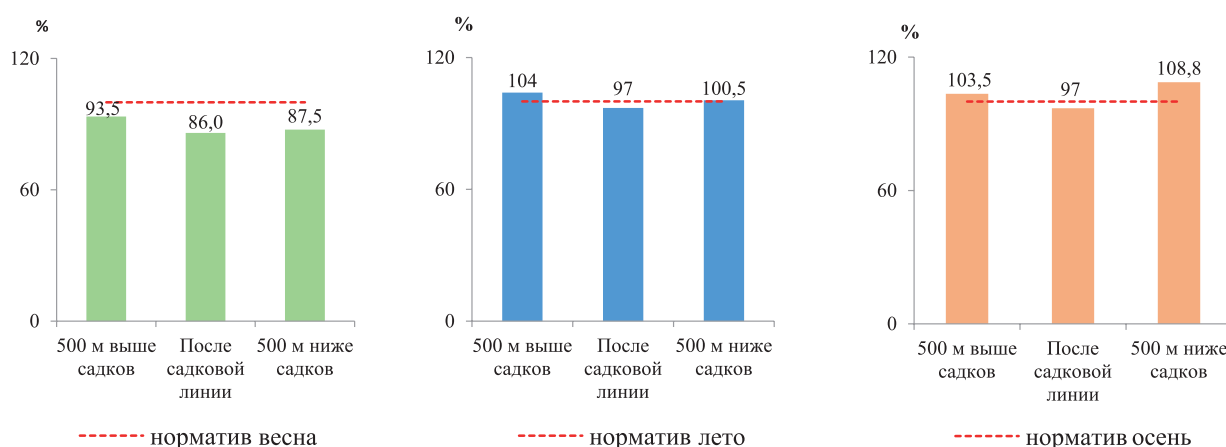


Рисунок 3. Сезонная динамика относительного содержания растворенного кислорода
Figure 3. Seasonal dynamics of relative dissolved oxygen content

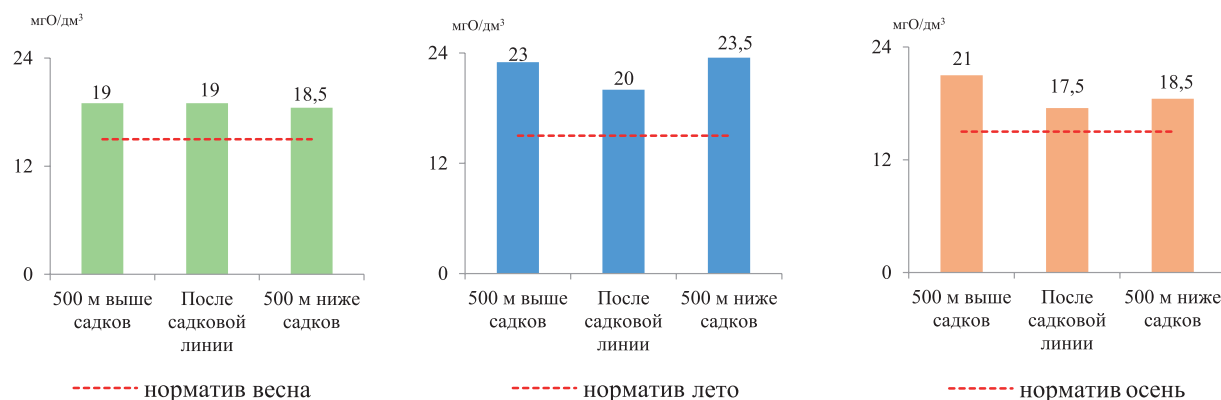


Рисунок 4. Сезонная динамика химического потребления растворенного кислорода в воде (БО)
Figure 4. Seasonal dynamics of chemical consumption of dissolved oxygen in water

высокими фоновыми значениями. Усиление органического загрязнения водотока отмечено летом, что отразилось на снижении растворенного в воде кислорода в этот период (рис. 3). Рассматривая пространственное распределение количества органических веществ, можно отметить отсутствие прямого воздействия садкового хозяйства на водоток, как в месте его расположения, так и на удалении 500 м вниз по течению (рис. 4).

В отличие от общего количества органических веществ, значения их легко окисляемой составляющей (ПО) превышали норматив ($7,0 \text{ мгО/дм}^3$) весной ($7,9(\pm 0,6) \text{ мгО/дм}^3$) и в большей степени осенью ($9,4(\pm 0,8) \text{ мгО/дм}^3$). Снижение величины ПО летом ($5,7(\pm 0,5) \text{ мгО/дм}^3$) отражало активное потребление природной биотой доступной для нее органики в период активного роста численности

и биомассы. В пространственном распределении значений ПО необходимо отметить увеличение концентраций легкоокисляемых органических соединений в конце исследуемого участка водотока (на удалении 500 м ниже по течению от садков), по сравнению с фоновыми значениями, характеризуя повышение органической нагрузки на водный объект, вследствие деятельности садкового хозяйства. Других источников поступления органических веществ на рассматриваемом участке водотока не зарегистрировано (рис. 5).

В весенне-летний период, на фоне относительно высоких (близких к $0,1 \text{ м/с}$) значений скорости движения водных масс, выявлена обратная линейная зависимость ($r = -0,91$, весна; $r = -0,99$, лето) при сравнении данных ПО и скорости течения, т.е. в этом случае происходит перенос легко окисляемых органических

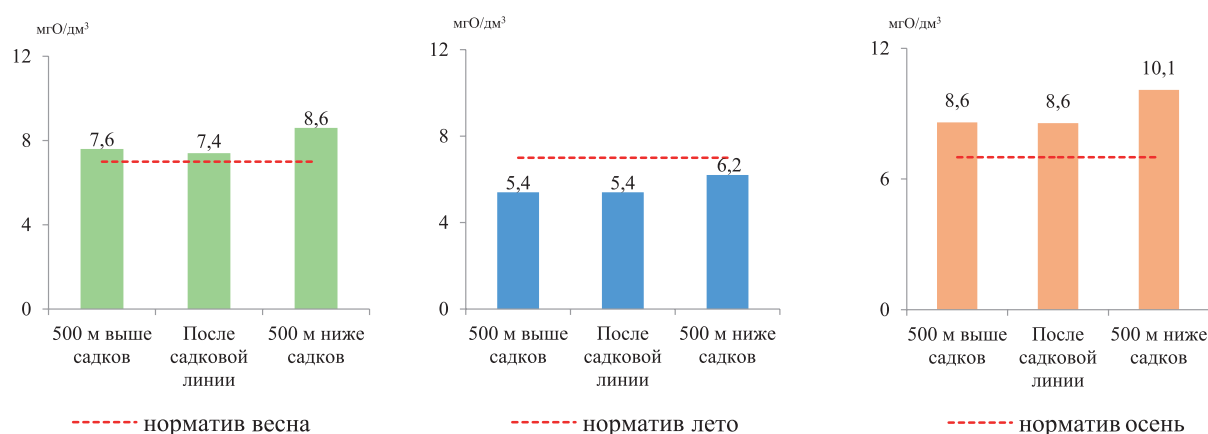


Рисунок 5. Сезонная динамика химического потребления растворенного кислорода (ПО)
Figure 5. Seasonal dynamics of dissolved oxygen chemical consumption

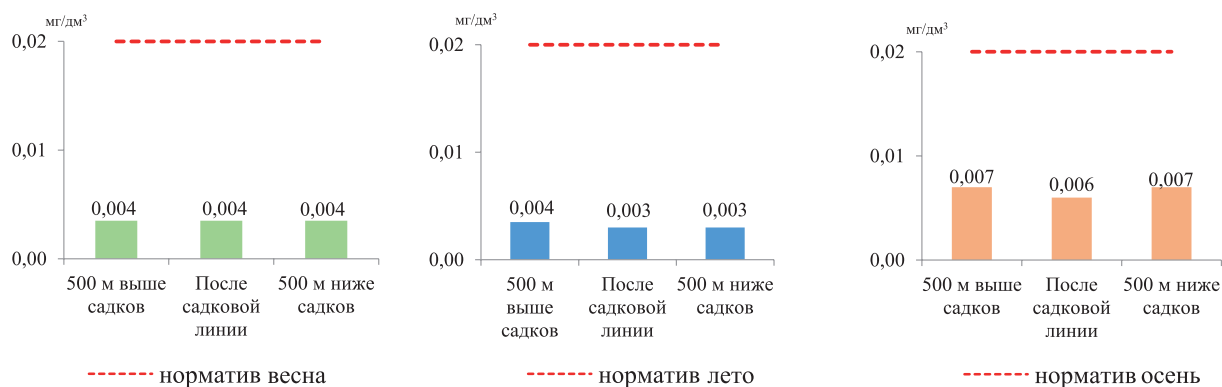


Рисунок 6. Сезонная динамика содержания нитритного азота
Figure 6. Seasonal dynamics of nitrite nitrogen content

веществ, поступающих в водный объект от садкового хозяйства, на 500 м вниз по течению, концентрирующихся при замедлении скорости воды в этом районе.

В условиях низкой (менее 0,1 м/с) в среднем скорости течения на водотоке осенью произошла смена направленности взаимосвязи, рассматриваемых выше, параметров среды ($r=0,80$): повышение органических веществ было напрямую связано с увеличением скорости течения. В осенний период отмечено накопление легко окисляемой органики в том же районе (500 м ниже по течению).

Азот. В водной среде, в ходе минерализации органического азота, образуется несколько взаимно трансформируемых азотных соединений, образуя так называемый цикл азота: аммонийный азот, нитриты и нитраты, послед-

ние из которых оказывают минимальное влияние на водные биологические организмы. Наиболее сильно воздействует на рыб нитритная форма азота, которая при высоких концентрациях нарушает перенос кислорода к тканям. Содержание нитрит-анионов и ионов аммония в водных объектах рыбохозяйственного значения, нормируют в соответствии с Приказом МСХ РФ от 13.12.2016 г. № 552, составляет 0,08 мг/дм³ (0,02 мг/дм³ в пересчете на азот нитритов) и 0,5 мг/дм³ (0,4 мг/дм³ в пересчете на азот), соответственно. Азотсодержащие соединения в повышенных концентрациях могут оказывать негативное воздействие на физиологическое состояние рыб, их рост и развитие.

По результатам исследований определено, что концентрации нитритного азота в воде находились значительно ниже границы

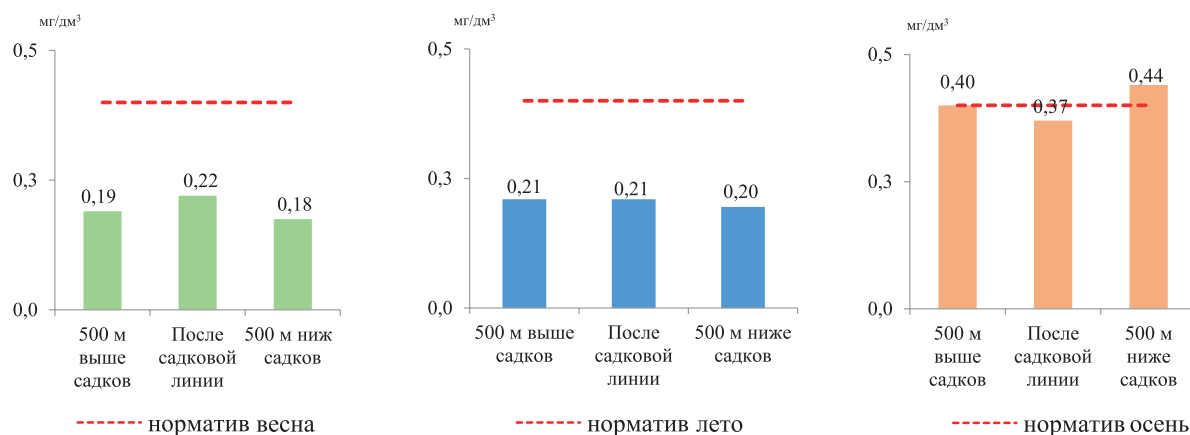


Рисунок 7. Сезонная динамика содержания аммонийного азота
Figure 7. Seasonal dynamics of ammonium nitrogen content

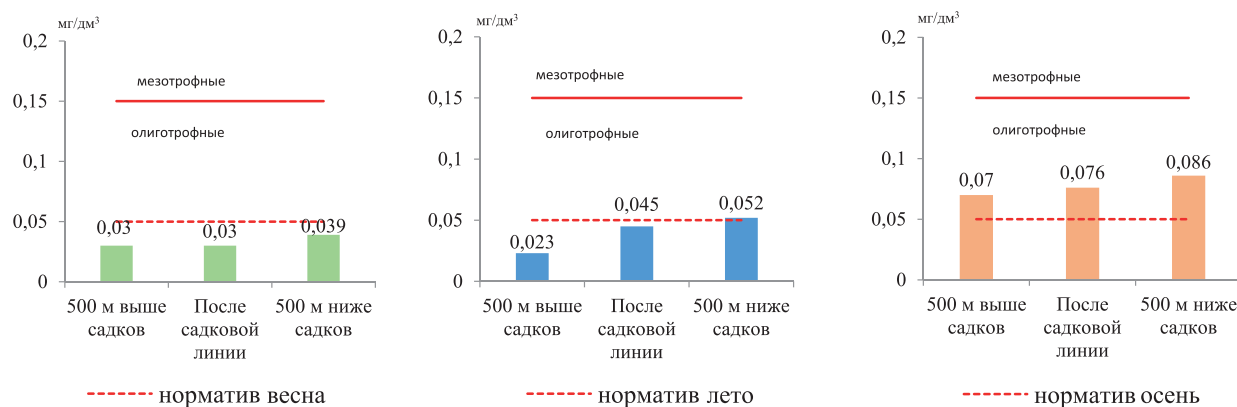


Рисунок 8. Сезонная динамика содержания фосфора

Figure 8. Seasonal dynamics of phosphorus content

ПДК_{рх}. В сезонном аспекте можно отметить некоторое снижение нитритов в летний период, вследствие активного потребления азота биологическими организмами при их развитии в условиях летнего прогрева воды (24,0-25,0 °C) и увеличение концентраций при снижении интенсивности биологических процессов осенью на фоне выхолаживания вод. Заметного воздействия садкового хозяйства в данном случае не зарегистрировано (рис. 6).

При близкой к нитритам сезонной динамике содержания азота аммония в воде увеличение его значений осенью в фоновой точке привело к превышению ПДК_{рх}. Исходно повышенные концентрации аммонийного азота сказались на уровне содержания этого элемента на всем протяжении рассматриваемого участка (рис. 7).

Фосфор. Как и в случае с азотом, в сезонной динамике минерального фосфора необходимо отметить наличие более высоких концентраций в осенний период исследований, когда его потребление закономерно снижается при снижении температуры воды и замед-

лении процессов жизнедеятельности водных биологических организмов. Именно осенью зарегистрировано максимальное количество ионных форм рассматриваемого элемента и, соответственно, фосфора в его составе. С учетом содержания фосфатного фосфора, водный объект определен как олиготрофный. Воздействие садкового хозяйства на водный объект прослеживалось в летний и осенний периоды на протяжении 500 м после садков, что однако не приводило к заметной эвтрофикации водного объекта (рис. 8).

По результатам исследований дана оценка гидрохимическим параметрам, используемым для определения оценки воздействия рыбоводного хозяйства садкового типа по сезонам (табл. 2). Для выделения параметра, превышающего фоновые показатели, применена балльная система: 0 – не превышает или соответствует фону, 1 – превышает фон.

Определено, что скорость течения не соответствовала требованиям в осенний период, кислородный режим на рассматриваемом

Таблица 2. Сезонная динамика гидрохимических параметров в районе расположения садкового хозяйства по балльной системе / **Table 2.** Seasonal dynamics of hydrochemical parameters in the area of the cage farm according to the ball system

Параметры	Весна	Лето	Осень
Скорость течения	0	0	1
Абсолютное (O ₂ , мг/дм ³) содержание растворенного кислорода	0	0	0
Относительное (O ₂ , %) содержание растворенного кислорода	1	1	0
Перманганатная окисляемость (ПО, мгО/дм ³)	1	1	1
Бихроматная окисляемость (ХПК, мг/дм ³)	0	0	0
Нитриты (NO ₂ ⁻ , мг/дм ³)	0	0	0
Аммонийный азот (NH ₄ ⁺ , мг/дм ³)	0	0	1
Фосфатный фосфор (PO ₄ ³⁻ (P) мг/дм ³)	0	1	1
Итого	2	3	4

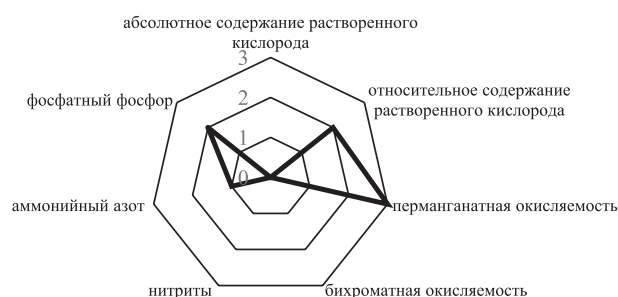


Рисунок 9. Общая характеристика исследованных гидрохимических параметров

Figure 9. General characteristics of the investigated hydrochemical parameters

участке был удовлетворительным, общее количество органических веществ превышало норматив, усиление органического загрязнения, накопление минерального фосфора прослеживалось в летний и осенний периоды без заметной эвтрофикации водного объекта. Наибольшее количество показателей, превышающих фоновые значения, было в осенний период.

При оценке пространственного распределения насыщения воды кислородом прослеживалось воздействие садкового хозяйства на водоток: снижение значений параметра относительно фона весной, летом и осенью после садков, а восстановление концентраций до фоновых значений на удалении 500 м ниже по течению от расположения садковой линии прослеживалось только осенью. Поэтому данному показателю присвоено по 1 баллу весной и летом.

Общая характеристика исследованных гидрохимических параметров, использованных для оценки воздействия рыбоводного хозяйства на водный объект, представлена на рисунке 9.

По результатам исследований определены гидрохимические параметры для оценки воздействия рыбоводного хозяйства садкового типа на проточный водный объект: относительное содержание растворенного кислорода, перманганатная окисляемость, аммонийный азот, фосфатный фосфор.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате гидрохимических исследований в районе расположения садкового хозяйства выявлено:

- условия гидрологического режима (скорость течения) удовлетворяли требованиям садкового рыбоводства только в весенне-летний период (0,1 м/с);
- скорость движения воды осенью была чрезвычайно низкой, особенно в месте расположения садков (0,02 м/с);

- кислородный режим на рассматриваемом участке был удовлетворительным, как для выращиваемых объектов аквакультуры, так и гидробионтов природных популяций (выше 6,0 мг/дм³; около 100% насыщения);
- зарегистрировано снижение концентрации кислорода непосредственно после садковой линии, по сравнению с фоном (на 6,0-9,0%), характеризующее воздействие на водный объект рыбоводного хозяйства;
- восстановление уровня кислорода до фоновых значений прослеживалось на удалении 500 м ниже по течению от садков только в осенний период;
- общее количество органических веществ превышало норматив на всем протяжении рассматриваемого участка, обусловленное высокими фоновыми концентрациями;
- усиление органического загрязнения водотока отмечено летом, что отразилось на снижении растворенного в воде кислорода в этот период;
- содержание легко окисляемой органики, входящей в состав органических веществ, превышало норматив весной и осенью;
- накопление легко окисляемых органических веществ, поступающих от рыбоводного хозяйства (в отсутствие других источников органического загрязнения), происходило на удалении 500 м вниз по течению от садков;
- концентрации азота преимущественно не превышали ПДК_{рх};
- незначительное превышение ПДК_{рх} азота аммонийного (на 10%), зарегистрированное в осенний период в фоновой точке, характеризовало общую тенденцию увеличения биогенных элементов на фоне снижения продукционных и гидротермических процессов;
- воздействие садкового хозяйства на водный объект, по дополнительному внесению минерального фосфора, прослеживалось в летний и осенний периоды на протяжении 500 м после садков без заметной эвтрофикации водного объекта.

