



УВАЖАЕМЫЕ КОЛЛЕГИ!

Примите искренние поздравления с наступающим Новым годом и Рождеством Христовым!

Уходящий год запомнился нам эффективной и плодотворной работой, непростыми задачами и их достойным решением, успешной реализацией намеченных планов.

Рыбохозяйственный комплекс сегодня – динамично развивающаяся отрасль, входящая в число российских лидеров по динамике роста инвестиций. Комплекс участвует в развитии прибрежных регионов и формирует налогооблагаемую базу, наполняя российский рынок качественной и доступной по цене отечественной рыбной продукцией.

Статус ВНИРО, как Государственного научного центра Российской Федерации, обязывает нас обеспечить преемственность и непрерывность исследовательского поиска, развивать традиционные научные школы и формировать новые, воспитывать грядущие поколения ученых для поступательного развития науки и всего общества.

Наука сегодня не только отвечает на традиционные вопросы по прогнозированию объемов вылова, но и формирует «образ будущего» всего рыбного хозяйства, привлекая людей с активной жизненной позицией в перспективную сферу деятельности.

Благодаря работе наших ученых, можно с уверенностью смотреть в будущее отечественной рыбной отрасли. Знать, что завтра работа ученых продолжится, связь поколений не прервется. Следовательно, рыбохозяйственный комплекс нашей страны в будущем будет опираться на надежный фундамент научных знаний и точных прогнозов, обеспечивая продовольственную безопасность Родины и гарантируя, что на столе россиян всегда будет в достатке полезная и безопасная рыбная продукция.

Труд наших ученых создает базис рыбопромышленного комплекса страны, является залогом его стабильной работы и устойчивого развития. Научные исследования помогают определять лимиты вылова, ориентировать рыбаков на ценные промысловые объекты, дают рекомендации для эффективного использования флота, что влияет положительно и на экономику компаний, и на обеспечение страны рыбной продукцией, и на реализацию экспортного потенциала.

При поддержке руководства страны в последние годы ВНИРО наращивает интенсивность экспедиционной работы, исследуя районы, где наших ученых не было долгие десятилетия. Большая Африканская экспедиция ВНИРО, начатая в прошлом году, несомненно, даст новые данные, которые после обработки и анализа станут новыми статьями и докладами, послужат развитию отечественного рыболовства в этом перспективном регионе, укрепив позиции и стратегический потенциал Российской Федерации.

Пусть в новом 2026 году вам неизменно сопутствует удача в том важном деле, которым вы занимаетесь!

Желаю вам осуществления заветных желаний и реализации самых смелых проектов, оправдавших ожидания и достойных наград за труды!

Здоровья, радости, благополучия и процветания вам и вашим близким!

**Директор ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»,
главный редактор журнала «Рыбное хозяйство»
КИРИЛЛ КОЛОНЧИН**



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

№ 6 2025
ноябрь–декабрь

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»

Васюкова А.Т. доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Биотехнологий и продовольственной безопасности», Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского

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»

Зилянов 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-экономические дисциплины,
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 GmH),
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)

6/2025 (november–december)

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

Kolmakov A.N.

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)

Chernyshkov P.P.

Doctor of Geographical Sciences, Professor of the Department of Ocean Geography at the Institute of Living Systems, Immanuel Kant Baltic Federal University

Bagrov A.M.

Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Professor

Bubunets E.V.

Doctor of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Aquaculture and Beekeeping, FGBOU VO «RGAU-MSHA named after K.A. Timiryazev»

Kokorev Yu.I.

Candidate of Economic Sciences, Professor of the Department of Humanities and Economics, Dmitrov Fisheries Institute of Technology, Federal State Budgetary Educational Institution «AGTU»

Kharenko E.N.

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)

Mezenova O.Ya.

Doctor of Technical Sciences, Professor, KSTU, Honorary Worker of Fisheries

Mercel J.-T.

Doctor of Technical Sciences, Professor, Research Laboratory (UBF GmbH), Altlandsberg, Germany

Ostroumov S.A.

Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of the Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University

Paulou D.S.

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

Servetnik G.E.

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)

Semin A.N.

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

Smirnov A.A.

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)

Truba A.S.

Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher at VNIRO Federal State Budgetary Research University, Member of the Board of the Union of Writers of Russia

Tolikova E.E.

Doctor of Economics, Professor, Professor of the Department of Innovative Entrepreneurship at Bauman Moscow State Technical University

Vasyukova A.T.

Doctor of Technical Sciences, Professor, Professor of the Department of Biotechnology and Food Safety, Vernadsky Russian State University of National Economy

Zhigin A.V.

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

Zilanov V.K.

Candidate of Biological Sciences, full member of MANEB, Professor, Honorary Doctor of the Moscow State Technical University, Chairman of the Sevryba CC

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

ЭКОНОМИКА И БИЗНЕС**Колмаков А.Н., Серегин С.Н.**

Национальный проект «Технологическое обеспечение биоэкономики» – выбор исполнителей приоритетных направлений

10

ECONOMICS AND BUSINESS**Kolmakov A.N., Seregin S.N.**

National project “Technological support of bioeconomics” – selection of performers of priority areas

Вопиловский С.С.

Приоритетные стратегические направления освоения водных биологических ресурсов Арктического региона

19

Vopilovsky S.S.

Priority strategic directions for the development of aquatic biological resources in the Arctic region

Кравцов С.А. Теоретические аспекты формирования маркетинговой стратегии сбыта камчатской рыбопродукции премиальных сегментов

32

Kravtsov S.A. Theoretical aspects of developing a marketing strategy for selling premium Kamchatka fish products**Дуленина П.А.** Оценка стоимости биоресурсов 12-ти мильной прибрежной зоны Хабаровского края

40

Dulenina P.A. Estimation of the value of bioresources the within 12-mile marine coastal zone of the Khabarovsk Krai**БИОРЕСУРСЫ И ПРОМЫСЕЛ****Дуленин А.А., Дуленина П.А.,****Шершенков С.Ю.** Яркие особенности нереста охотской сельди *Clupea pallasii* в 2025 году и их практические следствия

51

BIORESOURCES AND FISHERIES**Dulenin A.A., Dulenina P.A.,****Shershenkov S.Y.** Striking features of Okhotsk herring spawning *Clupea pallasii* in 2025 and their practical consequences**Кузнецова Е.Н., Согрина А.В., Мельникова Ф.А.** Биология и промысел стрелозубых палтусов

61

Kuznetsova E.N., Sogrina A.V., Melnikova F.A. Biology and Fishery of Arrowtooth Halibut**ВНУТРЕННИЕ ВОДОЕМЫ****Новожилов О.А., Гулина Т.С.**

Многолетняя динамика видового состава ихтиофауны реки Неман (в пределах Калининградской области) по данным промысловых и научных уловов

70

INTERNAL RESERVOIRS**Novozhilov O.A., Gulina T.S.**

Long-term dynamics of the species composition of the ichthyofauna in the Neman River (within the Kaliningrad region) based on data from commercial and scientific fishing

Алдушин А.В., Алдушина Ю.К. Трансформация морфометрических характеристик русла реки Промысловой бассейна Куршского залива после проведения мелиоративных работ

77

Aldushin A.V., Aldushina Y.K.

Transformation of the morphometric channel characteristics of the Promyslovaya River (Curonian Lagoon basin) following land reclamation works

Гайденок Н.Д., Пережилин А.И. Демография таксономия генетика модели енисейского осетра – 20 лет спустя. Часть 4. Полиморфизм микросателлитных локусов сибирского осетра (*Acipenser baerii*)

86

Gaidenok N.D., Perezhilin A.I.Demography, taxonomy, genetics model of the Yenisei sturgeon – 20 years later. Part 4. Polymorphism of microsatellite loci of the Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*)**АКВАКУЛЬТУРА****Пятикопова О.В., Бедрицкая И.Н., Сапахова Л.Х., Макарова Е.В.**

Определение информативных гидрохимических параметров среды водных объектов при организации садкового рыбоводного хозяйства в Астраханской области

97

AQUACULTURE**Pyatikopova O.V., Bedritskaya I.N., Sapakhova L.H., Makarova E.V.**

Determination of informative hydrochemical parameters of water bodies when organizing a cage-based fish farm in the Astrakhan Region

- Калякина М.Е., Игнатов Н.Н., Литанюк Е.Я.** Оценка эффективности искусственного воспроизводства видов *Oncorhynchus* в Магаданской области на базе отолитного маркирования
- Кожаева Д.К., Махова И.Х., Гузоев Э. М., Кеккезов А.А.** Методы диагностики и лечения некоторых эктопротозойных инвазий рыб
- Усков Т.Н., Арнаутков М.В., Артемов Р.В.** Качество кормовой рыбной муки, используемой при производстве комбикормов для объектов аквакультуры
- ТЕХНОЛОГИЯ**
- Подкoryтова А.В., Рощина А.Н.** Альгинаты из бурой водоросли *Saccharina japonica*: основа для индустрии пищевых, медицинских и косметических продуктов
- Васюкова А.Т., Эдварс А.Р.** Экономическая целесообразность использования нетрадиционных растительных компонентов в рыбных фаршах
- Кузьмин С.В., Есаулова О.В., Мощенская Н.В., Скопин А.Ю., Балакаева А.В., Русаков В.Н., Барвина А.Я.** Эффективность применения инновационных технологий ионизирующего излучения для обеззараживания рыбной продукции
- 108 Kalyakina M.E., Ignatov N.N., Litanyuk E.Y.** Evaluation of the efficiency of artificial reproduction of *Oncorhynchus* species in the Magadan region based on otolith marking
- 118 Kozhaeva D.K., Makhova I.Kh., Guzoev E.M., Kekkezoov A.A.** Methods of diagnosis and treatment of some ectoprotazoal fish invasions
- 123 Uskov T.N., Arnautov M.V., Artemov R.V.** Quality of fish meal as a component of aquaculture feed
- TECHNOLOGY**
- 132 Podkorytova A.V., Roshchina A.N.** Alginate from brown seaweed *Saccharina japonica*: the basis for the food, medical, and cosmetic industries
- 139 Vasyukova A.T., Edvars A.R., Karavaeva Yu.A.** The economic feasibility of using non-traditional plant components in minced fish
- 147 Kuzmin S.V., Esaulova O.V., Moshenskaya N.V., Skopin A.Yu., Balakaeva A.V., Rusakov V.N.** The effectiveness of using innovative technologies of ionizing radiation for disinfection of fish products

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.