В целом, несмотря на удовлетворительный кислородный режим, снижение растворенного кислорода в летний период (особенно в районе садков) обуславливает необходимость постоянного контроля данного параметра среды в это время года. Также необходимо выделить период ухудшения условий на водном объекте для садкового рыбоводства – осень, когда отмечено снижение скорости течения, увеличение концентраций минерального фосфора и усиление органического загрязнения водотока. Воздействие садкового хозяйства на водный объект (увеличение орга-

нической нагрузки, фосфатов) прослеживалось на удалении 500 м от садков вниз по течению.

Для оценки воздействия рыбоводного хозяйства садкового типа на проточный водный объект рекомендуется исследовать такие гидрохимические параметры как относительное содержание растворенного кислорода, перманганатная окисляемость, фосфатный фосфор, особенно в осенний период.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: И.Н. Бедрицкая – обработка и анализ данных, подготовка статьи, О.В. Пятикопова – идея работы, обобщение результатов и выводы, подготовка статьи, Л.Х. Сапахова – сбор, обработка и анализ данных, подготовка статьи, А.В. Чебурова – сбор и обработка данных.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: I.N. Bedritskaya – data processing and analysis, preparation of the article, O.V. Pyatikopova – the idea of the work, generalization of results and conclusions, preparation of the article, L.H. Sapakhova – data collection, processing and analysis, preparation of the article, A.V. Cheburova – data collection and processing.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Астафьева С.С. Воздействие эксплуатации садковых рыбоводных комплексов на состояние окружающей среды в условиях Нижней Волги // Технологии пищевой и перерабатывающей промышленности АПК-продукты здорового питания. Аквакультура №1. 2016. С. 21-27.
2. Яромский В. Н., Олесик И. А., Лысенкова Т. М. Гидрохимический мониторинг водных ресурсов // Мухавец. Энциклопедия малой реки: [коллективная монография]. Брест: Академия. 2005. С. 190–193.
3. РД 52.24.419-2019 Руководящий документ. Масовая концентрация растворенного кислорода в водах. Методика измерений йодометрическим методом. [Электронный ресурс] – URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293726/4293726785.htm>
4. ГОСТ Р 55684-2013 Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости. [Электронный ресурс] – URL: <https://files.stroyinf.ru/Index/55/55514.htm>
5. ПНД Ф 14.1:2:3.100-97 Методика измерений химического потребления кислорода в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом (издание 2016 г.). [Электронный ресурс] – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293751/4293751545.htm?ysclid=lj2ow7rzy4456972095>
6. Приказ Министерства сельского хозяйства РФ от 13.12.2016 г. № 552 «Об утверждении нормативов качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативов предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120>
7. СанПиН 1.2.3685-21. Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания. [Электронный ресурс] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?ysclid=lj2ngtiy7v118116124>
8. Магомаев Ф.М. Товарное рыбоводство – Астрахань Изд-во КаспНИРХ. 2007. 600 с.
9. Дорошевич В.И., Мошук К.В., Рудени Н.В. Индикаторы возможного загрязнения воды патогенными микроорганизмами // «Военная медицина». 2010. С. 70-73.

LITERATURE AND SOURCES

1. Astafieva S.S. (2016). The impact of the operation of cage fish breeding complexes on the state of the environment in the conditions of the Lower Volga// Technologies of the food and processing industry of the agroindustrial complex-healthy food products. Aquaculture No. 1. Pp. 21-27. (In Russ.)
2. Yaromsky, V.N. Olesik I.A., Lysenkova T.M. (2005). Hydrochemical monitoring of water resources // Mukhavets. Encyclopedia of the Small River: [collective monograph]. Brest: Akademiya, Pp. 190-193. (In Russ.)
3. RD 52.24.419-2019 Guidance Document. The mass concentration of dissolved oxygen in the waters. The method of measuring by the iodometric method. [Electronic resource] – URL: <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293726/4293726785.htm> (In Russ.)
4. GOST R 55684-2013 Drinking water. A method for determining permanganate oxidizability. [Electronic resource] – URL: <https://files.stroyinf.ru/Index/55/55514.htm> (In Russ.)
5. HDPE F 14.1:2:3.100-97 Methodology for measuring chemical oxygen consumption in natural and wastewater samples by titrimetric method (2016 edition). [Electronic resource] – URL: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293751/4293751545.htm?ysclid=lj2ow7rzy4456972095> (In Russ.)
6. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation dated December 13, 2016 No. 552 «On approval of water quality standards for water bodies of fisheries significance, including standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of water bodies of fisheries significance» (with amendments and additions) [Electronic resource]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/420389120> (In Russ.)
7. SanPiN 1.2.3685-21. Hygienic standards and requirements for ensuring the safety and (or) harmlessness of environmental factors for humans. [Electronic resource] – URL: <https://docs.cntd.ru/document/573500115?ysclid=lj2ngtiy7v118116124> (In Russ.)
8. Magomaev F.M. (2007) Commercial fish farming – Astrakhan Publishing house KaspNIRKh. 600 p. (In Russ.)
9. Doroshevich V.I., Moshik K.V., Rudeni N.V. (2010). Indicators of possible contamination of water by pathogenic microorganisms // «Military medicine». Pp. 70-73. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 08.07.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 22.09.2025



Микроэлементный состав горбуши (*Pink Salmon*) и кеты (*Chum Salmon*) в период раннего онтогенеза

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-98-108>

EDN: VZLFHT

Научная статья УДК 639.3

Литвиненко Анна Владимировна – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры экологии, биологии и природных ресурсов, лаборатория прикладной экологии, Институт естественных наук и техносферной безопасности, ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет»; лаборатория геохимии, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, г. Южно-Сахалинск, Россия

E-mail: litvinenko.av@bk.ru

Горячев Степан Владимирович – аспирант кафедры естественных наук, отдел аспирантуры, Институт морской геологии и географии ДВО РАН, Южно-Сахалинск, Россия

E-mail: stepkagoryachev@yandex.ru

Донец Максим Михайлович – младший научный сотрудник лаборатории геохимии, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

E-mail: maksim.donecz@mail.ru

Беланов Максим Андреевич – младший научный сотрудник лаборатории геохимии, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

E-mail: belanov.ma@gmail.com

Боровкова Александра Дмитриевна – младший научный сотрудник лаборатории геохимии, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН, Владивосток, Россия

E-mail: borovkovasdm@yandex.ru

Карпенко Ирина Витальевна – младший научный сотрудник лаборатории прикладной экологии, Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, Россия

E-mail: irinakarpenko99@mail.ru

Багдасарян Александр Сергеевич – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры экологии, биологии и природных ресурсов, Сахалинский государственный университет, Южно-Сахалинск, Россия

E-mail: lepidium@mail.ru

Цыганков Василий Юрьевич – доктор биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник лаборатории геохимии, Тихоокеанский институт географии ДВО РАН

E-mail: tsig_90@mail.ru

Адреса:

1. Тихоокеанский институт географии ДВО РАН – Россия, 690041, Владивосток, ул. Радио, 7
2. ФГБОУ ВО «Сахалинский государственный университет» – Россия, 693000, Сахалинская область, г. Южно-Сахалинск, ул. Ленина, д. 290
3. Институт морской геологии и географии ДВО РАН – Россия, 693022, г. Южно-Сахалинск, ул. Науки, 1Б

Аннотация. В работе изучено содержание Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb и Mn в оплодотворенной икре, предличинках и личинках горбуши и кеты с трех рыбоводных предприятий Сахалинской области перед началом кормления, а также в предличинках кеты из нерестовых бугров с естественных нерестилищ; выполнено сравнение микроэлементного состава зигот с гаметами производителей. Увеличение концентрации микроэлементов после оплодотворения икры прослеживалось не для всех металлов. После вылупления наблюдали резкое падение уровней металлов в связи с потерей оболочки и перивителлиновой жидкости; на последующих этапах раннего онтогенеза содержание металлов в организме рыб возрастало. Максимальные колебания концентраций микроэлементов приходятся на период раннего онтогенеза лососей, при этом изменение концентрации обусловлены не столько внешними факторами, сколько переходом на следующий этап развития.

Ключевые слова: оплодотворенная икра, предличинки, личинки, эндогенное питание, эссенциальные, неэссенциальные микроэлементы

Для цитирования: Литвиненко А.В., Горячев С.В., Донец М.М., Беланов М.А., Боровкова А.Д., Карпенко И.В., Багдасарян А.С., Цыганков В.Ю. Микроэлементный состав горбуши (*Pink Salmon*) и кеты (*Chum Salmon*) в период раннего онтогенеза // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 98-108. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-98-108>

MICROELEMENT COMPOSITION OF PINK SALMON (*PINK SALMON*) AND CHUM SALMON (*CHUM SALMON*) IN THE PERIOD OF EARLY ONTOGENESIS

Anna V. Litvinenko – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Ecology, Biology and Natural Resources, Laboratory of Applied Ecology, Institute of Natural Sciences and Technosphere Safety, Sakhalin State University; Laboratory of Geochemistry, Pacific Institute

of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Stepan V. Goryachev – Postgraduate Student of the Department of Natural Sciences, Department of Postgraduate Studies, Institute of Marine Geology and Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Maksim M. Donets – Junior Researcher at the Laboratory of Geochemistry, Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

Maksim A. Belanov – Junior Researcher at the Laboratory of Geochemistry, Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

Aleksandra D. Borovkova – Junior Researcher at the Laboratory of Geochemistry, Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia

Irina V. Karpenko – Junior Researcher at the Laboratory of Applied Ecology, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Aleksander S. Bagdasaryan – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Ecology, Biology and Natural Resources, Sakhalin State University, Yuzhno-Sakhalinsk, Russia

Vasiliy Yu. Tsygankov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Leading Researcher at the Laboratory of Geochemistry, Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences

Addresses:

1. Pacific Institute of Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences – Russia, 690041, Vladivostok, Radio Street, 7

2. Sakhalin State University – Russia, 693000, Sakhalin Region, Yuzhno-Sakhalinsk, Lenin St., 290

3. Institute of Marine Geology and Geography, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences – Russia, 693022, Yuzhno-Sakhalinsk, Nauki str., 1B

Annotation. The content of Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb, and Mn in fertilized caviar, pink salmon and chum salmon larvae and larvae from three fish hatcheries in the Sakhalin region before feeding, as well as in chum salmon larvae from spawning mounds from natural spawning grounds, was studied; the microelement composition of zygotes was compared with the gametes of producers. An increase in the concentration of trace elements after fertilization of eggs was not observed for all metals. After hatching, a sharp drop in metal levels was observed due to the loss of the shell and perivitelline fluid.; In the subsequent stages of early ontogenesis, the metal content in the fish body increased. The maximum fluctuations in the concentrations of trace elements occur during the early ontogenesis of salmon, while the change in concentration is due not so much to external factors as to the transition to the next stage of development.

Keywords: fertilized eggs, pre-larvae, larvae, endogenous nutrition, essential, nonessential microelements

For citation: Litvinenko A.V., Goryachev S.V., Donets M.M., Belanov M.A., Borovkova A.D., Karpenko I.V., Bagdasaryan A.S., Tsygankov V.Yu. (2025). Microelement composition of pink salmon (*Pink Salmon*) and chum salmon (*Chum Salmon*) in the period of early ontogenesis. // Fisheries. No. 5. Pp. 98-108. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-98-108>

Рисунки и таблицы – авторские / The drawings and tables were made by the author

Горбушу и кету в России искусственно разводят на лососевых рыбоводных заводах (ЛРЗ) Дальнего Востока. В Сахалинской области работает около 80 рыбоводных предприятий, выпускающих в воды Северо-Западной Пацифики более 1,4 млрд молоди кеты и горбуши (СКТУ ФАР, 2024). Популяции в нерестовых реках – смешанные, состоящие как из потомства, вы-

шедшего из нерестовых гнезд, так и полученного в результате искусственного разведения.

В процессе миграций и нагула лососи в океане накапливают в своих органах и тканях определенное количество эссенциальных и неэссенциальных микроэлементов, часть из которых входит в состав половых продуктов (гамет), которые используют для искусственного воспроизводства на ЛРЗ.

Некоторые авторы проводили исследования микроэлементного состава в период подращивания молоди в искусственных условиях, когда поступление в организм тяжелых металлов и других микроэлементов происходило алиментарным путем [Владовская, 2001; Запорожец, 2006; Montory et al., 2020; Yabanli et al., 2021 и др.]. Однако процесс трансформации и количественные преобразования этих элементов в организме на ранних этапах онтогенеза (эндогенное питание), до сих пор не был описан.

Цель исследования: выяснить концентрацию микроэлементов в тихоокеанских лососях на примере горбуши и кеты на ранних этапах жизненного цикла, в том числе в искусственных условиях (ЛРЗ) и естественной среде.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор проб

Для определения содержания микроэлементов в лососях, на ранних этапах онтогенеза отбирали оплодотворенную икру горбуши и кеты, предличинок, вскоре после вылупления из яичевых оболочек, и личинок – после подъема на плав, до начала кормления в кана-



Рисунок 1. Точки сбора материала в Сахалинской области

Figure 1. Collection points in the Sakhalin region

Таблица 1. Время сбора, возраст и морфометрические показатели предличинок, личинок и молоди горбуши и кеты / **Table 1.** Harvest time, age, and morphometric parameters of pre-larvae, larvae, and juveniles of pink salmon and chum salmon

Место сбора, вид рыбы	Дата сбора проб	Стадия развития	Возраст, сут	Длина АС/АД, мм	Средний вес, мг	Вес желт. мешка (мг)/% от веса тела
ЛРЗ «Фирсовка»/горбуша	05.12.2018	Предличинки	72	20,8/19,9	133,2	93,0/69,8
	09.05.2019	Личинки, поднятие на плав	227	34,6/30,6	213,7	22,6/10,6
	20.12.2018	Предличинки	83	21,4/20,1	176,1	125,4/71,2
ЛРЗ «Фирсовка»/кета	19.05.2018	Личинки, поднятие на плав	214	34,8/31,2	279,5	13,9/4,9
	10.04.2019	Предличинки	-	35,1/32,0	302,4	33,7/11,0
ЛРЗ «Рейдовый»/горбуша	09.01.2019	Предличинки	110	22,9/22,4	141,5	96,0/67,8
	06.05.2019	Личинки, поднятие на плав	227	31,9/28,8	219,4	32,7/14,97
	14.01.2019	Предличинки	86	22,5/21,5	211,0	163,8/77,6
ЛРЗ «Рейдовый»/кета	06.04.2019	Личинки, поднятие на плав	168	35,4/32,3	327,1	28,8/8,81
	17.11.2018	Предличинки	58	23,5/22,5	219,2	116,8/53,28
ЛРЗ «Ловецкий»/кета	25.04.2019	Личинки, поднятие на плав	217	36,1/31,3	340,9	11,0/3,2

лах ЛРЗ «Рейдовый» (о. Итуруп) и ЛРЗ «Фирсовка» и «Ловецкий» (о. Сахалин) в сентябре-апреле 2016-2019 годов. Предличинок кеты от естественного нереста отбирали в нерестовых гнездах в р. Фирсовка (базовый водоток ЛРЗ «Фирсовка») в апреле 2019 года.

Отбор оплодотворенной икры проводили в инкубационных аппаратах типа «Бокс» в условиях рыбоводных заводов.

Отбор предличинок и личинок проводили в питомных каналах ЛРЗ в возрасте 72-227 суток. Возраст и морфометрические показатели предличинок и личинок лососей приведены в таблице 1. Размерно-весовые показатели предличинок и личинок лососей определяли, пользуясь стандартной методикой [17].

Всего было собрано и обработано 1700 образцов горбуши и кеты на ранних этапах онтогенеза (икра, предличинки, личинки). Все образцы замораживали до температуры -18°C и доставляли в г. Владивосток для анализа.

Подготовка проб

Минерализаты проб получены при разложении навесок органов и тканей рыб концентрированной (70%) HNO_3 марки ОСЧ путем СВЧ-минерализации в комплексе MARS-6.

Инструментальный анализ

Все элементы определялись из кислотных минерализатов проб икры, предличинок и личинок лососей, согласно ГОСТ 26929-94, на атомно-абсорбционном спектрофотометре

Shimadzu AA 7000 в ЦКП ЦЛЭДГИС ТИГ ДВО РАН (ГОСТ 26929-94). В число определяемых элементов входили Fe, Zn, Cu, Ni, Cd, Pb и Mn. В сумме выполнено 2380 элемент-определений. Концентрацию металлов выражали в мкг/г сырой массы в следующем виде: среднее значение $\pm$ стандартное отклонение.

Точность определения микроэлементов, содержащихся в пробах, их возможное загрязнение контролировали путем сравнения с калибровочными и холостыми растворами. Точность метода, используемого в исследовании, подтверждалась регулярным анализом стандартного образца SRM-1566a (ткань устрицы, Национальное бюро стандартов, США).

Статистический анализ

Среднее значение, стандартное отклонение и достоверность сравниваемых различий (с использованием U -критерия Манна-Уитни) рассчитывали в программе SPSS Statistics 21 и R для Windows.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Концентрация в половых железах производителей различных видов рыб некоторых биологически активных металлов в преднерестовый период чаще всего выше, чем в других органах и тканях [10]. Однако такие токсичные металлы как ртуть и свинец характеризуются, как правило, пониженным содержанием в половых продуктах рыб (табл. 2).

Таблица 2. Состав микроэлементов в яичниках горбуши и кеты, мкг/г сырой массы /
Table 2. Composition of trace elements in pink salmon and chum salmon ovaries,
mcg/g of crude weight

Место сбора/ Микроэлементы	Zn	Cu	Ni	Cd	Pb	Fe	Mn
Горбуша							
Рейдовый ЛРЗ	21,02±3,33	5,61±0,86	0,42±0,31	0,001±0,005	0,24±0,06	18,08±6,09	0,57±0,26
ЛРЗ «Фирсовка»	2,13±0,31	0,48±0,18	0,21±0,06	0,04±0,01	0,51±0,13	13,47±1,44	н/о
Кета							
Рейдовый ЛРЗ	2,60±0,41	0,46±0,1	0,20±0,06	0,08±0,002	0,57±0,05	16,18±4,27	н/о
ЛРЗ Фирсовка	3,20±0,003	3,84±0,44	0,15±0,02	0,02±0,008	0,03±0,02	4,08±0,51	н/о
Ловецкий ЛРЗ	18,99±1,33	5,49±0,52	0,57±0,2	0,006±0,003	0,14±0,02	16,15±1,39	0,62±0,26

Примечание: *н/о – не определяли

После оплодотворения обычно икра интенсивно накапливает микроэлементы на своей оболочке из окружающей среды [20; 4], что было частично нами подтверждено: увеличение концентрации Zn, Cu и Ni, демонстрирующее накопление ТМ от гамет к зиготам, наблюдалось на уровне тенденции; увеличение Mn, Pb, Cd и Fe в оплодотворенной икре, по сравнению с гаметами в яичниках самок, прослеживалось не во всех пробах [11] (рис. 2).

На последующих этапах онтогенеза концентрация микроэлементов в организме рыб значительно варьировала. Величина изменчивости содержания микроэлементов на протяжении разных этапов жизненного цикла, вероятно, превышает вариабельность какой-либо другой биохимической характеристики тканей рыб. Максимальные колебания концентрации микроэлементов приходится на период раннего онтогенеза [11].

Н. Westerhagen с коллегами [28], В.И. Воробьев [4] и другие авторы отмечали, что у рыб, в частности, у тилапии, вслед за моментом вылупления наступало резкое уменьшение концентрации рассматриваемых металлов. Н.П. Морозов и С.А. Петухов [16] такую же тенденцию обнаружили в динамике микроэлементов на ранних стадиях онтогенеза у кеты и кижуча. У личинок всех исследованных видов рыб понижение содержания микроэлементов продолжалось в течение довольно длительного времени, целиком включающего период эндогенного и частично – период смешанного питания.