Национальный проект «Технологическое обеспечение биоэкономики» – выбор исполнителей приоритетных направлений

Научная статья
УДК 639.2/.3

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-10-18>
EDN: KZEIEE

Колмаков Алексей Николаевич – доктор экономических наук, заместитель директора по научной работе, директор Центра экономических исследований
E-mail: kolmakov@vniro.ru

Серегин Сергей Николаевич – доктор экономических наук, кандидат сельскохозяйственных наук, профессор, советник директора
E-mail: s.seregin1947@yandex.ru

ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

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

Аннотация. В данной статье рассматривается ряд вопросов относительно разработки современных технологий для промышленной выработки заквасок, ферментов и пищевых ингредиентов в рамках реализации национального проекта «Технологическое обеспечение биоэкономики», реализация которого стартует с 2026 года. Предполагается, что часть работ будет возложена на стартапы, которые представляют собой наукоемкие бизнесы, ориентированные на быстрое масштабирование и внедрение инновационных технологий, характеризуются технологической новизной и поиском уникальной бизнес-модели.

Для такой организации выполнения указанных работ для получения релевантных результатов важнейшее значение имеет поиск источников финансирования, при этом следует отметить, что однозначных вариантов финансирования стартапов не существует, каждая страна по-своему подходит к решению данного вопроса, с учетом национального менталитета и сложившихся

бизнес моделей. Как показывает зарубежный опыт, цели достижения конечных результатов требуют больших объемов финансовых средств, в России такой практики мы пока не видим. В нашем случае дело даже не в вопросах финансирования, а в том, что для России научное решение сложных вопросов решалось не через создание различного рода стартапов, а на базе созданных научно-исследовательских институтов.

Могут ли стартапы выполнять часть работ по реализации указанного нацпроекта? Наверное, могут, но этот вопрос должны решать участники разработки этого документа. Как организовать работу для достижения целей нацпроекта «Технологическое обеспечение биоэкономики», это задача органов исполнительной власти, отвечающих за его реализацию.

Ключевые слова: стартапы, биоэкономика, нацпроект «Технологическое обеспечение биоэкономики», инновационные технологии, инвестиции, компании-единороги, бизнес-ангелы, венчурные фонды

Для цитирования: Колмаков А.Н., Серегин С.Н. Национальный проект «Технологическое обеспечение биоэкономики» – выбор исполнителей приоритетных направлений // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 10-18. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-10-18>

NATIONAL PROJECT “TECHNOLOGICAL SUPPORT OF BIOECONOMICS” – SELECTION OF PERFORMERS OF PRIORITY AREAS

Alexey N. Kolmakov – Doctor of Economics, Deputy Director for Scientific Work, Director of the Center for Economic Research

Sergey N. Seregin – Doctor of Economics, Candidate of Agricultural Sciences, Professor, Advisor to the Director

State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)

Address: Russia, 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19

Annotation. This article discusses a number of issues regarding the development of modern technologies for the industrial production of starter cultures, enzymes and food ingredients within the framework of the national project “Technological support for Bioeconomics”, the implementation of which starts in 2026. It is assumed that part of the work will be assigned to startups, which are knowledge-intensive businesses focused on rapid scaling and the introduction of innovative technologies, characterized by technological novelty and the search for a unique business model.

For such an organization to carry out these works in order to obtain relevant results, it is crucial to find sources of financing, while it should be noted that there are no unambiguous financing options for startups, each country approaches this issue in its own way, taking into account the national mentality and established business models. As foreign experience shows, the goals of achieving final results require large amounts of financial resources, but we do not see such a practice in Russia yet. In our case, it's not even about financing, but about the fact that for Russia, the scientific solution to complex issues was solved not through the creation of various kinds of startups, but on the basis of established research institutes.

Can startups do some of the work on the implementation of this national project? They probably can, but this issue should be decided by the participants in the development of this document. How to organize work to achieve the goals of the national project “Technological support for Bioeconomics” is the task of the executive authorities responsible for its implementation.

Keywords: startups, bioeconomics, national project «Technological support of bioeconomics», innovative technologies, investments, unicorn companies, business angels, venture funds

For citation: Kolmakov A.N., Seregin S.N. National project «Technological support of bioeconomics» – selection of performers of priority areas // Fisheries. 2025. No. 6. Pp. 10-18. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-10-18>.

Рисунки – авторские / The drawings were made by the author

Развитие современного мира невозможно себе представить без прогресса в области разработки современных технологий и внедрения инноваций во все сферы промышленного производства. Биотехнологии в этом ряду занимают особое место – за ними будущее. Это понимание сегодня есть во всех индустриально развитых странах, и они считаются приоритетами развития их экономик. Именно эти направления будут определять динамику экономического роста и будущий образ стран, внедряющих передовые разработки и технологии.

Сегодня наша страна также включилась в технологическую гонку для обеспечения технологического суверенитета. Пример тому – разработка национального проекта «Технологическое обеспечение биоэкономики», реализация которого стартует с 2026 года. По замыслу разработчиков, в этот проект должны войти фармацевтическая, агропромышленная, экологическая и иные смежные отрасли народного хозяйства. В его составе три базовых федеральных проекта, касающихся организации производства и стимулирования сбыта продуктов биоэкономики, а также – научно-технологической поддержки развития, аналитического, методического и кадрового обеспечения биоэкономики. В рамках нацпроекта определены четыре основные группы сквозных технологических платформ. Три из них продуктовые: это микроорганизмы, культуры клеток; микробный биосинтез; продукты переработки растительного и животного сырья. Еще одна группа предполагает создание средств производства для большинства направлений биоэкономики. В качестве приоритетных рассматриваются такие направления биоэкономики как выпуск заквасок, ферментов и пищевых ингредиентов, производство продуктов из крахмалсодержащего сырья, создание морских биофабрик по переработке водорослей, переработка органических отходов и борьба с загрязнениями почвы, воды и воздуха.

Господдержку этим инициативам предполагается осуществлять на грантовой основе в контексте действующих инструментов

поддержки промышленности, определенную роль сыграют и региональные стимулы. Разработчики нацпроекта, в качестве важного рычага инвестирования, предполагают венчурные инвестиции через разработку стартапов и малых технологических компаний.

Реализация программных мероприятий нацпроекта должна обеспечить технологический суверенитет в рассматриваемых отраслях народного хозяйства. По предварительным данным, объем бюджетного финансирования нацпроекта в 2026 г. запланирован на уровне 754 млн руб., в 2027 – 2,1 млрд руб., в 2028 – 2,2 млрд рублей. При относительно скромном бюджетном финансировании, его разработчики прогнозируют, что оборот биоэкономики в России к 2036 г. может достигнуть отметки в 1 трлн рублей. Насколько убедительным окажется прогноз покажет время, хотя и сегодня эти ориентиры вызывают большое сомнение. Об этом пойдет речь ниже, в частности – о роли стартапов в реализации данного нацпроекта.

Стартапы представляют собой наукоемкие бизнесы, ориентированные на быстрое масштабирование и внедрение современных инновационных технологий, которые характеризуются технологической новизной и поиском уникальной бизнес-модели. Сам термин «стартап» впервые появился в США в 1939 г., когда в Калифорнии создавались предприятия и фирмы, занимающиеся высокими технологиями. В то время студенты Стэнфордского университета Дэвид Паккард и Уильям Хьюлетт создали там свой небольшой проект и назвали его стартапом (от англ. start-up – стартовать, запускать). Этот стартап со временем превратился в гигантскую и успешную компанию Hewlett-Packard. Позже инвесторы, готовые рисковать своими средствами ради высокой потенциальной прибыли, способствовали появлению таких компаний, как Facebook, Uber и Airbnb. Эти стартапы смогли привлечь значительные инвестиции на ранних стадиях развития, что позволило им быстро масштабироваться и завоевать значительную долю рынка [1].

Технологический прогресс и доступ к глобальным ресурсам дают сегодняшним стар-

тапам возможности в их развитии. Сегодня стартапы поддерживают по всему миру, они привлекают частных и институциональных инвесторов, а также – крупные корпорации, которые заинтересованы в новых идеях и технологиях. Специфика и распределение по отраслям показывают возможность привлечения финансовых средств для разработки инноваций туда, где имеется более высокий потенциал получения прибыли от деятельности стартапа. Стартап до выхода на IPO или слияния с более крупным брендом получает оценку инвесторов. Когда новые компании показывают стремительный рост, а их стоимость превышает один млрд долл. США, они получают статус «единорога». Для инвесторов привлекательность компаний заключается в высокой прибыльности. Так, например, доход Uber, как одного из крупнейших единорогов мира, до выхода на IPO в 2018 г. составил 10 млрд долл. США. Средняя прибыльность от первоначальных инвестиций составляет 676% среди всех единорогов.

Современные стартапы для своего развития нуждаются в различных инструментах поддержки необходимых и для поисков финансирования новых разработок, в том числе. Финансирование стартапов является необходимым условием научных разработок и создания успешного бизнеса. Без достаточного финансирования их разработчикам невозможно воплотить свои идеи в жизнь, закупить необходимое оборудование, нанять нужных сотрудников и расширить масштабы своей деятельности. Формы финансирования стартапов связаны с менталитетом предпринимательства различных стран, и в этом аспекте имеют большие различия [2].

По зарубежным источникам известно, что компании-единороги есть в более чем 20 от-

раслях, а в 2023 г. среди ведущих пяти выделяются:

- программное обеспечение – 793 единорога;
- финансовые сервисы – 354 единорога;
- информационные технологии – 308 единорога;
- наука – 285 единорога;
- дата и аналитика – 277 единорога.