При вылуплении эмбриона практически все избыточное количество металлов теряется с оболочкой и перивителлиновой жидкостью, так что концентрация микроэлементов в личинках из загрязненной металлами среды обитания становится почти равной концентрации микроэлементов в личинках из незагрязненных водоемов. На последующих этапах ран-

него онтогенеза содержание металлов в организме рыб в загрязненных условиях начинает возрастать пропорционально их концентрации в окружающей среде [15].

На этапе вылупления из яйцевых оболочек, наступающего в условиях Сахалинской области примерно через 3-4 месяца после закладки на инкубацию икры, в зависимости от температуры воды, в предличинках горбуши и кеты из всех точек сбора, по сравнению с икрой, мы отмечали резкое снижение концентраций микроэлементов (рис. 2).

Общую тенденцию падения концентраций микроэлементов группы переходных и тяжелых металлов, в период эмбрионального развития карповых и окуневых рыб, отмечал в своих работах В.И. Воробьев [4]. Однако при этом у некоторых видов рыб, например, белуги, в течение эмбрионального развития наблюдалось несколько максимумов и минимумов содержания микроэлементов, что объясняется относительно длительным эмбриональным развитием, по сравнению, например, с карповыми или окуневыми.

Известно, что медь и другие металлы теряются как кофакторы вылупления, ферменты, растворяющие хорион при вылуплении, и известные как металлоферменты [23].

Падение концентрации микроэлементов, вплоть до перехода личинок на смешанное (а в отдельных случаях даже на активное) питание, объясняется тем, что при интенсивных обменных процессах в организме личинки они могут поступать извне только за счет сорбции. Активное поглощение микроэлементов с пищей на данном этапе отсутствует. Именно на основании этого снижения концентрации биологически активных металлов в организме личинок рыб в период их эндогенного питания, некоторые авторы рекомендуют вводить микроэлементные добавки в водоем при искусственном разведении рыб [4; 9]. Суще-

ственное влияние на обмен минеральных веществ у рыб имеет их количество не только в пище, но и в воде.

На ранних стадиях развития рыбы наиболее чувствительны к действию токсикантов группы тяжелых металлов. Оболочка икринки способна образовывать прочные комплексы с металлами, препятствуя тем самым их проникновению к эмбриону. Поэтому, адсорбция микроэлементов группы металлов еще не означает их проникновение к эмбриону. Коэффициенты накопления металлов икринкой определяются не только морфологическими свойствами оболочки, но и физико-химическими особенностями поведения того или иного микроэлемента группы металлов в воде. Ионы таких металлов, как, например, свинец или хром, прочно связываются с активными центрами оболочки, и, по-видимому, значительно труднее проникают внутрь икринки, по сравнению с легкорастворимыми ионами таких металлов как медь [21; 25]. Икра рыб, в отличие от личинок, в 20 раз более устойчива к токсическому действию цинка. В то же время токсическое действие ионов меди, более подвижных в водной среде, примерно одинаково для икры и личинок рыб, так как они легко проникают через барьер оболочки.

Среди рассматриваемых металлов наиболее показательна динамика Fe, Zn, Mn и Co – элементов биологически весьма активных и незаменимых. Отмеченная закономерность носит общий характер. Она подтверждается данными других авторов по разным видам морских и пресноводных рыб [28; 4]. Таким образом, момент вылупления следует считать критическим в ходе изменчивости микроэлементного состава рыб на ранних этапах жизненного цикла. Именно в этот момент с оболочкой и перивителлиновой жидкостью теряется значительная доля металлов (до 80%), содержащихся в эмбрионах [16].

В естественных условиях (нерестовые бугры в реке), как и в искусственных (выдерживание личинок в условиях затененных каналов ЛРЗ), мы также можем наблюдать разницу накопления микроэлементов.

Река Фирсовка, впадающая в зал. Терпения (Юго-Восточное побережье Сахалина) относится к одному из водотоков, в котором сочетаются искусственное разведение и естественный нерест на сохранных нерестилищах [8].

Нерестилища осенней формы кеты приурочены к местам выхода грунтовых вод. В среднем в одном бугре выживает 333 личинки кеты, что составляет 10,9% от средней

абсолютной плодовитости. Основные потери приходится на период нереста, во время которого в бугры попадает лишь 23,3% от средней абсолютной плодовитости самки, остальная же икра уносится течением и поедается хищниками. Потери за период пребывания в грунте составляют в среднем около 50% от отложенной икры [6].

Состав вод нерестовых рек о. Сахалин, в зависимости от различного типа питания (ледниковое, дождевое или грунтовое), а также – гидрологические и физико-химические условия водотоков определяют особенности их элементного состава, что оказывает непо-

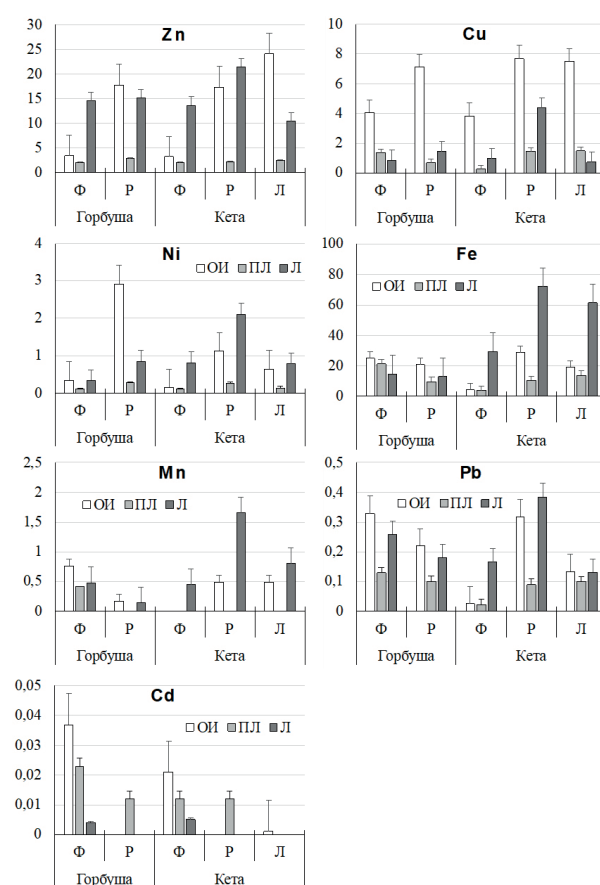


Рисунок 2. Динамика концентрации микроэлементов в оплодотворенной икре (ОИ), предличинках (ПЛ) и личинках (Л) горбуши и кеты на лососевых рыболовных заводах Сахалинской области (ЛРЗ Фирсовка (Ф), ЛРЗ Рейдовый (Р), ЛРЗ Ловецкий (Л)), мкг/г сырой массы

Figure 2. Dynamics of the concentration of trace elements in fertilized caviar (OI), pre-larvae (PL) and larvae (L) of pink salmon and chum salmon at salmon hatcheries in the Sakhalin region (Firsovka fish hatcheries (F), Raid fish hatcheries (R), Lovetsky salmon hatcheries (L)), mcg/g of raw mass

средственное влияние на обитающих в них гидробионтов [2; 13]. Химический состав воды, особенности питания и продолжительность жизни в водоёме неизбежно отражаются на аккумулированном количестве минеральных веществ в организме рыб, продолжительность жизни особей в определённых условиях также является решающим фактором.

Уровень концентрации растворенных металлов в речных водах отличается очень высокой изменчивостью, которая вызвана степенью антропогенной нагрузки. К факторам, несомненно влияющим на концентрацию растворенных металлов в реках, относятся содержание, природа взвеси и гидродинамический режим. Влияние гидродинамического режима обусловлено различной концентрацией метал-

лов в атмосферных осадках и в грунтовых или подземных водах – основных составляющих водного баланса питания рек. Как правило, атмосферные осадки менее минерализованы и содержат меньшие концентрации металлов, чем грунтовые или подземные воды. Поэтому изменение вклада атмосферных осадков и грунтовых или подземных вод в питание рек сопровождается изменением микроэлементного состава речных вод [19]. Наиболее существенным природным фактором, способным изменять содержание и формы нахождения растворенных металлов в речных водах, видимо являются растворенные органические соединения [24]. При прочих равных условиях, относительно грубозернистый взвешенный материал горных рек содержит меньше металлов, чем взвесь равнинных рек [12]. При этом для таких металлов как Mn, Ni или Zn увеличение роли растворенных форм всегда связано с техногенным влиянием. Для Pb и Fe взвешенные формы доминируют даже в сильнозагрязненных реках [19].

Содержание микроэлементов группы тяжелых металлов в водах природных водотоков – рек горного типа, характерных для Сахалина и южных Курильских островов, как правило, носит следовый характер.

Содержание общего железа в поверхностных водах рек о. Сахалин в весенний период находится в основном в пределах 0,20–0,70 мг Fe/л. Во время летне-осенней и зимней межени содержание железа в русловых водах несколько понижается (до 0,02–0,44 мг Fe/л). Воды рек о. Сахалин по общему содержанию в них катионов относятся к категории очень мягких вод. В период весеннего половодья жесткость их находится в основном в пределах 0,10–1,0 мг-экв./л. В отдельные годы в водах Фирсовки отмечается хорошо выраженное преобладание ионов Ca^{++} (более 1,20 мг-экв./л) [18].

В зависимости от времени года минерализация р. Фирсовка увеличивается от весеннего половодья до маловодных периодов летне-осенней и зимней межени с 61,7 до 134,5 мг/л, а количество фосфатов и общего железа уменьшается в несколько раз (табл. 3).

В апреле 2019 г. на участках русла р. Фирсовка, в районе естественных нерестилищ



Рисунок 3. Установка икорной ловушки перед вскрытием нерестового бугра кеты (р. Фирсовка), апрель 2019 года

Figure 3. Installation of a caviar trap before opening a chum salmon spawning mound (Firsovka river), April 2019

Таблица 3. Характеристика биогенных веществ поверхностных вод р. Фирсовка [18] / **Table 3.** Characteristics of biogenic substances of surface waters of Firsovka river [18]

	Минерализация, мг/л	Фосфаты, мг P/л	Железо общее, мг Fe/л	Кремний, мг Si/л	pH
Весеннее половодье	61,7	0,077	0,72	3,0	6,8
Летне-осенняя и зимняя межень	134,5	0,010	0,21	3,0	6,9

кеты, нами были обследованы контрольные площадки площадью 0,5-0,7 м² и произведено вскрытие нерестовых бугров кеты. Нерестовые бугры вскрывали с использованием икряной ловушки из мелкочаеистой сетки, покрывающей площадь дна 1 м². Учет предличинок вели с применением специального уловителя, полностью охватывающего площадку по ширине (рис. 3).

Раскапывание контрольной площадки обычно начинали с нижней (относительно течения) части нерестового бугра. После вскрытия каждой площадки материал доставляли на берег для изучения.

Личинок и мертвую икру различали визуально, величину смертности устанавливали сопоставлением количества личинок и мертвых икринок. Отдельно учитывали количество неоплодотворенных икринок и оболочек (рис. 4).

Личинки от естественного нереста кеты в этот период находятся в состоянии покоя, на эндогенном питании желтком. Водоснабжение в буграх обеспечено смесью грунтовой и речной воды, соотношение которой в долях выяснять практически невозможно [11].

Выживаемость покоящихся стадий регистрировали до начала весеннего половодья [14].

Рыбоводная продукция ЛРЗ «Фирсовка» (искусственно воспроизведенная горбуша и кета) в это время находилась в затемненном помещении цеха-питомника в состоянии покоя, согласно применяемой биотехнике искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей [7]. Водоснабжение в питомной части цеха задавалось подачей смеси грунтовой и речной воды с регулируемыми параметрами температуры, в соответствии с графиком терморегуляции для обеспечения оптимальных условий при наступлении последующих этапов развития рыбоводной продукции.

На этапе прохождения личинками кеты стадии покоя в нерестовых буграх и искусственном субстрате на рыбоводном предприятии, питание полностью эндогенное, организм получает все необходимые вещества из



Рисунок 4. Личинки и погибшая икра кеты из нерестового бугра

Figure 4. Larvae and dead chum salmon eggs from a spawning mound

желтка; сорбция микроэлементов из воды, имеющей одинаковый гидрохимический состав, незначительна и происходит через кожу и сеть капилляров желточного мешка, а затем, на личиночном этапе – через жаберный аппарат [11].

Результаты биологического анализа личинок кеты естественного нереста из р. Фирсовка и искусственно воспроизведенной на ЛРЗ «Фирсовка» представлены в таблице 4.

Таблица 4. Результаты биологического анализа личинок кеты естественного нереста (р. Фирсовка) и искусственно воспроизведенных на ЛРЗ «Фирсовка», апрель 2019 года / **Table 4.** Results of biological analysis of naturally spawning chum salmon larvae (Firsovka River) and artificially reproduced ones at Firsovka Fish Processing Plant, April 2019

Кол-во, шт.	АС, мм (среднее)	АД, мм (среднее)	Р _{общ.} , мг (среднее)	Р ж/м, мг (среднее)	% желтка
Личинки кеты естественного нереста					
219	35,1	32,0	302,4	33,7	11,0
Искусственно воспроизведенные личинки кеты (средние партии)					
100	36,9	33,9	288,9	38,1	13,17

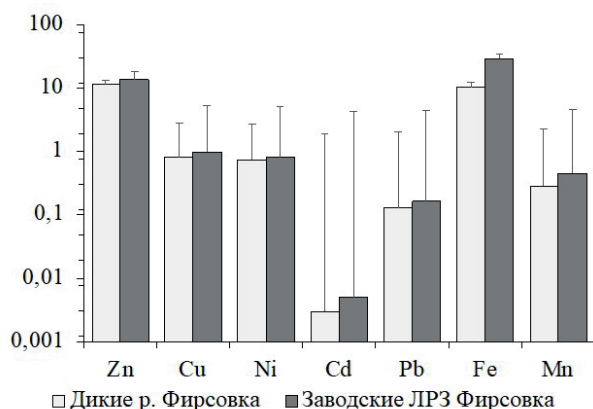


Рисунок 5. Концентрация микроэлементов в диких и заводских личинках кеты (р. Фирсовка и ЛРЗ «Фирсовка»), мкг/г сырой массы

Figure 5. Concentration of trace elements in wild and factory chum salmon larvae (Firsovka river and Firsovka dairy farm), mcg/g of crude weight

Обращает на себя внимание, что личинки кеты естественного нереста, по результатам биологического анализа, имеют меньшую среднюю длину АС и АД (35,1–32,0 мм), чем их «искусственные» сородичи средних партий сбора (36,9–33,9 мм); личинки естественного нереста более высокотелые, а искусственно воспроизведенные – более прогонистые. Остаток желтка у «дикой» молоди кеты составляет в среднем 11,0%, что сопоставимо с остатком желтка «заводской» молоди (13,17%). Этот факт может свидетельствовать о достаточно благоприятных условиях проведения этапа выдерживания личинок на данном рыбоводном предприятии и строгом соблюдении всех необходимых экологических требований для создания оптимальных условий в период покоя рыболовной продукции [1].

Результаты анализа на содержание микроэлементов в диких и заводских личинках кеты представлены в мкг/г сырой массы и показаны на рисунке 5.

Содержание всех определяемых микроэлементов у дикой и заводской молоди из р. Фирсовка практически повторяет друг друга, однако четко присутствует тенденция небольшого превышения концентраций всех металлов у заводской по сравнению с естественной молодью. Это обуславливается различным гидрохимическим составом воды – водоснабжение цеха производится смесью грунтовой и речной воды в определенных пропорциях для обеспечения терморегуляции развития рыболовной продукции [11].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

После оплодотворения, на уровне тенденции, наблюдалось увеличение концентрации Zn, Cu и Ni от гамет к зиготам; увеличение Mn, Pb, Cd и Fe в оплодотворенной икре, по сравнению с гаметами в яичниках самок, прослеживалось не во всех пробах.

Момент вылупления – критический в ходе изменчивости микроэлементного состава рыб на ранних этапах жизненного цикла. В этот момент с оболочкой и перивителлиновой жидкостью теряется значительная доля металлов, содержащихся в эмбрионах. Медь и другие металлы теряются как кофакторы вылупления, ферменты, растворяющие хорион при вылуплении. На последующих этапах раннего онтогенеза содержание металлов в организме рыб начинает возрастать в соответствии с их концентрациями в воде.

Максимальные колебания концентраций микроэлементов приходятся на период раннего онтогенеза лососей. При этом изменение концентрации обусловлены не столько внешними факторами, сколько эндогенными причинами (переход на следующий этап развития).

На уровне тенденции обнаружено небольшое превышение концентраций всех металлов у заводской, по сравнению с естественной, молодью.

Авторы выражают искреннюю признательность за участие в сборе и транспортировке проб А.А. Захарченко, В.П. Погдину и В.В. Валееву.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: А.В. Литвиненко – идея статьи, корректировка текста; С.В. Горячев – участие в первичной пробоподготовке образцов; М.М. Донец – систематизация и анализ данных; М.А. Беланов – участие в первичной пробоподготовке образцов, обработка данных; А.Д. Боровкова – анализ данных, корректировка текста; И.В. Карпенко – сбор и анализ данных; А.С. Багдасарян – подготовка обзора литературы; В.Ю. Цыганков – подготовка статьи и ее окончательная проверка