Стартап в области разработки искусственного интеллекта xAI Илона Маска планирует привлечь около 20 млрд долл. США. Предполагается что финансирование данного стартапа будет разделено на две части. Из них 7,5 млрд долл. – акционерного капитала и 12,5 млрд долл. – долга в SPV. Около 2 млрд долл. США планируется направить на закупку чипов для крупнейшего центра обработки данных xAIColossus 2 в Мемфисе. В настоящее время уже привлечено около 10 млрд долл., при этом ежемесячно для разработок тратится примерно 1 млрд долл. США.

Доступность и частота выбора различных источников финансирования стартапов, таких как краудфандинг, бизнес-ангелы, венчурные фонды, лизинг и другие, во многом зависят от страны функционирования проекта. Ниже приведен анализ финансирования стартапов на разных этапах жизненного цикла в России, ведущих странах Европы, США.

В 2020 г. было проведено исследование рынка технологического предпринимательства в России, на основе опроса 620 основателей стартапов. Распределение источников финансирования на момент запуска их проектов представлено на рисунке 1. Данные рисунка показывают, что первое место среди источников финансирования занимают собственные средства основателей бизнеса. Далее следуют гранты, а затем – частные непрофильные инвесторы и другие источники.

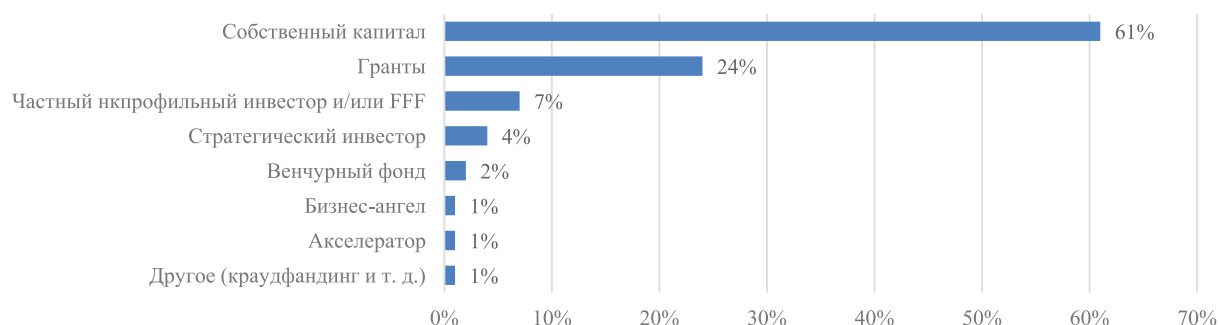


Рисунок 1. Источники финансирования стартапов в России

Figure 1. Sources of financing for startups in Russia

Таким образом, основным источником финансирования стартапов в России являются собственные средства основателей стартапов [3].

Аналогичная ситуация характерна не только для России, такие же тенденции мы можем наблюдать и в странах Европы, распределение различных каналов финансирования стартапов в этих странах представлено на рисунке 2. При этом следует отметить, что здесь венчурный капитал привлекается для 22% стартапов, и рост его использования влечет за собой повышение показателей удовлетворенности доступом к финансированию и удобством ведения бизнеса [4].

Лидером в области технологического предпринимательства являются Соединенные Штаты Америки, занимая первое место в мире в этой сфере. Распределение источников финансирования стартапов в США за 2019 г. представлено на рисунке 3. Стоит отметить, что данная страна является лидером по привлечению венчурного капи-

тала, в 2020 г. венчурные инвестиции США достигли рекордных 130 млрд долларов [5]. Как видно из рисунка, здесь первое место по источникам финансирования занимает венчурный капитал. Американские стартапы практически не используют гранты или банковские кредиты для финансирования своей деятельности. Преимущественно применяются долевыми формы финансирования.

По результатам анализа отечественной и зарубежной практики финансирования стартапов, было выявлено, что в России преобладают такие источники финансирования как собственный капитал, гранты, средства друзей и семьи, а венчурные формы занимают незначительный процент. В Европе собственный капитал также занимает первое место по частоте использования, однако далее следуют бизнес-ангелы и венчурные фонды – нетрадиционные формы финансирования.

В США венчурная форма финансирования остается на первом месте, а количество

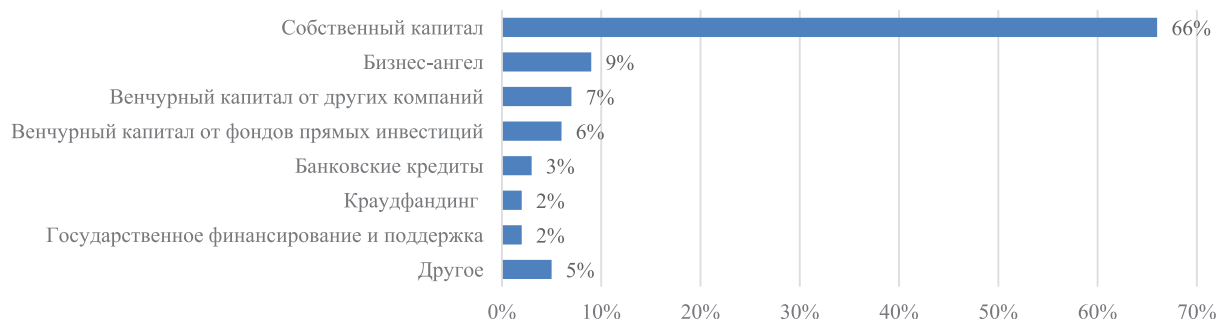


Рисунок 2. Источники финансирования стартапов в Европе

Figure 2. Sources of startup financing in Europe



Рисунок 3. Источники финансирования стартапов в США

Figure 3. Sources of financing for startups in the USA

и успешность американских стартапов подтверждают эффективность данной формы финансирования. Это связано с тем, что бизнес этой страны привержен к рискованным операциям, а менталитет нашей страны подразумевает меньшую склонность к риску, что, возможно, вызвано тем, что в России привлечение венчурного капитала еще не распространено так как в США и европейских странах, однако популярность данной формы растет. На склонность к риску, в свою очередь, несомненно, оказывают влияние доходы населения и устоявшиеся традиции ведения бизнеса [6].

Мы видим, что однозначных вариантов финансирования стартапов не существует, каждая страна по своему подходит к решению данного вопроса, с учетом национального менталитета и сложившихся бизнес моделей. Однако в рассматриваемом нами вопросе – месте стартапов в реализации нацпроекта «Технологическое обеспечение биоэкономики», дело даже не в вопросах финансирования, а в том, что для России научное решение сложных вопросов проходило не через создание различного рода стартапов, а на базе созданных научно-исследовательских институтов. Именно здесь для этого есть необходимая научная инфраструктура и лабораторная база, а также – высококвалифицированные научные кадры.

Следует отметить, что многое из того, что является инструментами инновационного технологического развития, мы часто заимствуем от развитых западных экономик, это относится и к стартапам, и уже забытым технологическим платформам. Российская практика последних десятилетий указывает на плохую приживаемость иностранных инструментов в нашей экономике, нам следовало бы вспомнить как многие вопросы решались в советский период, когда страна была в авангарде научно-технического прогресса по многим вопросам развития науки и технологий.

Тематика разрабатываемого нацпроекта для России не нова, как говорит народная мудрость, «новое – это хорошо забытое старое». О чем идет речь. Подобные проблемы, обозначенные в нацпроекте, были заложены технологической платформой «БиоТех2030». Технологические платформы учреждены поручением президента Российской Федерации № 22-пр. от 4 января 2010 года. «Порядок формирования перечня технологических платформ» был утвержден решением Правительственной комиссии по высоким технологиям и инновациям 3 августа 2010 года. Инициаторами создания технологической

платформы являются ГК «Ростехнологии» в лице холдинговой компании ОАО «РТ-Биотехпром» и Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова. Основная цель технологической платформы – создание в Российской Федерации современной биоиндустрии, обеспечивающей вклад в ВВП, сопоставимый с ведущими экономиками мира. Вместе с названной технологической платформой разрабатывались и другие, в частности, в 2012 г. была разработана Технологическая платформа «Хранение и переработка-2030». В рамках этой платформы планировалась разработка новых технологий по выпуску заквасок, ферментов и пищевых ингредиентов, производство продуктов из крахмалсодержащего сырья [7; 8].

Но все разрабатываемые платформы не решили возложенные на них задачи по одной простой причине – создатели этих платформ рассчитывали в основном на их бюджетное финансирование, которое, в конечном счете, оказалось провальным. Хотя первичный замысел разработчиков платформ был рассчитан на привлечение финансовых средств частного бизнеса для финансирования основных мероприятий платформ. Кто виноват в этом? Наверное, и государство, и разработчики, которые не сумели убедить российских предпринимателей вкладываться в отечественные разработки, и затем внедрять их на своих предприятиях. Государство в ту пору не видело никаких преград со стороны Запада на пути привлечения дешевых кредитных ресурсов, которые активно привлекал российский бизнес для закупки новых зарубежных технологий и оборудования. Но после 2020 г. ситуация кардинальным образом поменялась, а не решенные тогда вопросы остались. Вот теперь они вошли в новый нацпроект, посмотрим, как будет вкладывать бизнес финансовые средства в финансирование мероприятий этого нацпроекта. Государству необходимо извлечь уроки из своего недавнего прошлого и создать такие условия для бизнеса, чтобы он свои средства не хранил в офшорах, а направлял на разработку новых технологий и технических средств для организации новых производств [10].

Если вести речь о месте стартапов в решении проблем, обозначенных в новом нацпроекте, которые касаются вопросов развития пищевой и перерабатывающей промышленности на основе инновационных технологий, то следует сказать следующее: основной объем работ, по нашему мнению, должны выполнять профильные научно-исследовательские институты, федеральные

научные центры. Это, прежде, всего ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова, ВНИМИ, ВНИИМС, ВНИИК, НИИХП и другие [11].

Но если рассматривать в целом проблему разработки стартапов, то следует сказать, что по поручению президента правительство реализует целый ряд мер по развитию молодежного технологического предпринимательства, в том числе расширяет грантовую программу для студенческих стартапов. В настоящее время Министерство науки и высшего образования РФ проводит конкурс «Студенческий стартап», оператор конкурса – Фонд содействия инновациям. Конкурс является одним из инструментов «Платформы университетского технологического предпринимательства». В 2025 г. она вошла в новый федеральный проект «Технологии» национального проекта «Эффективная и конкурентная экономика». За три года его участниками стали свыше 18 тыс. студентов. В текущем году к конкурсу впервые смогут присоединиться аспиранты и ординаторы научных организаций. Их включенность в создание технологических стартапов позволит наладить еще более тесную связь между исследовательскими институтами и бизнесом, сократить путь от идеи до ее превращения в реальную технологию или продукт.

Отбор проектов на конкурс проходит по семи тематическим направлениям: цифровые технологии, медицина и технологии сбережения здоровья, химические технологии и новые материалы, новые приборы и интеллектуальные производственные технологии, биотехнологии, ресурсосберегающая энергетика, креативные индустрии.

По имеющейся у нас информации, сегодня в отраслевых ВУЗах, ведущих подготовку специалистов в области пищевой и перерабатывающей промышленности, стартапов, которые бы занимались разработкой технологий заквасок, ферментов и пищевых ингредиентов, производством продуктов из крахмалосодержащего сырья, не существует. Все перечисленные технологии сложные и наукоемкие, требующие дорогостоящего специального технологического оборудования. Поэтому студенческие стартапы в основном необходимы для подготовки дипломных работ и их защите. Очевидно, что там есть элементы научной новизны, но чтобы на основе студенческих работ организовывать промышленное производство необходимой биохимической продукции, то это не выдерживает никакой критики [12].

Следует отметить, что небольшие партии заквасок для молочной промышленно-

сти сегодня производят ВНИМИ и ВНИИМС (на двух площадках в Москве и Угличе производится примерно около одной тонны заквасок), также в ряде регионов создаются мощности по выпуску заквасок, а вообще для отечественной промышленности, по оценкам специалистов, ежегодно необходимо производить примерно 250-320 т заквасок, дефицит покрывается за счет импорта из различных стран.

Возможно, что действующие сегодня стартапы могут вести разработку новых технологий для производства определенного вида пищевых ингредиентов, но, чтобы они соответствовали требованиям современной экономики, они должны находить источники финансирования, а их продукция была востребована российским бизнесом. Других областей применения стартапов мы пока не видим.

И, как показывает зарубежный опыт, работа стартапов приносит желаемые результаты только в тех случаях, когда они имеют возможность привлекать для своих разработок большие финансовые средства, для разработки прорывных технологий, конкурентоспособных на мировых рынках. В России пока таких примеров очень мало.

Отраслевые научно-исследовательские институты были для того и созданы в советское время, чтобы разрабатывать наукоемкую биохимическую продукцию, на основе их разработок были построены многие предприятия, выпускавшие ферменты различного назначения. Они и сегодня вполне смогут обеспечить выполнение комплекса научных мероприятий нового нацпроекта, включив разработку инновационных технологий в свои планы по выполнению госзадания.

Что следует сказать по данному вопросу. Сегодня ФНЦ пищевых систем им. В.М. Горбатова со своими филиалами участвует в обсуждении и разработке данного нацпроекта, в рамках проводимых совещаний Минпромторгом России. В институте создана единственная в России коллекция заквасок и других микробиологических препаратов, которые создавались на протяжении более пятидесяти лет. Они будут служить той базой, на основе которой будут разрабатываться современные микробиологические препараты широкого ассортимента, необходимые для промышленности. Учитывая большой опыт этого научного учреждения и его высококвалифицированный кадровый состав, можно было бы ожидать, что он станет головной организацией по разработкам инновационных технологий заквасок, ферментов и пищевых

ингредиентов, продуктов из крахмалсодержащего сырья.

Вопрос особого характера касается создания морских биофабрик по переработке водорослей. Выращивание и переработка морских водорослей во всем мире растет, о чем свидетельствуют данные ФАО. В настоящее время мировое производство водорослей, по данным этой организации, оценивается в 38,0 млн т в сыром весе, при этом из них 97% выращивается в аквакультуре. Анализ динамики роста объемов выращивания бурых водорослей показывает, что данная тенденция сохраняется, и если в начале 2000-х годов их производство составляло 12 млн т, то к настоящему времени производство увеличилось более чем в три раза. Основной объем производится в азиатских странах, при этом 60% приходится на Китай, далее следует Индонезия – 25%, Республика Корея – 5% и Филиппины – 4%. Ассортимент продукции, вырабатываемой при переработке водорослей, весьма широк: она находит применение в пищевой и перерабатывающей промышленности, производстве фармацевтической продукции, косметологии, производстве БАДов и ряде других.

Поэтому эта тема для России не нова. Еще в начале 70-х годов прошлого столетия в Архангельске был построен большой водорослевый комбинат, основным сырьем для которого были водоросли, которые добывались в Белом море. Продукция, выпускаемая этим комбинатом, была востребована отраслями народного хозяйства страны. Сегодня это предприятие пришло в упадок, объем заготовки водорослей в сыром виде не превышает 1 тыс. т, в сухом виде на комбинат поставляется примерно 300 т сухих водорослей. Комбинат выпускает, в основном, косметическую продукцию. По некоторым оценкам, запасы водорослей в Белом море оцениваются более чем в 50 тыс. т, однако сегодня освоение этого ресурса не превышает 10% от возможного объема. Основные причины известны – это ограниченный период добычи водорослей в северных широтах (три-четыре месяца), преобладание ручного сбора, а также – необходимость сохранения экологического баланса и восстановления запасов.

Для наращивания объемов освоения водорослей и производства из них продукции, в Карелии разработана и утверждена специальная дорожная карта на период до 2030 года. В 2025 г. в Республике Карелия планируется построить новое предприятие по переработке морских водорослей Белого моря,

объем переработки небольшой и ориентировочно составит 500 т в год. Строительство водорослевого завода в п. Березовка Кондопожского района ведет компания «Биомедицинские инновационные технологии». На новой производственной площадке планируется выпускать спортивное и детское питание, БАДы и косметику.

В Дальневосточном регионе основным промышленным ресурсом является ламинария японская (сахарина), однако ее промышленное освоение остается крайне низким. Причин сложившейся ситуации много – это и большая удаленность промышленных запасов от пунктов переработки заготавливаемого сырья, создание современных производств по переработке водорослей, и, в конечном счете, это отражается на себестоимости получаемой продукции и ее низкой конкурентоспособности, по сравнению с китайскими производителями.

Чтобы отрегулировать все процессы по выращиванию и переработке водорослей, Росрыболовством было принято решение о разработке ведомственной целевой программы по данной проблеме. Программа позволит определить потребности отраслей народного хозяйства страны в продукции переработки водорослей и необходимых финансовых ресурсов для ее реализации. Очевидно, что данная программа может стать частью национального проекта, конкретизировать создание необходимых мощностей и географию их размещения на прибрежных территориях. Могут ли стартапы выполнять часть работ по этому направлению? Наверное, могут, но этот вопрос должны решать участники разработки двух этих документов.

Как организовать работу по достижению целей нового нацпроекта – это задача органов исполнительной власти, отвечающих за его реализацию.

И в заключение отметим, что разработка нового нацпроекта направлена на обеспечение технологического суверенитета в области развития современных биотехнологий. Это направление развития сможет быть реализовано только на основе внедрения программных технологических инноваций, которые, в конечном счете, обеспечат устойчивый рост экономики этой сферы народного хозяйства страны.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад авторов в работу: А.Н. Колмаков и С.Н. Серёгин – идея статьи. С.Н. Серёгин – обзор литературы, анализ данных, корректировка тек-

ста. **А.Н. Колмаков** – подготовка окончательной редакции статьи.

*The authors declare that there is no conflict of interest. The authors' contribution to the work: **A.N. Kolmakov** and **S.N. Seregin** – the idea of the article. **S.N. Seregin** – literature review, data analysis, text correction. **A.N. Kolmakov** – preparation of the final version of the article.*

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бланк С. Стартап: Настольная книга основателя. – М.: Альпина Паблишер. 2013.
2. Соловьев А. Исследование рынка технологического предпринимательства в России 2020, Startup Barometer. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://vc-barometer.ru/startup> (Дата обращения: 15.05.2021)
3. Цифровые горизонты: экосистема ИТ-предпринимательства и стартапов в России // БИТ. Бизнес & Информационные технологии. 2018. №3 (76). С. 2.
4. Анализ 19 стартап-хабов в Европе, PwC. 2019. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.pwc.ru/europeanstartupsurvey> (Дата обращения: 15.05.2021)
5. 2020 Global Startup Outlook. Key insights from the Silicon Valley Bank. 2020. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.svb.com/startup-outlook-report-2020> (Дата обращения: 15.05.2021)
6. Venture Capital Funding Report Q4 2020, CB Insights. 2020. – [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.cbinsights.com/research/report/venture-capital-q4-2020/> (Дата обращения 15.05.2021)
7. Иванова В.Н., Серегин С.Н., Куликова Е.А. Технологическая платформа «Хранение и переработка-2030» – новые возможности инновационного развития сахарной промышленности России. // Журнал «Сахар». 2013. № 3. С. 23-29.
8. Иванова В.Н., Серегин С.Н., Куликова Е.А. Технологические платформы – поиск современных форм привлечения бизнеса к инновационному развитию отраслей пищевой промышленности. // «Пищевая промышленность» № 4. 2013. С. 36-41.
9. Иванова В.Н., Серегин С.Н., Куликова Е.А. Технологические платформы в решении вопросов ускорения инновационного развития пищевой промышленности. // Журнал «Переработка молока»
10. Иванова В.Н., Серегин С.Н., Куликова Е.А. «Инновационное развитие мясной промышленности в программах технологической платформы. // Журнал «Мясные технологии» № 6(126). 2013. С. 6-12.
11. Иванова В.Н., Серегин С.Н., Куликова Е.А. «Модернизация отраслей пищевой промышленности в реализации программных мероприятий технологической платформы «Хранение и переработка – 2030». // Журнал «Экономика сель-

скохозяйственных и перерабатывающих предприятий». 2013. № 5. С. 15-20.