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: A.V. Litvinenko – the idea of the article, text correction; S.V. Goryachev – participation in primary sample preparation; M.M. Donets – systematization and analysis of data; M.A. Belanov – participation in primary sample preparation, data processing; A.D. Borovkova – data analysis, text correction; I.V. Karpenko – data collection and analysis; A.S. Bagdasaryan – preparation of the literature review; V.Yu. Tsygankov – preparation of the article and its final verification.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бойко А.В. Экологические особенности искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на современных рыбоводных заводах Сахалинской области: автореф. дисс. ...канд. биол. наук. – Петрозаводск. 2014. 24 с.
2. Введенская Т.Л., Уколова Т.К., Свириденко В.Д. Гидрохимическая характеристика реки Большая (Камчатка) / Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и Северо-Западной части Тихого океана. 2006. Вып. 8. С. 158-165.
3. Владовская С.А. Микроэлементы и тяжелые металлы в кормах для рыб // Анал. и реф. инф. Сер. Корма и кормление рыб в аквакультуре / Всерос. науч.-исслед. и проектно-конструкт. институт экон., инф. и АСУ рыбного хозяйства. 2001. № 1. С. 17-27.
4. Воробьев В.И. Биогеохимические основы пресноводной аквакультуры // Вопросы экологии, физиологии рыб, ихтиопатология. – Калининград, 1990. С. 4-8.
5. ГОСТ 26929-94. Сырье и продукты пищевые. Подготовка проб. Минерализация для определения содержания токсичных элементов. – Москва: Стандартинформ. 2010. 12 с.
6. Гриценко О.Ф. Проходные рыбы острова Сахалин. Систематика, экология, промысел. – М.: ВНИРО. 2002. 248 с.
7. Ефанов В.Н., Бойко А.В. Экологические особенности и оптимизация условий искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на современных рыбоводных заводах Сахалинской области: моногр. – Южно-Сахалинск: СахГУ. 2014. 124 с.
8. Живоглядов А.А., Живоглядова Л.А. Воспроизводство тихоокеанских лососей (*Oncorhynchus*) в реках, впадающих в залив Терпения (Сахалин) // Вопросы ихтиологии. 2019. Т. 59. №2. С. 175-185.
9. Запорожец Г.В. Микроэлементы в теле молоди тихоокеанских лососей: прикладные аспекты // Известия ТИНРО. 2006. Т. 146. С. 35-55.
10. Литвиненко А.В., Салимзянова К.Р., Христофорова Н.К., Данилин Д.Д., Цыганков В.Ю. Половые различия в содержании микроэлементов в органах и тканях нерки из восточных заливов полуострова Камчатка // Вестник Камчатского технического государственного университета. № 65. 2023. С. 111-122.
11. Литвиненко А.В. Влияние экологических факторов на формирование микроэлементного состава тихоокеанских лососей в процессе онтогенеза: дисс. докт. биол. наук. – Якутск. 2025. 313 с.
12. Лубченко И.Ю., Белова И.В. Миграция элементов в речных водах // Литология и полезные ископаемые. № 2. 1973. С. 23-29.
13. Лукьянова О.Н. Гидрохимическая основа биопродуктивности нерестово-выростных лососевых озёр // Автореф. дисс. ... канд. биол. наук. 2007. 22 с.
14. Методические указания. Оценка состояния нерестилищ тихоокеанских лососей. – М.: ВНИРО. 1987. 28 с.
15. Морозов Н.П., Петухов С.А. Переходные и тяжелые металлы в промысловой ихтиофауне океанических, морских и пресных вод. // Рыбное хозяйство. 1977. № 5. С. 11-13.
16. Морозов Н.П., Петухов С.А. Микроэлементы в промысловой ихтиофауне Мирового океана. – М.: Агропромиздат. 1986. 160 с.
17. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). – М.: «Пищевая промышленность». 1966. 267 с.
18. Ресурсы поверхностных вод СССР: Основные гидрологические характеристики (за 1963-1970 гг. и весь период наблюдений): [В 20 т.] / Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Т. 18: Дальний Восток, вып. 4. Сахалин и Курилы / Упр. гидрометеорол. службы Дальнего Востока. 1974. 262 с.
19. Шулькин В.М. Металлы в экосистемах морских мелководий. – Владивосток: Дальнаука, 2004. 279 с.
20. Beattie J.H., Pascoe D. (1978). Cadmium uptake by rainbow trout *Salmo gairdneri* eggs and alevins. // J. Fish. Biol. v. 13, No.5. Pp. 631-637.
21. Fletcher G.L., King M.J. (1977). Cooper, zinc, calcium, magnesium and phosphate in the gonads and livers of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) during spawning migration. // Comp. Biochem. Physiol. Vol. 60. Pp. 127-130.
22. Hagenmaier H.E. (1974a). The hatching process in fish embryos. IV. The enzymological properties of a highly purified enzyme (chorionase) from the hatching fluid of the rainbow trout. // Comp. Biochem. Physiol. B, 49. – Pp. 313-324.
23. Hagenmaier H.E. (1974b). The hatching process in fish embryos. V. Characterisation of the hatching protease (chorionase) from the perivitelline fluid of the rainbow trout as a metalloenzyme. Wilhelm Roux' Arch. Entwicklungsmech. Org., 175: 157-162.
24. Martin J.-M., Whitefield M. (1981). The significance of the river input of chemical elements to the ocean / Eds Wong et al. // Trace Metals in the Sea Water, NATO Series, Plenum Press. Pp. 265-296.
25. Meng F., Li M., Tao Z., Yuan L., Song M., Ren Q., Xin X., Meng Q., Wang R. (2016) Effect of high dietary copper on growth, antioxidant and lipid metabolism enzymes of juvenile larger yellow croaker *Larimichthys croceus*. Aquac Rep 3:131–135.
26. Montory M., Habit E., Fernandez P., Grimalt J.O., Kolok A.S., Barra R.O., Ferrer J., (2020). Biotransport of persistent organic pollutants in the southern Hemisphere by invasive Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in the rivers of northern Chilean Patagonia, a UNESCO biosphere reserve. Environ. Int. 142, 105803.
27. Yabanli Murat & Şener Idris & Yozukmaz Aykut & Öner Süleyman & Yapici Hatice Hasanhocaoglu. Heavy metals in processed seafood products from Turkey: risk assessment for the consumers. Environmental Science and Pollution Research (2021) 28:53171–53180. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14569-z>
28. Westerhagen H., von Dethlefsen V., Rosenthal H. (1979). Combined effects of cadmium, copper and developing herring eggs and larvae. – Helgolander wiss Meeresunters. v. 32. No. 3. Pp. 257-278.

LITERATURE AND SOURCES

- Boyko A.V. (2014). Ecological features of artificial reproduction of Pacific salmon in modern fish hatcheries of the Sakhalin region: abstract. diss. ...kand. biol. sciences. – Petrozavodsk. 24 p. (In Russ.)
- Vvedenskaya T.L., Ukolova T.K., Sviridenko V.D. (2006). Hydrochemical characteristics of the Bolshaya River (Kamchatka) / Studies of aquatic biological resources of Kamchatka and the Northwestern Pacific Ocean. Issue 8. Pp. 158-165. (In Russ.)
- Vladovskaya S.A. (2001). Microelements and heavy metals in fish feeds // Anal. and ref. inf. Ser. Fish feed and feeding in aquaculture / Vseros. nauch.-research. and the design concept. Institute of Economics, Information and Automated Control Systems of Fisheries. No. 1. pp. 17-27.
- Vorobyov V.I. (1990). Biogeochemical foundations of freshwater aquaculture // Issues of ecology, physiology of fish, ichthyopathology. – Kaliningrad. Pp. 4-8. (In Russ.)
- GOST 26929-94. Raw materials and food products. Sample preparation. Mineralization to determine the content of toxic elements. – Moscow: Standartinform. 2010. 12 p. (In Russ.)
- Gritsenko O.F. (2002). Passing fish of Sakhalin Island. Systematics, ecology, fishing. – M.: VNIRO. 248 p. (In Russ.)
- Efanov V.N., Boyko A.V. (2014). Ecological features and optimization of conditions for artificial reproduction of Pacific salmon in modern fish hatcheries of the Sakhalin region: monogr. – Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhgu. 124 p. (In Russ.)
- Zhivoglyadov A.A., Zhivoglyadova L.A. (2019). Reproduction of Pacific salmon in rivers flowing into the Gulf of Patience (Sakhalin) // Questions of Ichthyology. Vol. 59. No. 2. Pp. 175-185. (In Russ.)
- Zaporozhets G.V. (2006). Microelements in the body of juvenile Pacific salmon: applied aspects // Izvestiya TINRO. Vol. 146. Pp. 35-55. (In Russ.)
- Litvinenko A.V., Salimzyanova K.R., Khristoforova N.K., Danilin D.D., Tsygankov V.Yu. (2023). Sex differences in the content of trace elements in the organs and tissues of sockeye salmon from the eastern bays of the Kamchatka Peninsula // Bulletin of the Kamchatka Technical State University. No. 65. Pp. 111-122. (In Russ.)
- Litvinenko A.V. (2025). The influence of environmental factors on the formation of the microelement composition of Pacific salmon in the process of ontogenesis: diss.. doct. biol. sciences. – Yakutsk. 313 p. (In Russ.)
- Lubchenko I.Yu., Belova I.V. (1973). Migration of elements in river waters // Lithology and minerals. No. 2. Pp. 23-29. (In Russ.)
- Lukyanova O.N. (2007). Hydrochemical basis of bioproductivity of spawning and rearing salmon lakes // Abstract. diss. ... kand. biol. sciences. 22 p. (In Russ.)
- Methodological guidelines. Assessment of the state of Pacific salmon spawning grounds. Moscow: VNIRO. 1987. 28 p. (In Russ.)
- Morozov N.P., Petukhov S.A. (1977). Transitional and heavy metals in commercial ichthyofauna of oceanic, marine and fresh waters. // Fisheries. No. 5. Pp. 11-13. (In Russ.)
- Morozov N.P., Petukhov S.A. (1986). Microelements in the commercial ichthyofauna of the World Ocean. Moscow: Agropromizdat. 160 p. (In Russ.)
- Pravdin I.F. (1966). Guidelines for the study of fish (mainly freshwater). – M.: «Food industry». 267 p. (In Russ.)
- Surface water resources of the USSR: Main hydrological characteristics (for 1963-1970 and the entire observation period): [In 20 volumes] / Gl. upr. hydrometeorol. Services under the Council of Ministers of the USSR. Vol. 18: Far East, vol. 4. Sakhalin and the Kuriles / Upr. hydrometeorol. services of the Far East. 1974. 262 p. (In Russ.)
- Shulkin V.M. (2004). Metals in marine shallow water ecosystems. Vladivostok: Dalnauka Publ. 279 p. (In Russ.)
- Beattie J.H., Pascoe D. (1978). Cadmium uptake by rainbow trout *Salmo gairdneri* eggs and alevins. // J. Fish. Biol. v. 13, No.5. Pp. 631-637.
- Fletcher G.L., King M.J. (1977). Cooper, zinc, calcium, magnesium and phosphate in the gonads and livers of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) during spawning migration. // Comp. Biochem. Physiol. Vol. 60. Pp. 127-130.
- Hagenmaier H.E. (1974a). The hatching process in fish embryos. IV. The enzymological properties of a highly purified enzyme (chorionase) from the hatching fluid of the rainbow trout. // Comp. Biochem. Physiol. B, 49. – Pp. 313-324.
- Hagenmaier H.E. (1974b). The hatching process in fish embryos. V. Characterisation of the hatching protease (chorionase) from the perivitelline fluid of the rainbow trout as a metalloenzyme. Wilhelm Roux' Arch. Entwicklungsmech. Org., 175: 157-162.
- Martin J.-M., Whitefield M. (1981). The significance of the river input of chemical elements to the ocean / Eds Wong et al. // Trace Metals in the Sea Water, NATO Series, Plenum Press. Pp. 265-296.
- Meng F., Li M., Tao Z., Yuan L., Song M., Ren Q., Xin X., Meng Q., Wang R. (2016) Effect of high dietary copper on growth, antioxidant and lipid metabolism enzymes of juvenile larger yellow croaker *Larimichthys croceus*. Aquac Rep 3:131–135.
- Montory M., Habit E., Fernandez P., Grimalt J.O., Kolok A.S., Barra R.O., Ferrer J., (2020). Biotransport of persistent organic pollutants in the southern Hemisphere by invasive Chinook salmon (*Oncorhynchus tshawytscha*) in the rivers of northern Chilean Patagonia, a UNESCO biosphere reserve. Environ. Int. 142, 105803.
- Yabanli Murat & Şener Idris & Yozukmaz Aykut & Öner Süleyman & Yapici Hatice Hasanhocaoğlu. Heavy metals in processed seafood products from Turkey: risk assessment for the consumers. Environmental Science and Pollution Research (2021) 28:53171–53180. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14569-z>
- Westerhagen H., von Dethlefsen V., Rosenthal H. (1979). Combined effects of cadmium, copper and developing herring eggs and larvae. – Helgolander wiss Meeresunters. v. 32. No. 3. Pp. 257-278.

Материал поступил в редакцию/ Received 24.08.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 19.09.2025



Влияние аквапонической системы на гидрохимический состав воды

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-109-115>
EDN: WXZNGE

Научная статья
УДК 639.331.5:631.811.91

Махонина Василиса Андреевна – специалист лаборатории разведения объектов аквакультуры, Россия, Московская область, Ногинский район, посёлок имени Воровского
E-mail: vasilisa-0024@mail.ru

Якимова Полина Сергеевна – лаборант лаборатории разведения объектов аквакультуры, Россия, Московская область, Ногинский район, посёлок имени Воровского
E-mail: Yak_i_Mova@mail.ru

Мамонова Анастасия Сергеевна – заведующая лабораторией, старший научный сотрудник лаборатории разведения объектов аквакультуры, Россия, Московская область, Ногинский район, посёлок имени Воровского
E-mail: mamonova84@gmail.com

Всероссийский научно-исследовательский институт интегрированного рыбоводства – филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»

Адрес: Россия, 142460, Московская область, Ногинский район, посёлок имени Воровского, ул. Сергеева, д. 24

Рисунок 2. Установка плавучей грядки / **Figure 2.** Installing a floating garden

Аннотация. В условиях растущего дефицита водных и земельных ресурсов, технологии аквапоники представляют собой перспективную альтернативу для высокопродуктивного производства пищевой продукции. За счёт использования питательных отходов аквакультуры гидропоника получает органическое удобрение, что исключает применение (синтетических) питательных веществ и кондиционеров-нейтрализаторов для очистки воды. Одной из важнейших задач для производителей является оптимизация использования водных ресурсов. В данном исследовании показано влияние аквапониической системы на содержание в воде продуктов метаболизма гидробионтов – фосфатов, нитритов, нитратов. Также был проведён сравнительный анализ роста и среднесуточного прироста микрозелени с контрольными растениями.

Ключевые слова: аквапоника, загрязнение воды, водоподготовка, гидрохимические показатели, интегрированные системы

Для цитирования: Махонина В.А., Якимова П.С., Мамонова А.С. Влияние аквапониической системы на гидрохимический состав воды // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 109-115.
<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-109-115>

THE EFFECT OF THE AQUAPONIC SYSTEM ON THE HYDROCHEMICAL COMPOSITION OF WATER

Vasilisa A. Makhonina – specialist Laboratory of breeding of aquaculture facilities, Russia, Moscow Region, Podolsk City District, Dubrovitsy settlement

Polina S. Yakimova – laboratory assistant Laboratory of breeding of aquaculture facilities, Russia, Moscow Region, Podolsk City District, Dubrovitsy settlement

Anastasia S. Mamonova – head of the Laboratory, Senior Researcher Laboratory of breeding of aquaculture facilities, Russia, Moscow Region, Podolsk City District, Dubrovitsy settlement

All-Russian Scientific Research Institute of Integrated Fish Farming, a branch of the Federal State Budgetary Institution Federal Research Center of Animal Husbandry named after Academician L.K. Ernst

Address: Russia, 142460, Moscow region, Noginsky district, village named after Vorovsky, Sergeeva Str., 24

Annotation. In the context of the growing shortage of water and land resources, aquaponics technologies represent a promising alternative for highly productive food production. Through the use of nutrient waste from aquaculture, hydroponics receives organic fertilizer, which eliminates the use of (synthetic) nutrients and neutralizer conditioners for water purification. One of the most important tasks for producers is to optimize the use of water resources. This study shows the effect of the aquaponic system on the content of hydrobiont metabolism products in water – phosphates, nitrites, and nitrates. A comparative analysis of the growth and average daily growth of micro-greens with control plants was also carried out.

Keywords: aquaponics, water pollution, water treatment, hydrochemical indicators, integrated systems

For citation: Makhonina V. A., Yakimova P.S., Mamonova A.S. (2025). The effect of the aquaponic system on the hydrochemical composition of water // Fisheries. No. 5. Pp. 109-115.
<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-109-115>

Рисунки – авторские / The drawings was made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Аквапоника – это технология, включающая совместное выращивание растений и рыб. Данная ресурсосберегающая замкнутая

система производства продуктов питания имеет преимущества как перед аквакультурой, так и перед гидропоникой. Благодаря ей при производстве продукции отсутству-

ет необходимость в использовании химических удобрений, снижается количество сельскохозяйственных стоков и происходит естественная очистка воды за счёт использования фитофильтров, роль которых выполняют культурные растения [5]. В системах аквапоники биологические отходы, выделяемые рыбой, и отходы, образующиеся в результате разложения корма, поглощаются растениями в качестве питательных веществ для роста. Данный метод позволяет растениям удалять нежелательные отходы питательных веществ из воды и повторно использовать воду для содержания рыбы [4]. Таким образом, аквапоника считается экономичной системой, в которой растения и водные организмы образуют искусственную экосистему и дополняют друг друга, что выгодно производителям. Одной из лучших особенностей данной системы является экономия воды и продление её срока службы, что снижает уровень загрязнения [3].

По данным на 2024 г., объём мирового рынка систем аквапоники оценивался в 1,5 млрд долл. США. Ожидается, что к 2033 г. этот показатель достигнет 4,8 млрд долл. США [7]. По состоянию на тот же год, доходы рынка гидропонных крытых ферм были оценены в 5,23 млрд долл. США [8].

Аквапоника имеет ряд достоинств по сравнению с традиционным сельским хозяйством:

- не используются химические удобрения, пестициды или гербициды [6]. Исследования показывают, что можно в десять раз увеличить производство без использования вредных химикатов или пестицидов, при этом расходуя всего от двух до десяти процентов воды, используемой при традиционных методах ведения сельского хозяйства [2];
- круглогодичное производство со стабильной продуктивностью. Гидропоника дает на 20-25% выше урожайность [9], в присутствии гидробионтов данные показатели увеличиваются в несколько раз;
- исключает трудности земледелия [1].

Потенциальные преимущества интегрированного производства включают увеличение прибыли за счёт продажи рыбы и растений, минимизацию зависимости от синтетических удобрений, а также – независимое от местоположения и сезона производство белка и овощей в «пустынях» [3].

Использование современных технологий выращивания откроет новые возможности для рынка сельскохозяйственных культур. Аквапоника является одним из наиболее перспективных решений в данном направлении.



Рисунок 1. Схема опыта

Figure 1. The scheme of the experience

ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

Цель – оптимизировать использование водных ресурсов для интегрированного выращивания гидробионтов и гидропонных культур.

Задачи поставлены следующие:

1. Изучить влияние аквапонической системы на содержание фосфатов, нитритов и нитратов в воде для выращивания рыбы.
2. Сравнить показатели роста опытных растений с контролем.
3. Отследить показатели среднесуточного прироста микроразелени.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Эксперимент проводился на базе аквариальной Всероссийского научно-исследовательского института интегрированного рыбоводства – филиала ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста». Институт проводит фундаментальные, поисковые и прикладные научные исследования в области рыбоводства с элементами интегрированных технологий,

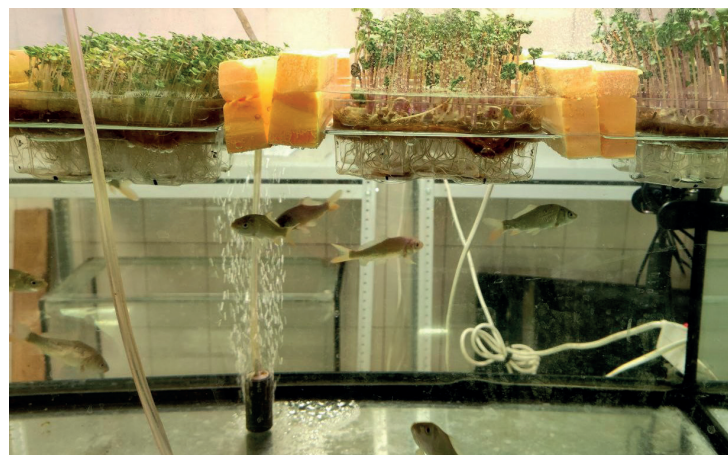


Рисунок 3. Плавучие грядки в опытном аквариуме

Figure 3. Floating beds in an experimental aquarium



Рисунок 4. Урожай микрозелени
Figure 4. Harvest of microgreens

разведения и воспроизводства объектов аквакультуры, генетики и селекции гидробионтов. Опыт был проведён в двух повторностях. Для исследования были сформированы по 2 группы (n=9) сеголеток карпа (*Cyprinus carpio*) породы чувашский чешуйчатый. В опытах I и II средняя ихтиомасса была равна 7,6 грамма; в контролях I и II – 7,7 грамма.

Объём каждого аквариума составлял 80 л, система аэрации и фильтрации была идентична. Уровень воды корректировался для ком-

пенсации потерь на испарение и взятие проб. Над каждым аквариумом было установлено по 1 фитолампе мощностью 40 Вт (12 ч в сутки) и по 1 люминесцентной лампе мощностью 18 Вт (круглосуточно). Температурный режим был стабильным 22,1-22,2 °С. Схема опыта представлена на рисунке 1.