12. <https://объясняем.рф/articles/news/v-2025-godu-2-5-tys-studentov-poluchat-po-1-mln-rubley-na-startapy/>

REFERENCES AND SOURCES

1. Blank S. (2013). Startup: The Founder's Handbook. Moscow: Alpina Publisher. (In Russ.)
2. Solovyov A. (2020). Technological Entrepreneurship Market Research in Russia Startup Barometer. – [Electronic resource]. Access mode: <https://vc-barometer.ru/startup> (Date of request 05/15/2021) (In Russ.)
3. Digital horizons: an ecosystem of IT entrepreneurship and startups in Russia // BIT. Business & Information Technology. 2018. No. 3 (76). p. 2. (In Russ.)
4. Analysis of 19 startup hubs in Europe, PwC. 2019. – [Electronic resource]. Access mode: <https://www.pwc.ru/europeanstartupsurvey> (Date of request: 05/15/2021). (In Russ.)
5. 2020 Global Startup Outlook. Key insights from the Silicon Valley Bank. 2020. – [Electronic resource]. Access mode: <https://www.svb.com/startup-outlook-report-2020> (Date of request: 05/15/2021). (In Russ.)
6. Venture Capital Funding Report Q4 2020, CB Insights. 2020. – [Electronic resource]. Access mode: <https://www.cbinsights.com/research/report/venture-capital-q4-2020/> (Accessed 05/15/2021). (In Russ.)
7. Ivanova V.N., Seregin S.N., Kulikova E.A. (2013). Technological platform «Storage and processing-2030» – new opportunities for innovative development of the sugar industry in Russia. // Sugar magazine. No. 3. Pp. 23-29. (In Russ.)
8. Ivanova V.N., Seregin S.N., Kulikova E.A. (2013). Technological platforms – the search for modern forms of attracting business to the innovative development of the food industry. // Food industry No. 4. Pp. 36-41. (In Russ.)
9. Ivanova V.N., Seregin S.N., Kulikova E.A. Technological platforms in solving the issues of accelerating the innovative development of the food industry. // Journal «Milk Processing»
10. Ivanova V.N., Seregin S.N., Kulikova E.A. (2013). Innovative development of the meat industry in the technological platform programs. // Meat Technologies Magazine No. 6(126). Pp. 6-12. (In Russ.)
11. Ivanova V.N., Seregin S.N., Kulikova E.A. (2013). Modernization of food industry branches in the implementation of program activities of the technological platform «Storage and processing – 2030». // Journal «Economics of agricultural and processing enterprises». No. 5. Pp. 15-20. (In Russ.)
12. <https://объясняем.Russian Federation/articles/news/v-2025-godu-2-5-tys-studentov-poluchat-po-1-mln-ruble-na-startapy/> (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 17.11.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 25.11.2025



Приоритетные стратегические направления освоения водных биологических ресурсов Арктического региона

Научная статья
УДК 338.22

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-19-31>
EDN: LAUUYA

Вопиловский Сергей Симонович – кандидат экономических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук», Апатиты, Россия
E-mail: simonovich.63@yandex.ru, *ORCID:* <https://orcid.org/0000-0002-2873-1425>

Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина – обособленное подразделение
Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской Академии наук» (ИЭП КНЦ РАН)

Адрес: 184209, Мурманская область, город Апатиты, ул. Ферсмана 14

Аннотация. В исследовании рассмотрены основные стратегические нормативно-правовые акты Российской Федерации, определяющие приоритетные направления развития рыбохозяйственного комплекса страны. Определено, что рыбная отрасль России продлевает системную работу по обеспечению продовольственной безопасности страны, расширение стратегического взаимодействия в рамках Союзного государства, Евразийского экономического союза, Содружества Независимых Государств, БРИКС и других объединений по вопросам продовольственной безопасности. Проведен анализ освоения водных биоресурсов в Северном рыбохозяйственном бассейне. Отмечена роль рыбохозяйственной науки, производства товарной аквакультуры, в том числе в Арктических регионах страны. Разработан ряд приоритетных задач по эффективному решению вопросов, способных гарантировать социальную, экономическую и экологическую устойчивость в деятельности рыбной отрасли Арктического региона.

Ключевые слова: стратегии, экономика, наука, продовольственная безопасность, водные биологические ресурсы, аквакультура, логистика, рыбная отрасль Арктического региона

Для цитирования: Вопиловский С.С. Приоритетные стратегические направления освоения водных биологических ресурсов Арктического региона // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 19-31. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-19-31>

PRIORITY STRATEGIC DIRECTIONS FOR THE DEVELOPMENT OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES IN THE ARCTIC REGION

Sergey S. Vopilovskiy – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Leading Researcher, Luzin Institute for Economic Studies – Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences», Apatity, 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, Apatity, Murmansk region, Fersman Street, 14

Annotation. The study examines the key strategic regulatory and legal acts of the Russian Federation defining priority areas for the development of the country's fisheries complex. It establishes that Russia's fishing industry is continuing its systematic efforts to ensure food security for the country, as well as expanding strategic cooperation within the Union State, the Eurasian Economic Union, the Commonwealth of Independent States, BRICS, and other associations on food security issues. An analysis of aquatic bioresource development in the Northern Fisheries Basin is provided. The role of fisheries science and commercial aquaculture production, including in the country's Arctic regions, is highlighted. A number of priority tasks have been developed to effectively address issues that can guarantee social, economic, and environmental sustainability in the Arctic fishing industry.

Keywords: strategies, economics, science, food security, aquatic biological resources, aquaculture, logistics, fishing industry of the Arctic region

For citation: Vopilovsky S.S. (2025) Priority strategic directions for the development of aquatic biological resources in the Arctic region // Fisheries. No. 6. Pp. 19-31. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-19-31>

Таблицы – авторские / The tables were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время для формирования технологического суверенитета в реализации стратегий страны сложились жизненно важные условия развития национальной экономики. Для их реализации требуется, чтобы ускоренными темпами наращивался потенциал отечественной высокотехнологичной продукции в рамках концепции гарантированной независимости экономики в критически важных инфраструктурных отраслях¹, базисом для которых являются основные цели экономическо-

го роста – социальное благополучие и высокие стандарты жизни граждан России, качественное инфраструктурное развитие и продовольственная безопасность страны.

«Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года»² является нормативным актом долгосрочного планирования в отношении рыбохозяйственного комплекса (РХК) России, учитывающего текущую ситуацию и тенденции развития современной экономики. Правовую основу Стратегии со-

¹ Формирование технологического суверенитета в реализации стратегий освоения углеводородных месторождений российской Арктики. Арктика и Север. 2024. № 57. С. 49-63. DOI: <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2024.57.49>

² Стратегия развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплексов Российской Федерации на период до 2030 года. № 2567-р от 08.09.2022 г. URL: https://fish.gov.ru/wp-content/uploads/2025/02/pp_080922_2567r.pdf (дата обращения: 10.09.25).

ставляют: Конституция Российской Федерации³, Федеральный закон «О стратегическом планировании»⁴, Указ Президента Российской Федерации от 27.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»⁵, государственные программы и стратегии, национальные проекты, в которых учитывается необходимость обеспечения комплексного подхода и перспективного развития РХК, в частности, – продовольственная безопасность, производство товарной аквакультуры, развитие новых направлений экспорта и цифровой трансформации, с учетом текущих внешнеполитических и экономических рисков.

СТРАТЕГИЧЕСКИЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАЗВИТИЯ РХК РОССИИ

1. Продовольственная безопасность

Рыбная отрасль России развивает системную работу по обеспечению продовольственной безопасности страны в сложившихся политических, экономических и финансовых условиях хозяйствования. Санкционное воздействие недружественных стран, введение экспортных пошлин, прямой отказ от рыбной продукции российских производителей усложняют продуктивную работу рыбохозяйственного комплекса (РХК) [1]. Тем не менее, экономические показатели работы РХК за 2024 г. показывают стабильность в работе по добыче и выпуску рыбной продукции и своевременную адаптацию к санкционному воздействию. Предприятия рыбной отрасли в полном объеме обеспечили внутренний рынок рыбной продукцией и выполнили все обязательства перед зарубежными партнерами, а современный флот, работающий на промысле, обеспечивает эффективность и экологичность [2].

Оборот отрасли за 2024 г. вырос на 7% и составил 1,1 трлн рублей. Появляются новые рынки сбыта, и в настоящее время отечественная рыбная продукция реализуется более чем в 90 странах, объем поставок в 2024 г. превысил 1,9 млн тонн. Добыча рыбы и морепродуктов составила более 4,9 млн т, объем российской аквакультуры в 2024 г. составил 380 тыс. т, показатель самообеспеченности рыбой и рыбной продукцией превзошел 138%, при ориентире

Доктрины продовольственной безопасности в 85% [3]. Новым Указом Президента Российской Федерации от 10.03.2025 г. №141 внесены изменения в Доктрину продовольственной безопасности России⁶, создан новый раздел «Стратегическая цель и основные задачи обеспечения глобальной продовольственной безопасности». Стратегической целью обеспечения глобальной продовольственной безопасности является поддержание стабильности мировых продовольственных рынков на многосторонней и двусторонней основе, в первую очередь – путем сотрудничества с государствами, проводящими конструктивную политику в отношении Российской Федерации. Одной из задач является развитие внутреннего потенциала сельскохозяйственной продукции, сырья, продовольствия для наращивания экспортного потенциала России. Вместе с тем, предусмотрено расширение стратегического взаимодействия в рамках Союзного государства, Евразийского экономического союза, Содружества Независимых Государств, БРИКС и других объединений по вопросам продовольственной безопасности.

Росрыболовство отмечает рост потребления рыбной продукции населением страны, который составил в 2024 г. 23,5 кг в год на человека (+4,4% к уровню 2023 г. – 22,5 кг). На X Восточном экономическом форуме (ВЭФ. Владивосток. Россия. 3-6 сентября 2025 г.) Президент В.В. Путин отметил: «Мы по нормам Минздрава не дотягиваем пока до норм потребления морепродуктов и рыбы. По-моему, 28 кг нужно на душу населения в год, а у нас где-то сейчас 23, 23,5 кг на душу населения на граждан России мы сейчас реализуем. Мы думаем над этим, и, надеюсь, эта проблема будет решена». Для решения проблемы с низким уровнем потребления рыбы создана Автономная некоммерческая организация «Агентство по продвижению рыбной продукции» – отраслевой центр компетенций, который займется продвижением рыбы на внутреннем рынке и объединит усилия производителей, науки, ретейла и смежных игроков. В 2024 г. заместителем председателя правительства РФ Д.Н. Патрушевым утвержден «План мероприятий (дорожная карта) по увеличению внутреннего потребления отечественной рыбной продукции на период до 2030 года»⁷. Целевой

³ Конституция Российской Федерации. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/constitution> (дата обращения: 10.09.25).

⁴ Федеральный закон «О стратегическом планировании в Российской Федерации» от 28.06.2014 №172-ФЗ. URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_164841/ (дата обращения: 10.09.25).

⁵ Указ Президента Российской Федерации от 27.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/50542> (дата обращения: 10.09.25).

⁶ Указ Президента Российской Федерации от 10.03.2025 г. № 141 «О внесении изменений в Доктрину продовольственной безопасности Российской Федерации» URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/51703> (дата обращения: 10.09.25).

⁷ «План мероприятий (дорожная карта) по увеличению внутреннего потребления отечественной рыбной продукции на период до 2030 года». URL: <https://vos-mo.ru/upload/iblock/dfc/0ckzeyi4yrvgtvlcehe11ixm4t4zupjp/plan.pdf> (дата обращения: 10.09.25).

Таблица 1. Ключевые показатели деятельности рыбной отрасли в 2018-2024 годах /
Table 1. Key performance indicators of the fishing industry in 2018-2024

Год	Добыча (вылов) водных биологических ресурсов без изъятия товарной аквакультуры, тыс. тонн	Уровень самообеспечения рыбой и рыбопродуктами (в живом весе – весе сырца), %	Потребление рыбы и рыбопродукции в домашних хозяйствах в среднем на потребителя, кг
2018	5 054	159,0	21,7
2019	4 983	152,8	21,9
2020	4 975	160,7	22,2
2021	5 053	153,7	21,7
2022	4 920	153,3	22,6
2023	5 369	163,7	22,0
2024	более 4 900	более 138	23,5

результат – достижение показателя потребления рыбной продукции в целом по России – 28 кг/чел. в год к 2030 году. В таблице 1 представлены ключевые показатели деятельности рыбной отрасли в 2018-2024 годах.

2. Экспорт

В рамках реализации федерального проекта «Экспорт продукции АПК»⁸, по итогам 2023 г., благодаря успешной деятельности предприятий экспортеров сельхозпродукции и продовольствия, объем экспорта АПК страны за рубеж увеличился в два раза. Россия входит в двадцатку экспортеров сельскохозяйственной продукции и продовольствия, в мировом рейтинге экспортеров продукции занимает 16 место и экспонирует положительные среднегодовые темпы роста, экспорт рыбопродукции является одной из важнейших составляющих проекта.

Согласно Указу Президента Российской Федерации от 27.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года»⁹, в частности в п.6. «Устойчивая и динамичная экономика», установлено:

р) увеличение к 2030 г. экспорта продукции агропромышленного комплекса не менее

чем в полтора раза по сравнению с уровнем 2021 года [4].

Одной из ключевых отраслей мурманской экономики является рыбная промышленность. По данным на 12 июня 2025 г., в Мурманской области 168 компаний занимаются рыболовством и рыбоводством. Мурманский порт – крупнейший центр рыбодобычи на Северо-Западе России, обладающий развитой инфраструктурой для хранения, переработки и транспортировки уловов. По грузопотоку морских портов, Мурманск занимает первое место среди Арктических портов и входит в пятерку крупнейших портов России. В таблице 2 представлены ведущие отрасли экономики Мурманской области.

Итоги работы АО «Мурманский рыбный порт (ММРП)» в 2024 г. демонстрируют значительный объем обработки грузов: суммарный грузооборот составил 418 200 т, среди которых преобладает рыбопродукция — 278 200 т, также было обработано 129 100 т нефтепродуктов и 10 900 т иных видов грузов. Общий показатель грузооборота стал лучшим результатом за последние 18 лет, а объемы переработки рыбопродукции достигли максимума с 2010 года. Реализация Стратегии развития

Таблица 2. Ведущие отрасли экономики Мурманской области /
Table 2. The leading sectors of the Murmansk Region's economy

№	Наименование отрасли	Доля в %
1	Обрабатывающие производства	22,4
2	Государственное управление, военная безопасность, социальное обеспечение	11,3
3	Добыча полезных ископаемых	10,4
4	Транспортировка и хранение	9,5
5	Сельское хозяйство, охота, рыболовство и рыбоводство	7,9

⁸ Паспорт федерального проекта «Экспорт продукции АПК». Утвержден проектным комитетом национального проекта, протокол №5 от 14.12. 2018 г. URL: <https://aemcx.ru/wp-content/uploads/2019/12/passport.pdf> (дата обращения: 10.11.24).

⁹ Указ Президента Российской Федерации от 27.05.2024 № 309 «О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2036 года». URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001202405070015?index=8> (дата обращения: 10.09.25).

АО «ММРП», в частности, содержит перспективное развитие Южного грузового района в качестве Арктического грузового порта в Северном рыбохозяйственном бассейне. Одним из результатов работы новой администрации государственного АО «ММРП» можно считать, что Приказом Федерального агентства железнодорожного транспорта с 6 октября 2025 года АО «Мурманский морской рыбный порт» получил разрешение на выполнение грузовых операций с крупнотоннажными рефрижераторными контейнерами через железнодорожную станцию Кола Октябрьской железной дороги. Необходимость реализации данного решения обусловлена актуальной потребностью в экспорте на Дальний Восток и за пределы страны продукции морского промысла, включая ценные виды рыбопродукции и краба. Применение указанной схемы перевозок обеспечивает значительное сокращение сроков транспортировки примерно в два раза. Дополнительным фактором выступает сложность функционирования транспортных коридоров через Европу, в связи с действующими ограничениями и санкционными мерами. Новый порядок позволит обеспечить непосредственный доступ экспортируемых товаров к основным рынкам сбыта, таким как Китай и Республика Корея.

Реализация данного решения позволит АО «ММРП» выйти на принципиально иной качественный уровень обслуживания клиентов. Пропускная способность железнодорожной инфраструктуры порта, с учетом данного решения, позволяет обеспечить перевалку до 2500 TEU в год только рыбопродукции, без учета перевалки других грузов.

Вместе с тем, текущая геополитическая ситуация и сокращение общего допустимого улова может отрицательно повлиять на деятельность рыбодобывающих предприятий Северного рыбохозяйственного бассейна:

1). Норвегия 7 июля 2025 г. в одностороннем порядке, без уведомления и консультаций с российской стороной, объявила, что она вводит для рыбопромысловых судов мурманских частных рыбодобывающих компаний «Мурман СиФуд» и холдинга «Норебо» санкции. Суть санкций состоит в запрете на ведение рыболовства судами этих компаний в морских районах, расположенных к западу от линии разграничения морских пространств, определённой Договором 2010 г. в Баренцевом море и Северном Ледовитом океане.

Компании «Мурман СиФуд» и «Норебо» обеспечивают вылов 40% главных промысловых объектов Северного рыбохозяйственного бассейна – трески и пикши, и если ситуация не будет разрешена позитивно – дипломатическим

путем, то это будет серьезный недолов ценных, валютоемких водных биоресурсов. Флот «Норебо» и «Мурман СиФуд», насчитывает 42 судна, потеряв возможность обслуживаться в норвежских портах, близких к районам промысла, суда заходят в порт Мурманск. Это влечет за собой увеличение расходов, поскольку на возвращение в российский порт требуется больше времени, переходы – весомая экономическая составляющая.

Действия Норвежской стороны неизбежно приведут к разрушению эффективной системы управления и регулирования рыбного промысла в Северной Атлантике, которая выстраивалась многими десятилетиями и призвана обеспечивать долгосрочную рациональную эксплуатацию совместных запасов водных биоресурсов.

2). По рекомендациям российских ученых и ученых института морских исследований Норвегии, в северо-восточной части Арктики снижение квоты на вылов трески в Баренцевом море на 2025 г. составляет 26%, тем самым сократился общий допустимый улов (ОДУ) до 340 000 т (в 2024 г. – 460427 т, в 2023 г. – 573 784 т, в 2022 г. – 715480 т).

Сокращение квот на треску в 21,6%, пикшу – на 2%, палтус – на 11,4%, а также запрещение промысла мойвы Баренцева моря в 2025 г., а дальнейшее прогнозируемое 20% сокращение квоты на вылов в 2026 г. станет серьезным вызовом для рыбной отрасли Северного бассейна России, а также – возможным снижением экспортной составляющей РХК [5].

АО «Мурманский морской рыбный порт» в январе-июле 2025 г. обработало 145,3 тыс. т грузов. В январе-июле 2024 г. объём перевалки составлял 243 тыс. т – показатель уменьшился на 40,2%.

Дирекция АО «ММРП» отмечает, что снижение грузооборота связано с существенным сокращением (на 33,1%) объёма вылова в Северном рыбохозяйственном бассейне в I полугодии 2025 г., отсутствием мойвенной путины, что повлекло за собой уменьшение количества судозаходов в порт Мурманск и, как следствие, вызвало снижение перевалки нефтепродуктов, предназначенных для бункеровки судов.

На рыбопродукцию за 7 месяцев 2025 г. пришлось 113,9 тыс. т против 156,3 тыс. т годом ранее (снижение на 27,1%). Объёмы нефтепродукции сократились на 73,1% – до 21,4 тыс. т с 79,5 тыс. т в январе-июле 2024 года.

Государственными инспекторами Североморского межрегионального Управления Россельхознадзора за 9 месяцев 2025 г. был осуществлен контроль и оформлено для отправки на экспорт 87,3 тыс. т рыбы и морепродукции

из Мурманской области. Товары были исследованы в лаборатории Мурманского филиала Федерального государственного бюджетного учреждения «Национальный центр безопасности рыбной и сельскохозяйственной продукции» (ФГБУ «НЦБРСП»).