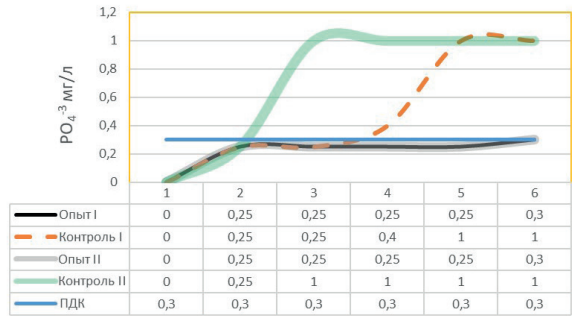


Рисунок 5. Динамика концентрации фосфатов
Figure 5. Dynamics of phosphate concentration

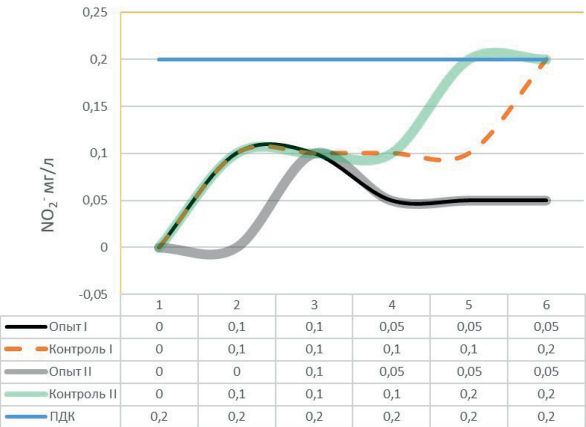


Рисунок 6. Динамика концентрации нитритов
Figure 6. Dynamics of nitrite concentration

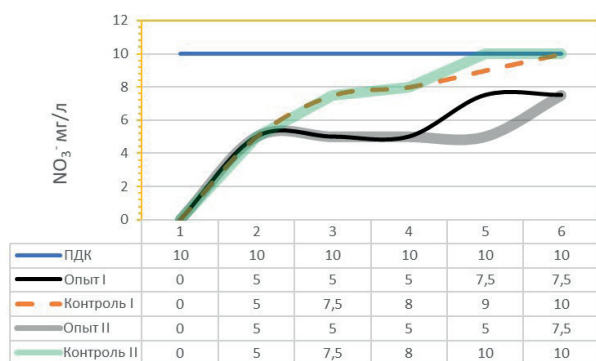


Рисунок 7. Динамика концентрации нитратов
Figure 7. Dynamics of nitrate concentration

Предварительно были пророщены необработанные семена растений из набора для выращивания микрозелени «Сеем семена» до появления корневой системы, которая достигла необходимого размера за три дня. Видовой состав растений выбран следующий: редис (*Raphanus sativus*); кресс-салат (*Lepidium sativum*); салат руккола (*Eruca sativa*); горчица (*Sinapis alba*); капуста кольраби (*Brassica oleracea* L. var. *gongylodes* L.). Навеска семян по $2 \pm 0,2$ г на грядку (1 лоток), заявленная всхожесть 95%.

В аквариумы с опытами I и II были установлены по 6 плавучих лотков с растениями таким образом, чтобы корни находились в воде. Водобмен внутри лотков осуществлялся постоянно за счёт отверстий, проделанных в пластике, и течения, создаваемого фильтром.

Ежедневно растения опрыскивали аквариумной водой. В каждом лотке содержалась монокультура – редис, представленный двумя грядками в каждой группе. Для контроля микрозелени использовалась водопроводная вода, культуры для контроля были выбраны следующие: редис, руккола, кресс-салат.

Для исследования каждые 3 дня осуществлялся отбор проб воды. Гидрохимические показатели определяли стандартным набором химических реактивов. Учитывали концентрацию фосфатов (PO_4^{3-}), нитритов (NO_2^-) и нитратов (NO_3^-). Полученные значения сравнивали со значениями ПДК. Методом репрезентативной выборки ежедневно избирали по 10 штук растений для контроля высоты стебля.

Длительность эксперимента составила 16 дней. Для статистической обработки данных использовались программы Microsoft Excel и Microsoft Word.

РЕЗУЛЬТАТЫ

За две недели эксперимента в опыте I и опыте II не было отмечено превышение ПДК фосфатов. Контроль I и контроль II показали превышение ПДК уже на 4 и 3 измерение соответственно (10 и 7 день с установки плавучих грядок). Превышение ПДК к концу эксперимента в контроле I и контроле II составило 0,7 мг/л. Содержание фосфатов в контроле I и II на 70% больше показателей опытов I и II.

Концентрация нитритов за время эксперимента не превысила ПДК ни в одной из групп. При этом, на 7 день (3 измерение) в опытах I и II и контролях I и II показатель был равен 0,1 мг/л. Затем была отмечена тенденция к снижению содержания нитритов в опытах I и II до 0,05 мг/л, в то время как в контролях I и II данный показатель достиг 0,2 мг/л, что на 75% больше показателей опытов.

Содержание нитратов также не превысило ПДК за время эксперимента. Однако концентрация нитратов в опытах I и II в конце эксперимента была на 2,5 мг/л ниже, чем в контролях. Разница составила 25%.

Анализ линейного роста микрозелени указывает на то, что в опытах I и II растения росли

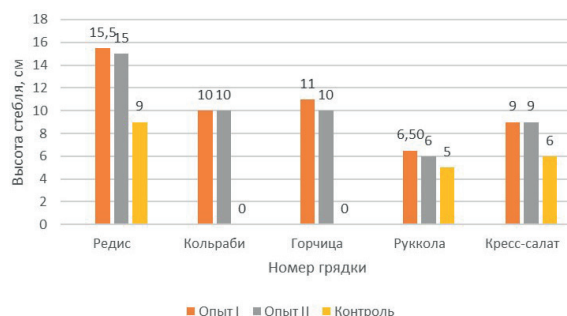


Рисунок 8. Высота растений в конце эксперимента

Figure 8. Height of plants at the end of the experiment

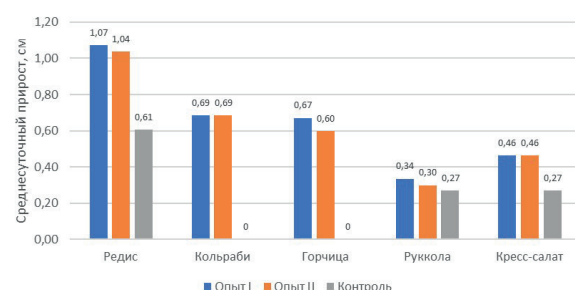


Рисунок 9. Среднесуточный прирост растений, см

Figure 9. Average daily plant growth, cm

примерно одинаково, при этом контроль микрозелени, выросший на водопроводной воде, отставал в росте. Разница между средними показателями опытов и контролем составила: для редиса – 40,98%; для рукколы – 20%; для кресс-салата – 33,3%.

Среднесуточный прирост в опыте I и II находился примерно на одном уровне. Контроль имел более низкие значения. Разница между средними показателями опытов и контролем составила: для редиса – 61,64%; для рукколы – 15,62%; для кресс-салата – 41,30%.

Проведённое исследование показало, что использование плавучих грядок для выращивания микрозелени в аквариуме оказывает положительное влияние как на рост растений, так и на гидрохимические параметры воды. Корневая система растений эффективно поглощает питательные вещества из воды, что способствует их активному развитию и дополнительно уменьшает риск цветения воды. Система работает как естественный биофильтр, создавая более благоприятные условия для рыб. Метод плавучих грядок позволяет совмещать аквакультуру и растениеводство, что делает его перспективным для домашнего и коммерческого использования. Данная технология проста в реализации и экологична с точки зрения очистки и экономии водных ресурсов.

ВЫВОДЫ

1. Полученные данные демонстрируют высокую эффективность аквапонной системы как замкнутого цикла переработки метаболитов с применением фиторемедиации. Корневая система микрозелени выступает высокоэффективным биофильтром. Наиболее значительная утилизация нитритов (NO_2^-) на 75% является ключевым показателем, так как нитриты высокотоксичны для рыб даже в малых концентрациях. Это доказывает, что растения создают благоприятную среду для нитрифицирующих бактерий. Снижение фосфатов (PO_4^{3-}) на 70% свидетельствует об активном потреблении фосфора, который является макроэлементом для развития корневой системы и энергетического обмена растений. Нитраты являются основной доступной формой азота, потребляемой растениями, и система успешно поддерживает их баланс, предотвращая накопление, о чём свидетельствует утилизация нитратов (NO_3^-) на 25%.
2. Результаты подтверждают преимущество органического питания в аквапонной системе. Разница в приросте между культурами

(редис +40,98% по сравнению с контролем, кресс-салат +33,3%, руккола +20%) указывает на видовую специфичность отклика на питание. Редис и кресс-салат, известные своей скороспелостью и высоким потреблением азота, показали наибольшую эффективность в усвоении питательных веществ из аквапонного раствора. Руккола, возможно, предъявляет иные требования к соотношению элементов или имеет более медленные темпы начального роста.

3. Установка плавучих грядок в рыбоводные ёмкости позволяет увеличить среднесуточный прирост растений: редиса – на 61,64%; рукколы – на 15,62%; кресс-салата – на 41,30%. Это обеспечивается мгновенной доступностью питательных веществ. Корни контактируют со свежими, не окисленными соединениями. Также корневая система, находящаяся в хорошо аэрируемой воде, активно дышит, что ускоряет все метаболические процессы и поглощение элементов. Поверхность корней (ризосфера) становится идеальным местом для колонизации нитрифицирующими бактериями, что формирует естественный биофильтр.

Проведённое исследование показывает, что интегрированная аквапонная система, которая включает в себя прямой контакт корней растений с водой, обладает высокой эффективностью, устойчивостью и продуктивностью. Она решает две задачи одновременно: обеспечивает высокие темпы производства качественной растительной продукции и создает оптимальные условия для гидробионтов за счет естественной биологической очистки воды.

Исследования проведены за счет средств государственного задания Минобр России №FGGN-2024-0013

The research was carried out at the expense of the state assignment of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation No.FGGN-2024-0013

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: В.А. Махонина – методика, проведение исследования, сбор и обработка данных, написание исходного варианта рукописи; П.С. Якимова – методика, проведение исследования, сбор и обработка данных, написание исходного варианта рукописи; А.С. Мамонтова – проверка результатов, редактирование рукописи.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: V.A. Makhonina –

methodology, conducting research, collecting and processing data, writing the original version of the manuscript;
P.S. Yakimova – *methodology, conducting research, collecting and processing data, writing the original version of the manuscript;*
A.S. Mamonova – *checking the results, editing the manuscript.*

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Патанина К.В., Бойцова Ю.С., Аленин И.П. Статистика и тенденции развития технологий рынка гидропонного земледелия // Национальный исследовательский университет ИТМО – Россия. г. Санкт-Петербург. Journal of Economy and Business, vol. 12-1 (70), 2020. ISBN978-92-5-108532-5
2. Dhal S.B., Jungbluth K., Lin R., Sabahi S.P., Bagavathiannan M., Braga-Neto U., Kalafatis S. A Machine-Learning-Based IoT System for Optimizing Nutrient Supply in Commercial Aquaponic Operations. Sensors – Basel. 2022 May 5;22(9):3510. <https://doi.org/10.3390/s22093510>
3. Khater E.S., Bahnasawy A., Ali S. et al. Study on the plant and fish production in the aquaponic system as affected by different hydraulic loading rates. Sci Rep 13, 17505 (2023). <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44707-1>
4. Lam S.S., Ma N.L., Jusoh A., Ambak M.A. (2015) Biological nutrient removal by recirculating aquaponic system: Optimization of the dimension ratio between the hydroponic & rearing tank components. – Int Biodeterior Biodegradation. 102:107-115. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.03.012>
5. Sewilam H., Kimera F., Nasr P. et al. (2022). A sandponics comparative study investigating different sand media based integrated aqua vegiculture systems using desalinated water. Sci Rep 12, 11093 <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15291-7>
6. Somerville C., Cohen M., Pantanella E., Stankus A., & Lovatelli A. (2014). Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, (589). ISBN978-92-5-108532-5
7. Проверенные рыночные отчёты. Гидропонный рынок рынка крытых ферм, конкурентная динамика и прогноз. Дата публикации: 02.2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/hydroponic-indoor-farm-market/> (Дата обращения: 07.08.2025). ID отчета: 493790
8. Проверенные рыночные отчёты. Рынок Aquaponics Systems Размер, рост, расширение рынка и прогноз 2032. Дата публикации: 03.2025 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/aquaponics-systems-market/> (Дата обращения: 07.08.2025). ID отчета: 870908
9. Markets and Markets. Hydroponics Market by Type (Aggregate Systems, Liquid Systems), Crop Type (Vegetables, Fruits, Flowers), Equipment (HVAC, Led Grow Light, Irrigation Systems, Material Handling, Control Systems), Input, Region – Global Forecast to 2027. Дата публикации: 09.2022 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/hydroponic-market-94055021.html> (Дата обращения: 07.08.2025).
10. Патанина К.В., Бойцова Ю.С., Аленин И.П. Статистика и тенденции развития технологий рынка гидропонного земледелия // ИТМО Национальный исследовательский университет – Россия. Санкт-Петербург. Journal of Economy and Business, vol. 12-1 (70). ISBN978-92-5-108532-5. (In Russ.)
11. Dhal S.B., Jungbluth K., Lin R., Sabahi S.P., Bagavathiannan M., Braga-Neto U., Kalafatis S. (2022). A Machine-Learning-Based IoT System for Optimizing Nutrient Supply in Commercial Aquaponic Operations. Sensors – Basel. May 5;22(9):3510. <https://doi.org/10.3390/s22093510>
12. Khater E.S., Bahnasawy A., Ali S. et al. (2023). Study on the plant and fish production in the aquaponic system as affected by different hydraulic loading rates. Sci Rep 13, 17505 <https://doi.org/10.1038/s41598-023-44707-1>
13. Lam S.S., Ma N.L., Jusoh A., Ambak M.A. (2015) Biological nutrient removal by recirculating aquaponic system: Optimization of the dimension ratio between the hydroponic & rearing tank components. – Int Biodeterior Biodegradation. 102:107-115. <https://doi.org/10.1016/j.ibiod.2015.03.012>
14. Sewilam H., Kimera F., Nasr P. et al. (2022). A sandponics comparative study investigating different sand media based integrated aqua vegiculture systems using desalinated water. Sci Rep 12, 11093 <https://doi.org/10.1038/s41598-022-15291-7>
15. Somerville C., Cohen M., Pantanella E., Stankus A., & Lovatelli A. (2014). Small-scale aquaponic food production: integrated fish and plant farming. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, (589). ISBN978-92-5-108532-5
16. Verified market reports. The hydroponic market of the indoor farm market, competitive dynamics and forecast. Date of publication: 02.2025 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/hydroponic-indoor-farm-market/> (Date of access: 08/07/2025). Report ID: 493790
17. Verified market reports. Aquaponics Systems Market Size, growth, market expansion and forecast 2032. Date of publication: 03.2025 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.verifiedmarketreports.com/ru/product/aquaponics-systems-market/> (Date of access: 08/07/2025). Report ID: 870908
18. Markets and Markets. Hydroponics Market by Type (Aggregate Systems, Liquid Systems), Crop Type (Vegetables, Fruits, Flowers), Equipment (HVAC, Led Grow Light, Irrigation Systems, Material Handling, Control Systems), Input, Region – Global Forecast to 2027. Date of publication: 09.2022 [Electronic resource]. – Access mode: <https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/hydroponic-market-94055021.html> (Date of request: 08/07/2025).

Материал поступил в редакцию/ Received 02.09.2025
 Принят к публикации / Accepted for publication 25.09.2025



Анализ технологических инструкций по производству соленой пищевой рыбной продукции (пряный посол)

Научная статья
УДК: 664.951

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-116-122>
EDN: XBIEMC

Бредихина Ольга Валентиновна – доктор технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник отдела инновационных технологий Департамента технического регулирования, Москва, Россия
E-mail: bredikhina@vniro.ru

Зарубин Никита Юрьевич – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела инновационных технологий Департамента технического регулирования, Москва, Россия
E-mail: zar.nickita@yandex.ru

Дяченко Мария Михайловна – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник отдела инновационных технологий Департамента технического регулирования, Москва, Россия
E-mail: dyachenko@vniro.ru

Лаврухина Елизавета Васильевна – главный специалист отдела инновационных технологий Департамента технического регулирования, Москва, Россия
E-mail: efrolenkova13@gmail.com

Межонов Андрей Викторович – кандидат технических наук, доцент, заместитель директора по научной работе, Департамент технического регулирования, Москва, Россия
E-mail: mezhonov@vniro.ru

Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

Адрес: Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация. Важными задачами, стоящими перед предприятиями пищевой отрасли, являются производство качественных и безопасных продуктов питания. Одним из возможных условий этого является разработка соответствующих нормативных документов на производство пищевой продукции отвечающих требованиям Технических регламентов Евразийского экономического союза. В данном исследовании проведен анализ действующих технологических инструкций по производству соленой пищевой рыбной продукции (пряный посол) в соответствии с современной нормативной базой. Данные технологические инструкции были разработаны более 30 лет назад, и в современных условиях требуется их актуализация. На основании проведенного анализа предложено разработать единую технологическую инструкцию по производству соленой пищевой рыбной продукции (пряного посола).

Ключевые слова: солёная пищевая рыбная продукция, пряный посол, технологическая инструкция, безопасность пищевой продукции, качество продуктов питания, нормативная документация, технические регламенты ЕАЭС, переработка рыбы, стандартизация, пищевая промышленность

Для цитирования: Бредихина О.В., Зарубин Н.Ю., Дяченко М.М., Лаврухина Е.В., Межонов А.В. Анализ технологических инструкций по производству соленой пищевой рыбной продукции (пряный посол) // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 116-122. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-116-122>

ANALYSIS OF TECHNOLOGICAL INSTRUCTIONS FOR THE PRODUCTION OF SALTED FISH PRODUCTS (SPICED SALTING METHOD)

Olga V. Bredikhina – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher

at the Department of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation, Moscow, Russia

Nikita Yu. Zarubin – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher at the Department of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation, Moscow, Russia

Maria M. Dyachenko – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher at the Department of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation, Moscow, Russia

Elizaveta V. Lavrukhina – Chief Specialist of the Department of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation, Moscow, Russia

Andrey V. Mezhonov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Deputy Director for Scientific Work, Department of Technical Regulation, Moscow, Russia

State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)

Address: Russia, 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19

Annotation. One of the key objectives faced by enterprises in the food industry is the production of high-quality and safe food products. An essential condition for achieving this goal is the development of relevant regulatory documentation for food production that complies with the requirements of the Technical Regulations of the Eurasian Economic Union (EAEU). This study presents an analysis of the current technological instructions for the production of salted edible fish products using the spiced salting method, in accordance with the modern regulatory framework. These technological instructions were developed over 30 years ago and require revision under present-day conditions. Based on the conducted analysis, it is proposed to develop a unified technological instruction for the production of salted edible fish products (spiced salting method).

Keywords: Salted edible fish products, spiced salting, technological instruction, food safety, food quality, regulatory documentation, EAEU Technical Regulations, fish processing, standardization, food industry

For citation: Bredikhina O.V., Zarubin N.Y., Dyachenko M.M., Lavrukhina E.V., Mezhonov A.V. (2025). Analysis of Technological Instructions for the Production of Salted Fish Products (Spiced Salting Method). // Fisheries. No. 5. Pp. 116-122. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-116-122>

Рисунки и таблица – авторские / The drawings and table were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Одними из приоритетных задач в области переработки сельскохозяйственного сырья и получения готовых пищевых продуктов является их качество и безопасность. Указом Президента РФ от 21 января 2020 г. утверждена Доктрина продовольственной безопасности РФ, в которой указано повышение качества жизни российских граждан за счет достаточного продовольственного обеспечения населения качественной и безопасной пищевой продукцией, а также – устойчивое развитие и модернизация сельского и рыбного хозяйства и инфраструктуры внутреннего рынка [9].

Перед предприятиями пищевой промышленности, в условиях усиления конкуренции, стоит задача подтверждения качества и безопасности продукции на соответствие внутренним нормативным документам [10]. Разработка документов, необходимых и достаточных для производства продуктов гарантированного качества – одна из приоритетных задач в области пищевой промышленности.

Требования к процессам производства и безопасности пищевой рыбной продукции представлены в Техническом регламенте Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016). Все процессы, производимые на предприятиях рыбной отрасли, должны соответствовать данному документу, а также – соответствующим требованиям Технического регламента Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) [12; 16].

Производство безопасных рыбных продуктов неразрывно связано с качеством поставляемого на предприятия сырья, соблюдением режимов и параметров технологического процесса, а также – хранением и транспортировкой готовой продукции. Документы, технологические инструкции (ТИ), регламентирующие процессы изготовления, хранения, транспортирования соленой пищевой рыбной продукции, в частности, продукции пряного посола, требуют актуализации, в соответствии с требованиями Технических регламентов в области производства пищевых продуктов, а также – современному техническому состоянию технологических процессов в рыбной отрасли.

В связи с этим были проанализированы действующие ТИ по производству соленой пищевой рыбной продукции (пряному посолу) с целью их актуализации, объединения и создания единой технологической инструкции изготовления соленой пищевой рыбной продукции с добавлением пряностей, их экстрактов, сахара, пищевых добавок, готовых к употреблению.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования были рассмотрены 11 ТИ по пряному посолу рыбы сборника технологических инструкций по обработке рыбы Т. 1 и Т. 2 [10; 11]

При анализе ТИ по пряному посолу рыбы учитывались требования к нормативной документации, в соответствии с международными, национальными стандартами и техническими регламентами [1-5; 12-16].

Форма и содержание, а также порядок изложения объединенной ТИ по производству соленой пищевой рыбной продукции (пряному посолу) будут разрабатываться в соответствии с требованиями нормативных документов [6-8].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

Рассматриваемые ТИ входят в раздел III «Производство соленой, пряной и маринованной рыбы» сборника технологических инструкций по обработке рыбы (том 1 и том 2) [10; 11].

При рассмотрении действующих ТИ на производство соленой пищевой рыбной продукции (пряного посола) было выявлено несоответствие названия ТИ действующему Технологическому регламенту (производство рыбы пряного посола, пряный посол рыбы и т.д.) [16]. Таким образом, объединенную ТИ предложено именовать «Технологическая инструкция по изготовлению соленой пищевой рыбной продукции (пряного посола)».

В связи с тем, что в настоящее время не производится соленая пищевая рыбная продукция на судах, а также – дообработка соленого полуфабриката на береговых предприятиях, было предложено не рассматривать следующие ТИ для включения их в объединенную инструкцию:

- № 32 «Инструкция по изготовлению соленой и пряной каспийской кильки на судах»;
- № 33 «Инструкция по изготовлению соленого п/ф, соленой и соленой с пряностями рыбы на судах, транспортировке и дообработке»;
- ТИ №57 «Инструкция по приготовлению пряных смесей и заливок и хранению пряностей» также исключается из объединенной инструкции. Так как, предприятия по производству соленой пищевой рыбной продукции могут самостоятельно принимать решения по использованию пищевых добавок для приготовления пряных смесей и заливок, разрабатывать их рецептуры и определять режимные параметры их хранения, руководствуясь рекомендациями фирм, поставляющих ингредиенты;
- ТИ № 23 «Инструкция по изготовлению пряной и маринованной рыбы океаниче-

ского промысла» и № 31 «Инструкция по изготовлению мойвы жирной «Любительская» пряной и специального посола» предусматривают изготовление соленой пищевой рыбной продукции (пряного посола) на судах и береговых предприятиях. Поэтому материал данных ТИ в части обработки рыбы на береговых предприятиях будет включен в объединенную технологическую инструкцию;

- ТИ № 38 «Инструкция по изготовлению соленой, соленой с пряностями, пряной хамсы и тюльки на механизированных линиях» предусматривает использование устаревшего технологического оборудования, которое в настоящее время не выпускается и отсутствует на береговых предприятиях рыбной отрасли. Вследствие этого, ТИ также не входит в перечень рассматриваемых инструкций.

В перечень инструкций для объединения не рассматривается ранее актуализированная инструкция № 21 «Инструкция по изготовлению соленой рыбы (общие положения)» (ВНИРО 2021).

Таким образом, для рассмотрения с целью объединения предложены следующие ТИ по изготовлению соленой пищевой рыбной продукции (пряный посол) (табл. 1).

В инструкциях, входящих в перечень (табл. 1), рассмотрены технологические процессы производства продукции и изучены на предмет несоответствия действующей нормативной базе.

В данных ТИ общим признаком является состояние сырья, которое используется в виде рыбы-сырца, охлажденного и мороженого, а также – вид разделки (разделанная или неразделанная рыба).

Также учитывается используемое сырье и соответствующие стандарты.

Так, в ТИ № 23 «Инструкция по изготовлению пряной и маринованной рыбы океанического промысла» к сырью относятся рыба океанического промысла – ставрида, скумбрия (кроме курильской), которые изготавливаются на береговых предприятиях и будут учтены в объединенной ТИ. Пряные сардины (сардины атлантической, мексиканской, марокканской, сардинелы, сардинопса), а также – слабосоленые атлантические скумбрия и сардины с добавлением пряностей и соленый полуфабрикат, изготавливаемые в судовых условиях и проходящих дообработку на береговых предприятиях не рассматриваются. Данная ТИ соответствует следующим нормативным документам ГОСТ 18222-2015 «Сардина, сардинела и сардинопс пряного по-

сола» и ГОСТ 18223-2013 «Скумбрия и ставрида пряного посола» [1; 3].

ТИ № 31 «Инструкция по изготовлению мойвы жирной «Любительская» пряной и специального посола» и № 40 «Инструкция по изготовлению сайры атлантической пряной и маринованной и мойвы жирной пряной» соотносятся с ГОСТ 34189-2017 «Мойва жирная соленая и пряного посола» в части изготовления мойвы жирной пряной и специального посола [4].

ТИ № 28 «Инструкция по изготовлению сельди пряного посола и маринованной (бочковой)» предусматривает изготовление продукции в соответствии с ГОСТ 1084-2016 «Сельди и сардина тихоокеанская пряного посола и маринованные».

При актуализации и создании единой технологической инструкции по производству соленой пищевой рыбной продукции (пряного посола) необходимо учесть наименование сырья с перечнем видов водных биологических ресурсов [11]. Также виды разделки рыбного сырья привести в соответствии с [5].

В разделе «Сырье и материалы» необходимо включить в качестве сырья филе мороженое [6], новые виды пищевых добавок, а также – современные употребляемые виды упаковки и упаковочных материалов и таким образом расширить используемое сырье и перечень вспомогательных материалов [18; 19]. Раздел маркировка продукции будет приведен в соответствии с [17].

В ТИ отсутствуют подразделы, которые необходимо включить в объединенную ТИ по производству соленой пищевой рыбной продукции (пряного посола). Такие как: метрологическое обеспечение технологического процесса, контроль процесса производства, санитарной обработки, а также – требования к оборудованию и безопасности, в соответствии с современными требованиями оформления технологических инструкций [7-10]. Типовая схема производственного контроля позволяет выявить критические контрольные точки производства продукции и также является необходимым разделом.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании проведенного анализа технологических инструкций по производству рыбы пряного посола, из 11 действующих ТИ выявлены 7 инструкций, и разрабатывается проект объединенной ТИ по производству соленой пищевой рыбной продукции (пряного посола), отвечающий современным требованиям нормативной документации и техническим регламентам в области производства пищевых продуктов. Разработанный проект технологи-

Таблица 1. Перечень технологических инструкций по пряному посолу рыбы
Сборника технологических инструкций по обработке рыбы, требующих актуализации /
Table 1. List of technological instructions for spicy fish salting in the Collection
of technological instructions for fish processing that require updating

Номер и наименование технологической инструкции	Действующая нормативная документация	Используемое сырье	Вид разделки	Вид посола
23. Инструкция по изготовлению пряной и маринованной рыбы океанического промысла	ГОСТ 18222-2015 Сардина, сардинела и сардинопс пряного посола. ГОСТ 18223-2013 Скумбрия и ставрида пряного посола	Рыба океанического промысла - ставрида, скумбрия (кроме курильской), пряных сардин (сардины атлантической, мексиканской, марокканской, сардинелы, сардинопса), а также слабосоленых атлантической скумбрии и сардины с добавлением пряностей в соответствии с НТД рыба-сырец, охл., мор. и соленую рыбу, мор. и соленый полуфабрикат	В разделанном или неразделанном виде	Смешанный или сухой
28. Инструкция по изготовлению сельди пряного посола и маринованной (бочковой)	ГОСТ 1084-2016 Сельди и сардина тихоокеанская пряного посола и маринованные	Сельдь-сырец, охл., мор., для соленой (соленый п/ф) с массовой доли поваренной соли в мясе не более 10% не ниже первого сорта	В разделанном или неразделанном виде	Сухой прерванный, смешанный прерванный; законченный смешанный ненасыщенный посол
31. Инструкция по изготовлению мойвы жирной «Любительская» пряной и специального посола	ГОСТ 34189-2017 Мойва жирная соленая и пряного посола	Рыба-сырец, охлажд., мор.	В неразделанном виде	Сухой посол
37. Инструкция по пряному бочковому посолу кильки, мелкой сельди, салаки	-	Рыба-сырец, охл., мор., для соленой (соленый п/ф) с массовой доли поваренной соли в мясе не более 10% , каспийской кильки п/ф с массовой доли поваренной соли в мясе не более 12%	В неразделанном виде	Сухой посол
40. Инструкция по изготовлению сайры атлантической пряной и маринованной и мойвы жирной пряной	ГОСТ 34189-2017 Мойва жирная соленая и пряного посола	Рыба-сырец, охл., мор., соленая	В неразделанном виде	Сухой посол
44. Инструкция по пряному бочковому посолу тугуна, сосвинской сельди, ряпушки и пеляди	-	Рыба-сырец, охл., мор. Не ниже первого сорта при наличии сортов	В неразделанном виде	Сухой посол
51. Инструкция по изготовлению пряной курильской и дальневосточной скумбрии	ГОСТ 1823-2013 Скумбрия и ставрида пряного посола	Рыба-сырец охл. и мор.	В разделанном виде	Смешанный посол

ческой инструкции будет обсужден и согласован на заседании Межгосударственного технического комитета по стандартизации «Рыбные продукты пищевые, кормовые, технические и упаковка» (МТК/ТК 300).

В результате исследований, проведенных в рамках разрабатываемой единой ТИ по производству соленой пищевой рыбной продукции (пряного посола), в соответствии со Стратегией повышения качества пищевой продукции



в Российской Федерации до 2030 г., решается задача совершенствования и развития нормативной базы в сфере качества пищевой продукции.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: авторам в равной мере принадлежит участие в постановке цели, организации работы, получении аналитических данных, их обработке и анализе, составлении макета статьи, формулировании выводов, подготовке статьи и ее окончательной проверке.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: the authors equally participate in setting goals, organizing work, obtaining analytical data, processing and analyzing it, drafting the layout of the article, formulating conclusions, preparing the article and its final verification.

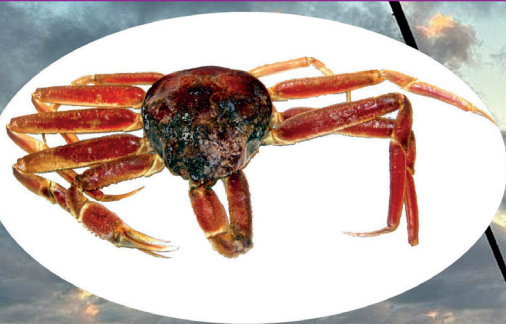
ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- ГОСТ 18222–2015 Сардина, сардинелла, сардинопс пряного посола. Технические условия. – Введ. 2015-07-24. – М.: Стандартинформ, 2016. 12 с.
- ГОСТ 18223–2013 Скумбрия и ставрида пряного посола. Технические условия. – Введ. 2015-01-07. – М.: Стандартинформ, 2019. 15 с.
- ГОСТ 1084–2016 Сельди и сардина тихоокеанские пряного посола и маринованные. – Введ. 2015-01-07. – М.: Стандартинформ, 2019. 15 с.
- ГОСТ 34189–2017 Мойва жирная солёная и пряного посола. Технические условия. – Введ. 2019-01-01. – М.: Стандартинформ, 2017. 10 с.
- ГОСТ 34884–2022 Рыба, водные беспозвоночные, водные млекопитающие, водоросли и продукция из них. Термины и определения. – Введ. 2023-08-01. – М.: Стандартинформ, 2022. 18 с.
- ГОСТ 3948–2016 Филе рыбы мороженое. Технические условия. – Введ. 2018-01-01. – М.: Стандартинформ, 2016. 15 с.
- ГОСТ Р 53619–2009 Рыба, нерыбные объекты и продукция из них. Технологическая инструкция. Правила построения, изложения, оформления, обозначения, утверждения и регистрации. – Введ. 2010-07-01. – М.: Стандартинформ, 2010. 20 с.
- ГОСТ 3.1105–2011 Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения. – Введ. 2012-01-01. – М.: Стандартинформ, 2020. 29 с.
- ГОСТ Р 1.3–2018 Стандартизация в Российской Федерации. Технические условия на продукцию. Общие требования к содержанию, оформлению, обозначению и обновлению. – Введ. 2019-07-01. – М.: Стандартинформ, 2019. 28 с.
- ГОСТ 1.5–2001 Межгосударственная система стандартизации (МГСС). Стандарты межгосударственные, правила и рекомендации по межгосударственной стандартизации. Общие требования к построению, изложению, оформлению, содержанию и обозначению. – Введ. 2002-09-01. – М.: Стандартинформ, 2010. 81 с.
- Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации. Указ Президента Российской Федерации от 21 января 2020 г. № 20 (в ред. от 10.03.2025). – [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/564161398> (дата обращения: 31.03.2025).
- Распоряжение Правительства Российской Федерации от 18.11.2017 № 2569-р (в ред. от 10.02.2021) «Об утверждении перечней видов водных биоресурсов, в отношении которых осуществляются промышленное рыболовство и прибрежное рыболовство». – [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.zakonrf.info/rasporiazhenie-pravitelstvo-rf-2569-r-18112017/> (дата обращения: 07.06.2025).
- Ангинов Д.Г., Калемагина К.С., Сергеева И.Г. Риск-ориентированный подход в управлении качеством пищевой продукции для обеспечения её безопасности // Экономика и экологический менеджмент. – Санкт-Петербург: НИУ ИТМО, 2022. № 4. С. 97-106.
- Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. – М.: Колосс. 1992. Т. 1. 256 с.
- Сборник технологических инструкций по обработке рыбы. – М.: Колосс. 1994. Т. 2. 589 с.
- Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (дата обращения: 31.03.2025).

17. Технический регламент Таможенного союза «Пищевая продукция в части её маркировки» (ТР ТС 022/2011) (с изм. от 22.04.2024) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320347> (дата обращения: 08.04.2025).
18. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности упаковки» (ТР ТС 005/2011) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902299529> (дата обращения: 08.04.2025).
19. Технический регламент Таможенного союза «Требования к безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» (ТР ТС 029/2012) (с изм. от 29.08.2023) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902359401> (дата обращения: 08.04.2025).
20. Технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (ТР ЕАЭС 040/2016) [Электронный ресурс]. – URL: https://eec.eaeunion.org/comission/departement/deptexreg/tr/TR_EEU_040_2016.php (дата обращения: 31.03.2025).
21. О техническом регулировании: Федеральный закон от 27.12.2002 № 184-ФЗ [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/18977/page/1> (дата обращения: 23.05.2025).
10. GOST 1.5–2001 Interstate system for standardization. Interstate standards, rules and recommendations on interstate standardization. General requirements for structure, drafting, presentation, content and indication. – Introduced on 2002-09-01. – Moscow: Standardinform, 2010. 81 p. (in Russ.)
11. Food Security Doctrine of the Russian Federation. Decree of the President of the Russian Federation No. 20 dated January 21, 2020 (as amended on March 10, 2025). – [Electronic resource]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/564161398> (accessed: March 31, 2025). (in Russ.)
12. Order of the Government of the Russian Federation No. 2569-r dated 18.11.2017 (as amended on 10.02.2021) «On approval of the lists of aquatic biological resources subject to industrial and coastal fisheries.» – [Electronic resource]. – URL: <https://www.zakonrf.info/rasporiazhenie-pravitelstvorf-2569-r-18112017/> (accessed: 07.06.2025). (in Russ.)
13. Angipov D.G., Kalemagina K.S., Sergeeva I.G. Risk-based approach to quality management of food products to ensure their safety // Economics and Environmental Management. – Saint Petersburg: ITMO University, 2022. No. 4. Pp. 97-106. (in Russ.)
14. Collection of Technological Instructions for Fish Processing. – Moscow: Koloss, 1992. – Vol. 1. 256 p. (in Russ.)
15. Collection of Technological Instructions for Fish Processing. – Moscow: Koloss, 1994. – Vol. 2. 589 p. (in Russ.)
16. Technical Regulation of the Customs Union «On Food Safety» (TR CU 021/2011) [Electronic resource]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320560> (accessed: 31.03.2025). (in Russ.)
17. Technical Regulation of the Customs Union «Food Products in Terms of Their Labeling» (TR CU 022/2011) (as amended on 22.04.2024) [Electronic resource]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902320347> (accessed: 08.04.2025). (in Russ.)
18. Technical Regulation of the Customs Union «On Packaging Safety» (TR CU 005/2011) [Electronic resource]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902299529> (accessed: 08.04.2025).
19. Technical Regulation of the Customs Union «Requirements for the Safety of Food Additives, Flavorings and Technological Aids» (TR CU 029/2012) (as amended on 29.08.2023) [Electronic resource]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/902359401> (accessed: 08.04.2025). (in Russ.)
20. Technical Regulation of the Eurasian Economic Union «On the Safety of Fish and Fish Products» (TR EAEU 040/2016) [Electronic resource]. – URL: https://eec.eaeunion.org/comission/departement/deptexreg/tr/TR_EEU_040_2016.php (accessed: 31.03.2025). (in Russ.)
21. On Technical Regulation: Federal Law No. 184-FZ dated December 27, 2002 [Electronic resource]. – URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/18977/page/1> (date of request: 05/23/2025). (in Russ.)