Продукция экспортирована в страны Евросоюза, Китай, Республику Корея, Нигерию, ОАЭ, Марокко, Уругвай и др. Большая часть продукции – более 57,6 тыс. т направлена в страны Европейского союза. В Китай отгружено около 15,5 тыс. т рыбы и рыбопродукции, а также – живой камчатский краб: 161 т – автотранспортом и 61,2 т – авиатранспортом. По сравнению с аналогичным периодом 2024 г., экспорт рыбы и морепродукции из Мурманской области сократился на 29% (за 9 месяцев предыдущего года – 123 тыс. т. продукции). Объем отправки в Евросоюз сократился на 41%, в Китай – на 11%. Основной причиной снижения показателей – сокращение объема рыбопромыслового запаса донных видов рыб (трески и пикши). За последние пять лет запасы в районах промысла мурманских рыбаков сократились почти в три раза.

По данным Росрыболовства, к 30 сентября 2025 г. объем добычи рыбы в Северном рыбохозяйственном бассейне составил 266,5 тыс. т., что на 28,9% меньше, чем за аналогичный период 2024 г., объем вылова трески сократился на 30% – до 139,3 тыс. тонн. По итогам всего 2024 г. мурманские рыбаки экспортировали 150,8 тыс. т рыбы и морепродукции – 119 тыс. т отправляли в страны Евросоюза. Эксперты отмечают, что география рыбной продукции практически не изменилась, и страны Евросоюза имеют преобладающую долю российского экспорта северной трески и пикши – белая рыба традиционно пользуется хорошим спросом на этом рынке.

Реализация национального проекта «Международная кооперация и экспорт» способствует развитию внешнеэкономической деятельности РХК России, открывая новые возможности для увеличения объемов производства и экспорта рыбы и морепродуктов.

Благодаря оптимизации логистических схем и поддержке государства, российские производители в 2025 г. увеличили поставки живого краба в КНР – общий объем поставленного живого краба составил 18 тыс. т, увеличившись на 20% относительно показателей прошлого года. В денежном эквиваленте показатель упал на 10%, составив около 480 млн долл. США. Это объясняется колебаниями мировых цен

на продукцию и изменениями условий торговли. Экспорт замороженных крабов также продемонстрировал заметные изменения: поставки снизились на 35% в физическом объеме и на 30% – в стоимостном выражении, достигнув уровня 2,4 тыс. т стоимостью примерно 36 млн долл. США¹⁰.

Россия активно укрепляет свои позиции на крупнейшем азиатском рынке краба, наращивая экспорт камчатского краба в Китай. Ключевыми факторами этого роста стали оптимизация логистики через общую границу и растущий спрос китайских потребителей на этот ценный деликатес.

По сообщению российского бюро агентства Синьхуа, пограничный город Хуньчунь в провинции Цилинь (Северо-Восточный Китай) превратился в последние годы в главный центр поставок российского краба на китайский рынок. В городе действует круглосуточная служба досмотра, что позволяет доставлять живых крабов в Пекин в течение восьми часов после вылова в российских водах.

«Камчатские крабы стоимостью более 320 юаней (около 3500 руб.) за килограмм доставляются в Китай», – пояснила Цуй Лин, сотрудница компании «Хуньчунь Шэнцзинь Гоцзи Мао» (Hunchun Shengjin International Trade Co., Ltd.). По ее словам, в среднем через онлайн и офлайн каналы продаж ежедневно реализуются до 150 таких крабов.

Ранее поставки камчатского краба из России в Китай осуществлялись транзитом через Республику Корея и Японию. Этот более длинный маршрут не только повышал конечную стоимость продукта, но и негативно сказывался на его качестве.

Представители порта Хуньчунь указывают, что именно переход на прямые поставки через сухопутную границу стал драйвером роста. По их данным, в прошлом году через порт Хуньчунь в Китай было импортировано около 1,5 млн камчатских крабов на общую сумму 3,31 млрд юаней (около 42 млрд руб.). Этот объем составил более 80% всего рынка краба в стране.

Ожидается, что в текущем году эти показатели будут существенно увеличены. Основными причинами называют значительное сокращение времени таможенного оформления и устранение большинства бюрократических барьеров на границе.

Дальнейшему увеличению поставок способствует и активное развитие складской и логистической инфраструктуры непосредственно на российско-китайской границе. В прошлом

¹⁰ Экспорт живого краба из России в Китай вырос на 20% за полгода. <https://sakhalinmedia.ru/news/2195824/> (дата обращения: 10.09.25).

Таблица 3. Распределение квот на добычу крабов на Северном и Дальневосточном бассейнах / **Table 3.** Distribution of crab quotas in the Northern and Far Eastern basins

№	Регион	тыс. т	% от всех квот
Крупнейшие квотодержатели Дальневосточного бассейна			
1	Группа компаний «Русский краб», г. Владивосток	20,5	27
2	ООО «Сигма Марин Технолоджи», г. Хабаровск	10,5	14
3	Группа компаний «Антей», г. Владивосток	8,4	11
Крупнейшие квотодержатели Северного бассейна			
1	Северо-Западный Рыбопромышленный Консорциум (СЗПК), г. Санкт-Петербург	12,1	43
2	Группа компаний «Антей», г. Владивосток	11,2	40
3	Группа компаний «Русский краб», г. Владивосток	4,8	17
Тройка крупнейших квотодержателей по двум бассейнам совокупно			
1	Группа компаний «Русский краб», г. Владивосток	с долей 25%	
2	Группа компаний «Антей», г. Владивосток	с долей 19%	
3	СЗПК, г. Санкт-Петербург	с долей 13%	

Источник: Министерство по рыболовству Сахалинской области. <https://www.fishnet.ru/news/rynok/kto-derzhit-rynok-kraba-v-rossii>

году на территории пограничного перехода в Хуньчуне началось строительство нового логистического терминала, что позволит обрабатывать еще большие объемы.

Интерес китайских потребителей к российскому камчатскому крабу («королевскому крабу») стабильно растет с начала десятилетия. Данные Главного таможенного управления Китая (General Administration of Customs of China) подтверждают эту тенденцию:

- в стоимостном выражении общий объем импорта живых, свежих и замороженных крабов из России в 2023 г. превысил 1,14 млрд долл. США – это на 16,7% больше, чем годом ранее;
- в объемном выражении поставки составили 41 600 тонн¹¹.

В настоящее время Россия остается вторым по величине поставщиком крабов и других съедобных членистоногих в Китай, уступая только Эквадору.

По данным Ассоциации судовладельцев рыбопромыслового флота (АСРФ) распределение квот на добычу крабов на Севере и Дальнем Востоке, с учетом состоявшихся в 2025 г. аукционов в этих регионах, оценивается тройка крупнейших компаний по объему квот (табл. 3).

Группа компаний «Русский Краб» сообщает о расширении географии промысла и начале работы в Северном рыбохозяйственном бассейне. С 12 августа 2025 г. компания присту-

пит к освоению 4,8 тыс. т камчатского краба в Баренцевом море. Новые объемы включены в портфель группы по итогам инвестиционных аукционов Росрыболовства 2025 г., на которых были приобретены 4 лота на добычу краба с инвестиционными обязательствами по постройке 3 современных краболовных судов и крупного логистического комплекса.

Промысел в Северном бассейне будут вести новые краболовы-процессоры «Капитан Манжолин», «Капитан Дудник» и «Капитан Сковпен», построенные на Окской судовой верфи в рамках первого этапа программы инвестиционных квот.

ГК «Русский Краб» имеет успешный опыт промысла в морях со сложной гидрометеорологией. В течение пяти последних лет освоение квот составляло 97-99%.

Северо-Западный рыбопромышленный консорциум планирует в 2026 г. начать реализацию масштабного инвестиционного проекта по строительству современного логистического комплекса на базе Архангельского тралового флота. Проектом предусмотрено создание новых холодильных помещений на 25 тыс. т продукции, комплекс для переработки живых водных биоресурсов объемом не менее 200 т и площадка для 400 рефрижераторных контейнеров. Объем инвестиций порядка 2,5 млрд рублей.

Для компаний Северного бассейна закрытие границ, нарушение международных кон-

¹¹ Россия наращивает экспорт камчатского краба в Китай, используя прямую логистику. <https://fishkamchatka.ru/articles/world/58824/> (дата обращения: 10.09.25).

трактов в экспорте краба потребовало дополнительных средств и усилий к адаптации к реальным условиям рынка. Выросли затраты на логистику, увеличились издержки на применение инновационных методов хранения и транспортировку живого краба, промышленным компаниям для экспорта живого краба пришлось переоборудовать суда, доставляя его живым из района промысла и дальше в страны АТР морским, автомобильным, железнодорожным и авиатранспортом, что связано с дополнительными финансовыми затратами. Соответственно, увеличение тарифов на перевозку грузов любым из видов транспорта повышает риски эффективной экономической деятельности экспортно-ориентированных компаний Северного бассейна, что может привести к снижению объема поставок [6].

Тем не менее, поставки живого, варено-мороженного и сыромороженного краба осуществляются в соответствии с заключенными контрактами. К примеру, в марте 2025 г. из Мурманска в Республику Корея было отправлено 418 т варено-мороженного и сыромороженного краба, задействовано 26 рефрижераторных контейнера, транзитное время интермодальной доставки составило 25 дней. Продукция поступила в порт Мурманск на судне с промысла, где ее погрузили в рефрижераторные контейнеры «Дальрефтранс» и отправили по железной дороге во Владивосток, далее – морским судном-контейнеровозом в рамках регулярной морской линии FESCO Korea Express в Пусан.

В феврале 2025 г. отправлено 395 кг живого краба в Таиланд. Живой краб был доставлен в морской порт Мурманск на промысловом судне и выгружен на предприятие, где осуществляется его временная передержка. Затем краб помещен в специализированные емкости с водой, которые оснащены системами подачи кислорода и фильтрации воды. Продукция в емкостях погружена в специализированную автомашину, в которой температурные параметры воды задаются в автоматическом режиме, и доставлена в аэропорт Мурманск, где емкости с подконтрольным товаром перегружены на авиатранспорт и транзитом через Москву доставлены в Таиланд.