REFERENCES AND SOURCES

1. GOST 18222–2015 Sardine, sardinella, and sardinops of spiced-salting. Specifications. – Introduced on 2015-07-24. – Moscow: Standardinform, 2016. 12 p. (in Russ.)
 2. GOST 18223–2013 Mackerel and jack mackerel spice-salted. Specifications. – Introduced on 2015-01-07. – Moscow: Standardinform, 2019. 15 p. (in Russ.)
 3. GOST 1084–2016 Herrings and pacific sardine spice-salted and pickled. Specifications. – Introduced on 2015-01-07. – Moscow: Standardinform, 2019. 15 p. (in Russ.)
 4. GOST 34189–2017 Fatty salted and spice-salted capelin. Specifications. – Introduced on 2019-01-01. – Moscow: Standardinform, 2017. 10 p. (in Russ.)
 5. GOST 34884–2022 Fish, water invertebrate, water mammals, algae and products from them. Terms and definitions. – Introduced on 2023-08-01. – Moscow: Standardinform, 2022. – 18 p.
 6. GOST 3948–2016 Frozen fillet of fish. Specifications. – Introduced on 2018-01-01. – Moscow: Standardinform, 2016. 15 p. (in Russ.)
 7. GOST R 53619–2009 Fish, non-fish objects and products from them. Technological instruction. Rules of structure, drafting, presentation, indication, taking over and registry. – Introduced on 2010-07-01. – Moscow: Standardinform, 2010. 20 p. (in Russ.)
 8. GOST 3.1105–2011 Unified system of technological documentation. Form and rules of making general-purpose documents. – Introduced on 2012-01-01. – Moscow: Standardinform, 2020. 29 p. (in Russ.)
 9. GOST R 1.3–2018 Standardization in Russian Federation. Specifications for products. General requirements for content, presentation, indication and update. – Introduced on 2019-07-01. – Moscow: Standardinform, 2019. 28 p. (in Russ.)
- Материал поступил в редакцию / Received 29.07.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 25.09.2025



Комплексное использование отходов ракообразных для получения олигосахаридов и мономеров хитина и хитозана

Научная статья
УДК 639.28:577.15

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-123-130>
EDN: XBLTZJ

Новиков Виталий Юрьевич – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории химико-аналитических исследований центра экологического мониторинга, Мурманск, Россия

E-mail: nowit@pinro.vniro.ru

Рысакова Кира Сергеевна – кандидат биологических наук, заведующий лабораторией химико-аналитических исследований центра экологического мониторинга, Мурманск, Россия

E-mail: rysakova@pinro.vniro.ru

Мухортова Анна Михайловна – главный специалист лаборатории химико-аналитических исследований центра экологического мониторинга, Мурманск, Россия

E-mail: mukhort@pinro.vniro.ru

Мухин Вячеслав Анатольевич – доктор биологических наук; руководитель филиала, Мурманск, Россия

E-mail: vmukhin@pinro.vniro.ru

Полярный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО им. Н. М. Книповича»)

Адрес: Россия, 183038, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, 6

Аннотация. Настоящее исследование посвящено изучению хитинолитических ферментов из гепатопанкреаса двух промысловых крабов в Северо-Западном регионе – камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) и краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*). Результаты исследований демонстрируют присутствие эндо- и экзохитиназной активности в ферментных препаратах, позволяющих осуществлять различные виды биотрансформации хитина. Используя данные ферменты, можно проводить как деполимеризацию хитина до низкомолекулярного хитина и олигомеров хитина, так и получать мономер – N-ацетилглюкозамин. Авторами показано, что гепатопанкреас крабов может являться сырьем для получения хитинолитических ферментов, позволяющих проводить ферментативную трансформацию природного хитина в низкомолекулярные олигосахариды и N-ацетилглюкозамин.

Ключевые слова: хитинолитические ферменты, N-ацетилглюкозамин, хитин, хитозан, камчатский краб, краб-стригун опилио

Для цитирования: Новиков В.Ю., Рысакова К.С., Мухортובה А.М., Мухин В.А. Комплексное использование отходов ракообразных для получения олигосахаридов и мономеров хитина и хитозана // Рыбное хозяйство. 2025. № 5. С. 123-130. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-123-130>

COMPREHENSIVE USE OF CRUSTACEAN WASTE FOR THE PRODUCTION OF OLIGOSACCHARIDES AND MONOMERS OF CHITIN AND CHITOSAN

Vitaly Yu. Novikov – Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Chemical and Analytical Research at the Center for Environmental Monitoring, Murmansk, Russia

Kira S. Rysakova – Candidate of Biological Sciences, Head of the Laboratory of Chemical and Analytical Research at the Center for Environmental Monitoring, Murmansk, Russia

Anna M. Mukhortova – Chief Specialist of the Laboratory of Chemical and Analytical Research of the Center for Environmental Monitoring, Murmansk, Russia

Vyacheslav A. Mukhin – Doctor of Biological Sciences; Head of the Branch, Murmansk, Russia

Polar Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution “VNIRO”
 (“PINRO named after N. M. Knipovich”)

Address: Russia, 183038, Murmansk, Akademika Knipovicha St., 6

Annotation. This study is devoted to the investigation of chitinolytic enzymes from the hepatopancreas of two commercially exploited crabs in the North-West region: the Red King crab (*Paralithodes camtschaticus*) and the snow crab (*Chionoecetes opilio*). The results of the study demonstrate the presence of endo- and exochitinase activity in enzyme preparations, allowing for various types of chitin biotransformation. Using these enzymes, it is possible to depolymerize chitin into low-molecular-weight chitin and chitin oligomers, as well as to obtain the monomer N-acetylglucosamine. The authors have shown that crab hepatopancreas can be used as a raw material for obtaining chitinolytic enzymes, which allow for the enzymatic transformation of natural chitin into low-molecular-weight oligosaccharides and N-acetylglucosamine.

Keywords: chitinolytic enzymes, N-acetylglucosamine, chitin, chitosan, Red King crab, Snow crab

For citation: Novikov V.Yu., Rysakova K.S., Mukhortova A.M., Mukhin V.A. (2025). Comprehensive use of crustacean waste for the production of oligosaccharides and monomers of chitin and chitosan // Fisheries. No. 5. Pp. 123-130. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-5-123-130>

Рисунки и таблица – авторские / The drawings and table were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Морские ракообразные представляют важный объект промысла во всем мире ради ценного пищевого продукта. В нашей стране такими промысловыми видами являются камчатский краб, краб-стригун опилио, различные виды креветок, например, северная креветка.

Продукция рыболовства и аквакультуры не полностью используется для потребления человеком. Фактически переработка рыбы, моллюсков и других морских животных приводит к образованию значительного количества отходов, которые, в зависимости от вида, могут достигать 50-70% от общего объема производства [1]. Отходы переработки крабов включают, в первую очередь, панцирь (карапакс и панцирь конечностей). Большую часть отходов составляют внутренности (гепатопанкреас, жабры, кишечник и т.д.). Переработка отходов рыболовства и аквакультуры не только снижает их серьезное воздействие на окружающую среду, но и повышает их экономическую ценность [2; 3]. В рамках концепции «голубой биоэкономики», в которой устойчивое использование океана и его ресурсов является приоритетом, крайне важно минимизировать и/или исключить образование отходов [4]. Благодаря обилию ценных биомолекул (ферментов, белков/пептидов, полиненасыщенных жирных кислот, каротиноидов, минералов и гидроксиапатита, а также – полисахаридов, включая хитин и гликозаминогликаны), отходы переработки морских гидробионтов представляют ценное сырье [1; 5; 6].

Обычно при переработке в морских условиях отходы сбрасывают в море. Несмотря на биологический характер отходов, обеспечивающий их полную утилизацию в природной среде, постоянно возникают вопросы со стороны экологов в отношении допустимости таких действий. При береговой переработке отходы крабов и креветок требуют необходимой утилизации.

В настоящее время основным рациональным направлением утилизации панцирей ракообразных считается получение хитина, хитозана и их производных. Переработка хитинсодержащих отходов осуществляется преимущественно химическими способами. Хитин извлекают щелочной депротеинизацией и кислотной деминерализацией. Хитин перерабатывают с получением хитозана щелочным деацетилированием хитина и D(+)-глюкозамина гидролизом в концентрированных кислотах. Но содержащие панцирь отходы ракообразных – не единственное потенциально

полезное сырье. Внутренности также могут использоваться для получения ферментных препаратов и хитина.

Главный источник ферментных препаратов – гепатопанкреас, содержащий различные биологически активные белки, в том числе ферменты с разной субстратной специфичностью [7]. Дополнительный источник хитина – жабры крабов [8].

В последние годы все больше внимания уделяется возможности замены химических способов ферментативными или биотехнологическими. Уникальность комплексной переработки отходов ракообразных заключается в том, что можно выделять хитин и перерабатывать его в хитозан, олигосахариды и мономеры, используя ферментные препараты, также полученные из отходов переработки крабов.

Протеолитические ферменты гепатопанкреаса камчатского краба подходят для практически полной депротеинизации отходов, содержащих панцирь, при получении хитина [9].

Одна из актуальных проблем переработки хитина в водорастворимые производные и мономеры, имеющие широкие возможности применения, может быть решена использованием различных хитинолитических ферментов, позволяющих деполимеризовать хитин до низкомолекулярного хитина, олигомеров и мономера хитина – N-ацетилглюкозамина.

В настоящее время, в соответствии с традиционной номенклатурой, ферментами, принимающими участие в деградации хитина и хитозана, считают следующие: эндо-хитиназа (КФ 3.2.1.14), N-ацетил- β -D-гексозаминидаза (КФ 3.2.1.52), хитозаназа (КФ 3.2.1.132) и экзо-хитиназа (КФ 3.2.1.165) [10].

Хитиназы – важнейшие ферменты для ракообразных. Многочисленные исследования показали, что хитиназа играет важную роль в физиологических процессах у ракообразных, таких как линька, переваривание хитина в пище и иммунная защита [11; 12]. Хитинолитические ферменты играют важную роль в защите ракообразных от патогенных грибов [13]. Некоторые данные говорят о том, что хитиназы могут участвовать в осморегуляции при изменении солености воды, или реагировать на это изменение [14].

В настоящее время опубликованы результаты изучения хитинолитических ферментов разных креветок и крабов. У ракообразных описано не менее четырех основных групп хитиназ [11; 15]. Хитиназы группы 1 способствуют перевариванию хитинсодержащих продуктов. Хитиназы группы 2 участвуют в де-

градации экзоскелета. Хитиназы группы 3 выполняют двойную роль: переваривание хитиновой пищи и защита от патогенов. Хитиназы группы 4 наименее изучены, но они, по-видимому, могут играть роль в иммунной защите от патогенной инфекции.

Опубликованные данные показывают, что крабы содержат также деацетилазы хитина, что открывает возможность получения из хитина крабов хитозана, хитоолигосахаридов (или олигосахаридов хитозана) и D (+)-глюкозамина. Деацетилазы ракообразных изучены меньше хитиназ, и в литературе встречаются редко. Есть несколько работ по деацетилазам двух крабов *red snow crab Chionoecetes japonicas* [16] и *Chinese mitten crab Eriocheir sinensis* [17].

Основное внимание в последние годы уделяется изучению структуры хитиназ, хитозаназ, деацетилаз, их специфической активности, а главное – выделению генов для последующего получения рекомбинантных ферментов с помощью различных бактерий или грибов. О промышленном применении упоминается как о потенциально возможном. При этом акцент делается на хитиназах, хитозаназ и деацетилазах бактериального или грибного происхождения.

Производство хитинолитических ферментов из отходов ракообразных или рыб пока отсутствует, хотя идея потенциального выделения готовых хитинолитических ферментов из внутренних органов этих гидробионтов и их практическое применение для получения хитоолигосахаридов присутствует в публикациях некоторых ученых [18–20]. Кроме того, сведения о свойствах хитиназ морских гидробионтов очень противоречивы. Общеизвестно, что активность хитиназ варьирует в зависимости от физиологического состояния организма. Из-за недостаточности научно-технической базы, отечественное производство ферментов отстает от мирового уровня. Данные, приводимые в статье, расширяют знания о хитинолитических ферментах промысловых крабов Северо-Западного региона России. Вышеперечисленные сведения свидетельствуют в пользу научной новизны настоящих исследований.

Цель настоящей работы состояла в выделении и изучении хитинолитических ферментов из гепатопанкреаса двух промысловых в Северо-Западном регионе крабов – камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) и краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*).

Ранние исследования показали существование хитинолитической активности в гепатопанкреасе камчатского краба [21]. В настоящее время мы установили, что в ге-

патопанкреасе обоих крабов содержатся эндо- и экзохитинолитические ферменты. В перспективе мы рассматриваем возможность разработки самодостаточной технологии утилизации отходов промпереработки ракообразных с использованием ферментов этих ракообразных как для выделения хитина, так и для его биотрансформации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования использовали ферментные препараты (ФП), полученные из гепатопанкреаса двух крабов, обитающих в Баренцевом и Карском морях: камчатского краба (*Paralithodes camtschaticus*) и краба-стригуна опилио (*Chionoecetes opilio*).

Фракционирование ФП ацетоном проводили дробным добавлением охлажденного до 2–5 °С ацетона к 10%-му раствору ферментного препарата с температурой не выше 5 °С при объемных соотношениях раствора ФП и ацетона: 1:0,5, 1:1,0, 1:1,2, 1:1,4, 1:1,6, 1:1,8, 1:2,0, 1:2,2 и 1:2,4.

Колоночную гельхроматографию ФП и их фракций осуществляли с использованием оборудования «Pharmacia Biotech» (Швеция) на колонке, заполненной гелем Sephadex G-100 SF («Pharmacia Biotech», Швеция). Элюент – физраствор 0,15 моль/дм³ NaCl «х.ч.». В качестве стандартов белков использовали Gel Filtration Standard («Bio-Rad Laboratories, Inc.», США).

Планарный электрофорез белков в денатурирующих условиях с додецилсульфатом натрия (ДДС-Na₂) проводили по методу Лэммли на оборудовании Multiphor II («Pharmacia Biotech», Швеция) [22]. Для электрофореза низкомолекулярных белков готовили гомогенный 15%-ный полиакриламидный гель (ПААГ). Окрашивание ПААГ проводили кумасси бриллиантовым голубым G-250 [22]. В качестве стандартов белков для денатурирующего электрофореза в ПААГ (СДС ПААГ) использовали наборы белков Low Molecular Weight (LWM) Calibration Kit for SDS и High Molecular Weight (HML) Calibration Kit for SDS («Cytiva», США).

Экзохитиназную активность (A_{exo}) определяли по реакции N-ацетилглюкозамина (GlcNAc) с 4-диметиламинобензальдегидом с образованием окрашенного комплекса. [23]. 1 единица экзохитиназной активности соответствовала количеству мкмоль GlcNAc, образующегося при действии 1 г фермента на коллоидный хитин за 1 минуту.

Эндохитиназную активность (A_{endo}) измеряли в процентах уменьшения оптической плотности при 700 нм суспензии коллоидного хитина после инкубации в течение 30 мин при 37 °С [24].

Протеолитическую активность (A_{prot}) определяли спектрофотометрически по поглощению растворимых пептидов на 280 нм по модифицированному методу Ансона [25].

Математическую и статистическую обработку результатов проводили традиционными методами в среде Microsoft Excel LTSC Pro 2021. Электрофореграммы обрабатывали в программе ImageJ Ver. 1.54g (Wayne Rasband and contributors National Institutes of Health, USA). Хроматограммы и оптические спектры поглощения обрабатывали в программе MagicPlot Ver. 3.0.1 (Magicplot Systems, LLC).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

1. Колоночная гельхроматография ферментных препаратов

Колоночная хроматография ФП из гепатопанкреаса крабов показала присутствие в составе ФП высоко-, средне- и низкомолекулярных фракций белков (рис. 1). Оценка молекулярных масс фракций ФП была проведена по стандартам молекулярных масс (табл. 1).

2. Результаты фракционирования ацетоном

При фракционировании ФП добавлением ацетона было получено распределение белков по фракциям (рис. 2).

В каждой ацетоновой фракции были определены эндо-, экзохитиноподобная и протеолитическая активность. Результаты приведены на рисунках 3 и 4.

Для сравнения активности разных ферментов для каждого краба вышеприведенные данные пересчитаны в относительные единицы (%) и сведены в два следующих рисунка.

3. Электрофорез фракций после фракционирования ацетоном

Все ацетоновые фракции были проанализированы с помощью ПААГ электрофореза. Электрофореграммы представлены на рисунках 5 и 6.

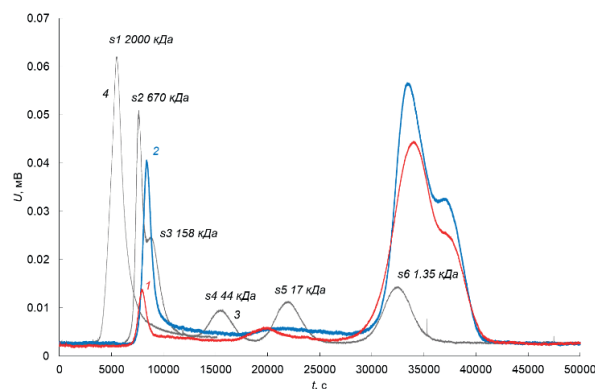


Рисунок 1. Хроматограммы ФП гепатопанкреаса камчатского краба (1) и краба-стригуна опилио (2). Хроматограмма стандартов белков – 3, голубого декстрана – 4

Figure 1. Chromatograms of EP* of hepatopancreas of Red King crab (1) and snow crab (2). Chromatogram of protein standards – 3, blue dextran – 4. *EP – enzymatic preparation

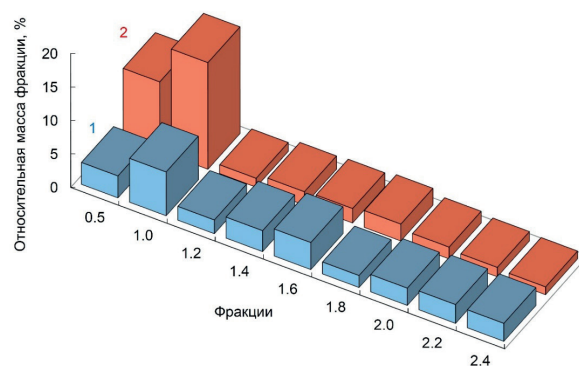


Рисунок 2. Распределение массы белков по фракциям при дробном осаждении ацетоном с шагом 0,2

Figure 2. Distribution of protein mass by fractions during fractional precipitation with acetone in 0.2 steps

Таблица 1. Фракции ферментных препаратов, полученные при гельхроматографии на Sephadex G100 SF («Pharmacia Biotech», Швеция) / **Table 1.** Fractions of enzyme preparations EP obtained by gel chromatography on Sephadex G100 SF (Pharmacia Biotech, Sweden)

ФП гепатопанкреаса камчатского краба			ФП гепатопанкреаса камчатского краба		
Время выхода, с	ММ**, кДа	Описание	Время выхода, с	ММ, кДа	Описание
8420	323	Высокомолекулярная фракция	8424	292	Высокомолекулярная фракция
10260	193				
19907	10-53	Средняя фракция	22000	7-38	Средняя фракция
33970	0.95	Короткие пептиды	33529	1.0	Короткие пептиды
37990	0.39	Аминокислоты	37073	0.47	Аминокислоты

Примечание: **ММ – молекулярная масса

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

ФП из гепатопанкреаса камчатского краба ММ высокомолекулярной фракции была выше, чем у ФП из гепатопанкреаса краба-стригуна опилю (табл. 1). Этот факт объясняет наблюдавшееся отличие поведения этих ФП при ультрафильтрации на мембранах с пределом задержания 100 и 300 кДа [26].

В высокомолекулярной фракции от 100 до 300 кДа при электрофорезе мы не обнаружили заметных белковых фракций с хитинолитической активностью. В ранних исследованиях мы наблюдали хитинолитическую активность во фракции с ММ около 109 кДа [21]. По-видимо-

му, она соответствует ферментному комплексу, который при проведении СДС ПААГ электрофореза диссоциирует на фрагменты с низкой ММ.

В области средних ММ мы регистрировали наличие высокой хитинолитической и протеолитической активности.

Экзо- и эндохитинолитическая активность оказалась сконцентрирована во фракции 1:1,2 в ФП, полученных из обоих крабов. Во фракциях 1:1,0 и 1:1,6 хитинолитическая активность резко уменьшается.

Оценка ММ хитинолитических ФП, проведенная сопоставлением распределения ферментативной активности и положения окрашенных фракций на электрофореграммах, дала следующие результаты: хитинолитическая активность сосредоточена во фракциях с ММ = $30,1 \pm 0,5$ кДа для камчатского краба и ММ = $23,9 \pm 0,7$ кДа для краба-стригуна опилю. Эти данные не противоречат известным исследованиям, в которых были получены ММ хитиназ различных ракообразных: от 17 до 70 кДа [18].

Протеолитическая активность в ФП из гепатопанкреаса камчатского краба соответствовала ММ = 18,6-21,4 кДа, а для ФП из гепатопанкреаса краба-стригуна опилю – ММ = 32,3-36,3 кДа, что также совпадает с известными данными для различных морских ракообразных (ММ лежит в широком диапазоне от 17 до 40 кДа) [27; 28].

Экспериментально мы показали, что за хитинолитическую и протеолитическую активность отвечают белки с разной молекулярной массой.

Измерение экзо- и эндохитинолитической активности ферментов из гепатопанкреаса камчатского краба и краба-стригуна опилю показало присутствие обеих активностей. Это говорит о том, что в ферментных препаратах содержались эндохитиназа, расщепляющая хитин на низкомолекулярные олигомеры и экзо-хитиназа, производящая N-ацетилглюкозамин. Таким образом, можно рассчитывать на выделение из этих ферментных препаратов отдельных ферментов, позволяющих осуществлять различные виды биотрансформации хитина.

То есть, используя эти ферменты, мы можем проводить как деполимеризацию хитина до низкомолекулярного хитина и олигомеров хитина, так и получать мономер – N-ацетилглюкозамин.

То есть, можно утверждать, что в гепатопанкреасе присутствуют разные ферменты: хитинолитические (экзо- и эндо-) и протеолитические. Это отвергает существовавшее мнение, что у ракообразных существуют ферменты,

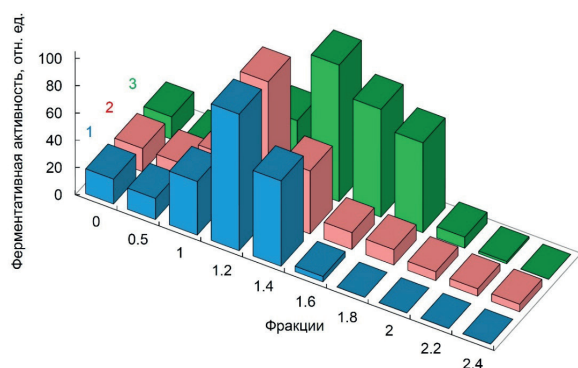


Рисунок 3. Распределение экзо- (1), эндохитинолитической (2) и протеолитической (3) активностей по фракциям ФП из камчатского краба

Figure 3. Distribution of exo- (1), endochitinolytic (2), and proteolytic (3) activities by EP from Red King crab

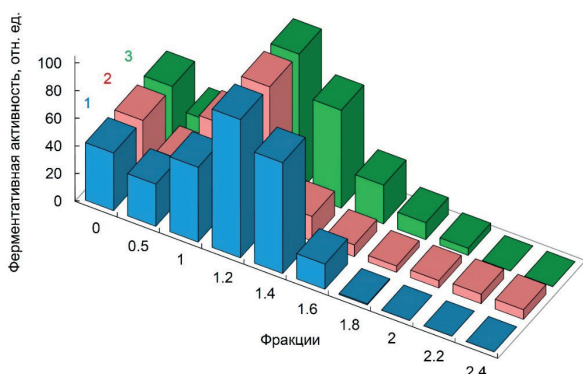


Рисунок 4. Распределение экзо- (1), эндохитинолитической (2) и протеолитической (3) активностей по фракциям ФП из краба-стригуна опилю

Figure 4. Distribution of exo- (1), endochitinolytic (2), and proteolytic (3) activities by EP fractions from the snow crab

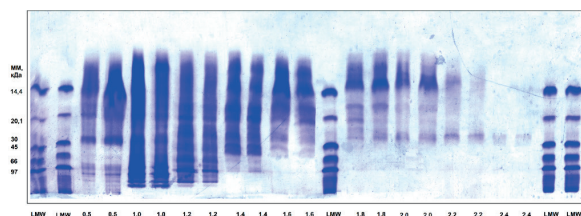


Рисунок 5. Электрофореграммы фракций ФП из камчатского краба

Figure 5. Electrophoregrams of EP fractions from Red King crab

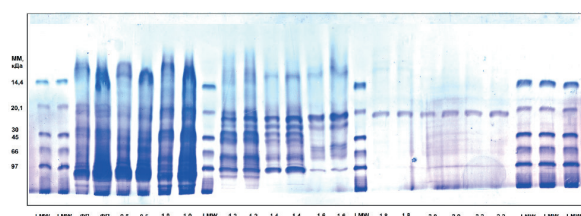


Рисунок 6. Электрофореграммы фракций ФП из краба-стригуна опилио

Figure 6. Electrophoregrams of EP fractions from the snow crab

проявляющие активность сразу к нескольким субстратам.

Таким образом, можно считать, что гепатопанкреас крабов может являться сырьем для получения хитинолитических ферментов, позволяющих проводить ферментативную трансформацию природного хитина в низкомолекулярные олигосахариды и N-ацетилглюкозамин. Вопрос о существовании деацетилаз, способных превращать ацетилированные производные хитина в деацетилированные, пока остается открытым и ждет своего решения.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **В.Ю. Новиков** – идея статьи, подготовка обзора литературы, планирование эксперимента, сбор и анализ данных, обсуждение полученных результатов, подготовка и корректировка текста статьи и ее окончательная проверка; **К.С. Рысакова** – сбор, систематизация и анализ экспериментальных данных, подготовка статьи, корректировка текста; **А.М. Мухортובה** – сбор и анализ данных, корректировка и проверка текста; **В.А. Мухин** – подготовка обзора литературы, оценка актуальности и научной значимости, обсуждение полученных результатов, корректировка текста.

The authors advertise the rejection of the conflict of interests. The tab in the authors' work: **V.Yu. Novikov** – article

concept, literature review preparation, experiment planning, data collection and analysis, discussion of results, article drafting and editing, and final review; **K.S. Rysakova** – collection, systematization, and analysis of experimental data, preparation of the article, editing of the text; **A.M. Mukhortova** – collection and analysis of data, editing and proofreading of the text; **V.A. Mukhin** – preparation of the literature review, assessment of relevance and scientific significance, discussion of the results obtained, editing of the text.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

1. Khiari Z. (2022). Sustainable upcycling of fisheries and aquaculture wastes using fish-derived cold-adapted proteases // *Front. Nutr.* Vol. 9. 875697. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.875697>
2. Khiari Z. (2024). Enzymes from fishery and aquaculture waste: Research trends in the era of artificial intelligence and circular bio-economy // *Mar. Drugs*. Vol. 22, No. 9. 411. <https://doi.org/10.3390/md22090411>
3. Valimaa A.L., Makinen S. et al. (2019). Fish and fish side streams are valuable sources of high-value components // *Food Qual. Saf.* Vol. 3, No. 4. Pp. 209-226. <https://doi.org/10.1093/fqsafe/fyz024>
4. Verissimo N. V., Mussagy C. U. et al. (2021). From green to blue economy: Marine biorefineries for a sustainable ocean-based economy // *Green Chem.* Vol. 23. Pp. 9377-9400. <https://doi.org/10.1039/D1GC03191K>
5. Khiari Z., Rico D., Martin-Diana A.B., Barry-Ryan C. (2014). Structure elucidation of ACE-inhibitory and antithrombotic peptides isolated from mackerel skin gelatine hydrolysates // *J. Sci. Food Agric.* Vol. 94, No. 8. Pp. 1663-1671. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6476>
6. Singh S., Negi T. et al. (2022). Sustainable processes for treatment and management of seafood solid waste // *Sci. Total Environ.* Vol. 817. 152951. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.152951>
7. Ponomareva T., Timchenko M. et al. (2021). Prospects of red king crab hepatopancreas processing: fundamental and applied biochemistry // *Recycling*. ol. 6. No. 1. 3. <https://doi.org/10.3390/recycling6010003>.
8. Novikov V.Yu., Rysakova K.S. et al. (2023). King crab gills as a new source of chitin/chitosan and protein hydrolysates // *Int. J. Biol. Macromol.* Vol. 232. 123346. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2023.123346>
9. Mukhin V.A., Novikov V.Yu. (2001). Enzymatic hydrolysis of proteins from Crustaceans of the Barents Sea // *Appl. Biochem. Microbiol.* Vol. 37, No. 5. Pp. 538-542. <https://doi.org/10.1023/A:1010218712622>
10. Мелентьев А.И., Актуганов Г.Э. Ферменты деградации хитина и хитозана // *Хитозан / Под ред. К. Г. Скрябина, С. Н. Михайлова, В. П. Варламова.* – М.: Центр «Биоинженерия» РАН. 2013. С. 71-114
10. Melentyev A.I., Aktuganov G.E. (2013). Enzymes of chitin and chitosan degradation // *Chitosan / Edited by K. G. Scriabin, S. N. Mikhailov, V. P. Varlamov.*

- Moscow: Center "Bioengineering" RAS. Pp. 71-114. (In Russ)
11. Salma U., Uddowla Md. H. et al. (2012). Five hepatopancreatic and one epidermal chitinases from a pandalid shrimp (*Pandalopsis japonica*): Cloning and effects of eyestalk ablation on gene expression // *Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Biol.* Vol. 161, No. 3. Pp. 197-207. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2011.11.005>.
 12. Ye C., Lu Z. et al. (2019). Cloning and expression analysis of chitinase-3B from giant freshwater prawn (*Macrobrachium rosenbergii*) during molting cycle // *J. Fish. China.* Vol. 43, No. 4. Pp. 751-762. <https://doi.org/10.11964/jfc.20180511272>.
 13. Liu M., Chen C. et al. (2021). Chitinase involved in immune regulation by mediated the toll pathway of crustacea *Procambarus clarkii* // *Fish Shellfish Immunol.* Vol. 110. Pp. 67-74. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2020.12.015>.
 14. Lv J., Liu P. et al. (2013). Transcriptome analysis of *Portunus trituberculatus* in response to salinity stress provides insights into the molecular basis of osmoregulation // *PLoS ONE.* Vol. 8, No. 12. e82155. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0082155>.
 15. Zhou K., Zhou F. et al. (2017). Characterization and expression analysis of a chitinase gene (PmChi-4) from black tiger shrimp (*Penaeus monodon*) under pathogen infection and ambient ammonia nitrogen stress // *Fish Shellfish Immunol.* Vol. 62. Pp. 31-40. <https://doi.org/10.1016/j.fsi.2017.01.012>.
 16. Fujimori K., Fukushima H., Matsumiya M. (2018). Molecular cloning and phylogenetic analysis of a chitin deacetylase isolated from the epidermis of the red snow crab *Chionoecetes japonicus* // *Advances in Bioscience and Biotechnology.* Vol. 9, No. 1. Pp. 52-62. <https://doi.org/10.4236/abb.2018.91005>.
 17. Li X., Diao P. et al. (2021). Molecular characterization and function of chitin deacetylase-like from the Chinese mitten crab, *Eriocheir sinensis* // *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology.* Vol. 256. P. 110612. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2021.110612>.
 18. Proespraiwong P., Tassanakajon A., Rimphanitchayakit V. (2010). Chitinases from the black tiger shrimp *Penaeus monodon*: Phylogenetics, expression and activities // *Comp. Biochem. Physiol. B Biochem. Mol. Biol.* Vol. 156, No. 2. Pp. 86-96. <https://doi.org/10.1016/j.cbpb.2010.02.007>.
 19. Dahiya N., Tewari R., Hoondal G. S. (2006). Biotechnological aspects of chitinolytic enzymes: a review // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* Vol. 71, No. 6. Pp. 773-782. <https://doi.org/10.1007/s00253-005-0183-7>.
 20. Affes S., Aranaz I. et al. (2019). Preparation of a crude chitosanase from blue crab viscera as well as its application in the production of biologically active chito-oligosaccharides from shrimp shells chitosan // *Int. J. Biol. Macromol.* Vol. 139. Pp. 558-569. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2019.07.116>.
 21. Рысакова К. С., Новиков В. Ю., Мухин В. А., Серафимчик Е. М. Гликолитическая активность ферментного препарата из гепатопанкреаса камчатского краба *Paralithodes camtschaticus* // *Прикл. биохим. микробиол.* 2008. Т. 44, № 3. С. 281-286. <https://doi.org/10.1134/S0003683808030046>.
 21. Rysakova K. S., Novikov V. Yu., Mukhin V. A., Serafimchik E. M. (2008). Glycolytic activity of an enzyme preparation from the hepatopancreas of the Kamchatka crab *Paralithodes camtschaticus*. *biochim. microbiol.* vol. 44, No. 3. Pp. 281-286. <https://doi.org/10.1134/S0003683808030046>. (In Russ)
 22. Westermeier R. (2016). Electrophoresis in Practice. A Guide to Methods and Applications of DNA and Protein Separations / Fifth Edition. – Weinheim, Germany: Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. 471 p.
 23. Reissig J. L., Strominger J. L., Leloir L. F. (1955). A modified colorimetric method for the estimation of N-acetyl amino sugars // *J. Biol. Chem.* Vol. 217, No. 2. Pp. 959-966. [https://doi.org/10.1016/S0021-9258\(18\)65959-9](https://doi.org/10.1016/S0021-9258(18)65959-9).
 24. Declaire M., De Cat W. et al. (1996). Determination of endo- and exochitinase activities of *Serratia marcescens* in relation to the culture media composition and comparison of their antifungal properties // *Chitin Enzymology.* Vol. 2 / Ed. by A. A. Muzzarelli. Grottammare, Italy: Atec Edizioni. Pp. 165-169.
 25. Лисицын А.Б., Иванкин А.Н., Неклюдов А.Д. Методы практической биотехнологии. Анализ компонентов и микропримесей в мясных и других пищевых продуктах. – М.: ВНИИМП. 2001. 408 с.
 25. Lisitsyn A.B., Ivankin A.N., Neklyudov A.D. (2001). Methods of practical biotechnology. Analysis of components and micro-admixtures in meat and other food products. Moscow: VNIIMP. 408 p. (In Russ)
 26. Новиков В.Ю., Рысакова К.С., Шумская Н.В., Мухортова А.М. (2024). Экстракция и фракционирование ферментов с разной субстратной специфичностью из гепатопанкреаса *Paralithodes camtschaticus* // Наука и образование. Материалы Всерос. науч.-практ. конф., Мурманск, 1-9 декабря 2022 г. В 2 ч. Ч. 2. – Мурманск: Изд-во МАУ. С. 260-268. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=62683084>.
 26. Novikov V.Yu., Rysakova K.S., Shumskaya N. V., Mukhortova A.M. (2024). Extraction and fractionation of enzymes with different substrate specificity from the hepatopancreas *Paralithodes camtschaticus* // Science and Education. Proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference, Murmansk, December 1-9. 2022 At 2 p.m. Part 2. – Murmansk: Publishing House of MAU. Pp. 260-268. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=62683084>. (In Russ)
 27. Klimova O. A., Borukhov S. I. et al. The isolation and properties of collagenolytic proteases from crab hepatopancreas // *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 1990. Vol. 166, No. 3. Pp. 1411-1420. [https://doi.org/10.1016/0006-291X\(90\)91024-M](https://doi.org/10.1016/0006-291X(90)91024-M). (In Russ)
 28. Sakharov I. Yu., Litvin F. E., Artyukov A. A. (1994). Purification and characterization of two serine collagenolytic proteases from crab *Paralithodes camtschatica* // *Comp. Biochem. Physiol. B: Biochem. Mol. Biol.* Vol. 108, No. 4. Pp. 561-568. [https://doi.org/10.1016/0305-0491\(94\)90110-4](https://doi.org/10.1016/0305-0491(94)90110-4)

Материал поступил в редакцию / Received 01.09.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 25.09.2025

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ

Журнал входит в систему Российский индекс научного цитирования (РИНЦ).

Журнал «Рыбное хозяйство» включен Высшей Аттестационной Комиссией (ВАК) в «Перечень российских рецензируемых научных журналов, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученых степеней доктора и кандидата наук». Согласно Списку ВАК на март 2023 года, журнал позиционируется по следующим специальностям:

- 1.5.13 Ихтиология;
- 1.5.15 Экология;
- 4.2.6 Рыбное хозяйство, аквакультура и промышленное рыболовство;
- 4.3.3 Пищевые системы;
- 4.3.5 Биотехнология продуктов питания и биологически активных веществ.

Журнал «Рыбное хозяйство» и все публикуемые статьи имеют DOI. Просьба при ссылках в списках литературы указывать идентификатор статьи. Это повышает рейтинг издания и автора. Редакция журнала «Рыбное хозяйство» в своей деятельности руководствуется принципами публикационной этики, разработанными на основе международных стандартов.

Во избежание конфликтов, рекомендуем в конце статьи сделать следующие уточнения:

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: И.И. Иванов – идея статьи, корректировка текста; П.П. Петров – подготовка обзора литературы, подготовка статьи и ее окончательная проверка; С.С. Сидоров – сбор и анализ данных, подготовка статьи.

Все статьи, предлагаемые к публикации, проходят проверку в системе «Антиплагиат». В случае обнаружения более 55% текстовых заимствований без соответствующих ссылок статья отклоняется.

Просьба к авторам – проставляйте УДК Вашей статьи, мы будем его печатать в журнале.

Все статьи проходят рецензирование. Форма рецензии – в статье Рецензирование.

К статьям должны быть приложены следующие материалы:

1. Текст в формате Microsoft Word объемом до 12 страниц 12 кеглем через полтора интервала.

Увеличение объема статьи возможно только по согласованию с редакцией.

2. Реферат (не более 1/3 страницы): с указанием названия статьи, ученой степени, научного звания и места работы авторов на русском и (если возможно) английском языках.

3. Ключевые слова на русском и английском языках.

4. Сведения об авторах в таблице:

Сведения	Русский вариант	Английский вариант
Фамилия		
Имя		
Отчество		
Ученая степень		
Ученое звание		
Место работы или учебы		
Подразделение (кафедра, отдел)		
Должность		
Контактная информация для опубликования E-mail		
Другая контактная информация (телефон)		

5. Экспертное заключение о возможности публикации статьи в открытой печати.

6. Результат прохождения статьи через систему «Антиплагиат».

7. Наличие пристатейных библиографических списков у всех статей в едином формате, не более 50 источников, в том числе в обзорных статьях. Пример для цитирования:

Гайденок Н.Д. Структура континуумов муксуна рек Сибири // Рыбное хозяйство. 2020. № 2. С 51-60. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2020-2-51-60>

Gaidenok N.D. The structure of the muksun continuums of the rivers of Siberia // Fisheries. 2020. No. 2. Pp. 51-60. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2020-2-51-60>

8. **Обязательно фото по теме** (пейзажи, корабли, море или производственные процессы, рыбы, моллюски, млекопитающие, если речь идет об определенном промысле, научном исследовании или производственном процессе), так как журнал иллюстрированный.

9. **ФОТО И РИСУНКИ К ТЕКСТУ ДОЛЖНЫ БЫТЬ ПРЕДСТАВЛЕНЫ ОТДЕЛЬНЫМИ ФАЙЛАМИ:**

- Платформа: IBM PC, цветовая модель: CMYK, формат фото: TIFF, JPG (разрешение – 300 DPI).

Номера журнала за 2024 год и информация для авторов теперь в открытом доступе на сайте ВНИРО.

Все статьи и сопутствующие материалы направлять по электронному адресу: filippovasg@vniro.ru

Телефон для связи: +7(916) 542-26-69, Филиппова Светлана Григорьевна

Журнал «Рыбное хозяйство» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации: ПИ № ФС 77-86527 от 19.12.2023
Учредитель – ФГБНУ «ВНИРО»

Подписан в печать 10.10.2025 г.
Печать офсетная. Формат бумаги 60×84 1/8.

16 печ. л.
Тираж 500 экз.

Редакция журнала «Рыбное хозяйство»
Ответственный редактор С.Г. Филиппова
Тел.: +7(916) 542-26-69
e-mail: filippovasg@vniro.ru

Отпечатано



СТРОКИ Типография «СТРОКИ»



г. Воронеж, ул. Любы Шевцовой, 34
Тел.: +7(995)494-84-77 | +7(950)765-69-59 | +7(980)542-01-78
Сайт: www.stroki.vrn.ru
E-mail: info@stroki.vrn.ru