С июля 2024 г. в Заполярье (аэропорт Мурманск) запустили уникальный логистический проект по доставке живого камчатского краба грузовыми самолетами ИЛ-76 в страны Азиатского региона.

Реализуют логистические маршруты, главным образом, ГК «Антей» и СЗРК. До санкций северо-западные краболовы производили по большей части замороженную продукцию, вос-

требованную в странах ЕС и США. С введением антироссийских санкций предприятия были вынуждены переориентировать поставки на самый крупный рынок сбыта Азии – Китай, где высоко ценится именно живой краб.

Несмотря на то, что краб остается по большей части экспортно-ориентированным товаром, крабовая продукция интересует и российский рынок. Предприятия Северного бассейна стали активно искать новые направления сбыта внутри страны и за последние три года продажи краба выросли в несколько раз. По данным ВАРПЭ, поставки отечественного краба на внутренний рынок по итогам 2024 г. выросли почти на 20%, до 8 тыс. тонн.

Необходимо отметить, современный российский краболовный флот способен эффективно работать в сложных климатических условиях, суда оснащены новейшим оборудованием и способны осуществлять бережную транспортировку продукта, что позволяет стране сохранять лидирующие позиции в рыбной отрасли.

3. Аквакультура

Согласно обновленной Стратегии развития агропромышленного и рыбохозяйственного комплекса России до 2030 г., производство товарной аквакультуры в 2025 г. в базовом (оптимистичном) сценарии составит 420 тыс. т, в консервативном (негативном) 400 тыс. т, а в 2030 г. должно достичь 618 тыс. т и 502 тыс. т, в зависимости от сценариев.

В развитии отечественной аквакультуры наблюдается положительная динамика – с 2014 г. показатели производства товарной аквакультуры выросли более чем в два раза. По итогам 2023 г. объем производства товарной продукции, включая рыбопосадочный материал, составил 402 тыс. т, это на 18,6 тыс. т (4,8%) больше чем в 2022 г. (383,5 тыс. т).

Предприятия этой сферы развернули работу по строительству новых аквакультурных комплексов – выпуск кормов, получение рыбопосадочного материала, расширение акватории для аквакультурных хозяйств [7]. Министерство сельского хозяйства РФ в 2024 г. предложило компенсировать капитальные затраты рыбоводов на создание и модернизацию питомников по выращиванию посадочного материала для разведения лососевых рыб и морепродуктов. Предложенная мера направлена на ускорение зависимости внутреннего рынка от импортной продукции и стимулирование производства отечественного посадочного материала лососевых и ценных морепродуктов в хорошем качестве.

Согласно статистическим сведениям по рыбной промышленности России Всероссий-

Таблица 4. Товарное рыбоводство / **Table 4.** Commercial fish farming

Объекты выращивания	Всего
Количество предприятий, ед	1988
Количество выращенных объектов в том числе:	319342
Пресноводное производство	
– количество предприятий, ед	1854
– выращено по видам	190479
Марикультура	
– количество предприятий, ед	134
– выращено по видам	128863
2022 г.	
Количество предприятий, ед	2283
Количество выращенных объектов в том числе:	348187
Пресноводное производство	
– количество предприятий, ед	2132
– выращено по видам	195039
Марикультура	
– количество предприятий, ед	151
– выращено по видам	153148

Источник: [8].

ского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), товарное рыбоводство в 2021 и 2022 годах составило: (табл. 4).

По итогам 2023 г. производство аквакультуры в России достигло 402 тыс. тонн. Весомый вклад в отрасль выращивания аквакультуры и морепродуктов вносят регионы Северо-Западного Федерального округа (СЗФО) России. СЗФО является лидером с результатом в 139,1 тыс. т, что составляет 35% от всероссийского объема; второе место занял Южный Федеральный округ (ЮФО) – 86,7 тыс. т; третье место – у Дальневосточного Федерального округа (ДФО) – 84,0 тыс. т; далее: Центральный Федеральный округ (ЦФО) – 32,5 тыс. т; Северо-Кавказский Федеральный округ (СКФО) – 29,9 тыс. т; Приволжский Федеральный округ (ПФО) – 14,5 тыс. т; Уральский Федеральный округ (УрФО) – 8,3 тыс. т; Сибирский Федеральный округ (СФО) – 7,1 тыс. тонн.

Рассматривая субъекты СЗФО, необходимо отметить, что лидером по выращиванию аквакультуры в 2023 г. является Мурманская область с результатом 83,5 тыс. т – 21% от всероссийского объема; Республика Карелия – 38,2 тыс. т / около 10%; Ленинградская область – 13,9 тыс. т / 3,4%.

Производство отечественной аквакультуры гарантирует устойчивое обеспечение населения страны качественной продукцией их водных биоресурсов (ВБР) [9]. Предприятия данной сферы несут экономическую и социальную ответственность – создают новые рабо-

чие места для местного населения, принимают активное участие в социальной жизни и создании соответствующей инфраструктуры, эта деятельность особенно важна в приграничных регионах России.

Аквакультура играет важнейшую роль в обеспечении растущего населения мира продовольствием, питанием, источниками дохода и средств к существованию. В 2022 г. аквакультура впервые в истории превзошла рыболовство, став основным источником продукции из водных биоресурсов, и в настоящее время на долю этого сектора приходится почти 51% мирового производства водных животных. В долгосрочной перспективе аквакультура может стать основным драйвером развития мирового рыбного хозяйства [10]. По оценкам Продовольственной и сельскохозяйственной организации Объединенных Наций (ФАО), высокий уровень рыбоводства и аквакультуры отмечается как хороший успех, поскольку это позволяет, по их мнению, наращивать производство продовольствия из ВБР, не подвергая морскую среду дополнительной нагрузке. Выращивание морепродуктов вместо их вылова даст передышку видам, подвергающимся чрезмерной эксплуатации [11;12].

В условиях, когда мир сталкивается с новыми проблемами, встающими на пути к обеспечению глобальной продовольственной безопасности и питания и достижению целей в области устойчивого развития, сектор аквакультуры предлагает инновационные и жизнестойкие решения, способные ускорить пе-

переход к более эффективным, инклюзивным, невосприимчивым к внешним воздействиям и устойчивым агропродовольственным системам, обеспечивающим улучшение производства, улучшение качества питания, улучшение состояния окружающей среды и улучшение качества жизни.

В то же время, на фоне сокращения ОДУ на треску, введение санкционного воздействия со стороны Норвегии, а также взлетевших до исторических максимумов мировых цен на треску, полезным решением будет использование компетентности соседней Норвегии в производстве аквакультурной трески и достижений Китая по выращиванию тихоокеанской трески в искусственных условиях.

Норвежские фермеры активно развивают данный сектор: в 2024 г. общий объем производства аквакультурной трески достиг 20 тыс. т, а к 2026 г. может вырасти до 32 тыс. т (+1,6 раза). На аквакультуру Норвегии будет приходиться около трети всей экспортируемой трески. В прошлом выращивание трески было экономически не выгодным из-за высоких производственных затрат и относительно низких цен на этот вид рыбы на рынке. На текущем этапе, ситуация стремительно меняется – сокращается ОДУ, объем предложения трески на мировом рынке последовательно снижается, цены растут.

Китай активизирует усилия по развитию коммерческой аквакультуры тихоокеанской трески (*Gadus macrocephalus*), рассматривая её как перспективную альтернативу сокращающимся поставкам атлантической трески.

Ключевым прорывом, открывающим путь к массовому выращиванию, стало полное освоение китайскими учеными биологического цикла тихоокеанской трески в искусственных условиях – отлажены все стадии – от получения жизнеспособной икры и выращивания мальков до доведения рыбы до товарного размера. Технология признана готовой к коммерциализации.

Решение развивать аквакультуру тихоокеанской трески напрямую связано с ситуацией на глобальном рынке:

- a) рекордные цены: цены на атлантическую треску, особенно на популярное филе, достигли беспрецедентных уровней, превышая 7,50 евро за кг для крупных размеров;
- b) сокращение предложения: причины включают жесткие квоты на вылов дикой трески в основных регионах (Норвегия, Россия, Исландия), климатические факторы, влияющие на запасы, и геополитическую напряженность;
- c) растущий спрос: треска остается одним из самых востребованных видов белой рыбы

на мировом рынке, особенно в Европе, Северной Америке и самом Китае;

- d) тихоокеанская треска, обитающая в северной части Тихого океана, обладает рядом характеристик, делающих ее привлекательной для аквакультуры:

- качество мяса: по вкусу и текстуре очень близка к атлантической треске, что упрощает ее рыночное позиционирование;
- холодноводный вид: хорошо подходит для выращивания в северных прибрежных регионах Китая с использованием садковых технологий;
- потенциал роста: способна достигать товарного размера (около 1,5 кг) примерно за 2 года при оптимальных условиях выращивания.

4. Рыбохозяйственная наука

Рыбохозяйственная наука – главный двигатель в успешной реализации стратегических целей и задач отрасли. Самостоятельные институты рыбной отрасли объединены в глобальный научный центр под эгидой ГНЦ РФ «Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО), в структуре которого 29 филиалов в самых разных регионах страны, что позволило унифицировать программы исследований и выйти на новый высокий уровень использования результатов отечественной рыбохозяйственной науки [13].

Полярный филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича, г. Мурманск) осуществляет научные исследования по обоснованию общего допустимого улова (ОДУ) промысловых рыб, беспозвоночных, водорослей и млекопитающих. В район ответственности входят Северные моря, воды Северо-Западной Атлантики и пресноводные водоемы Мурманской и Архангельской областей, республики Коми, Ненецкого автономного округа.

Научные сотрудники ПИНРО выполняют экспедиционные исследования на научно-исследовательских и промысловых судах, в частности, в марте-июне 2024 г. на судне М-0269 «Стрелец» проведены работы по сбору данных о распределении и биологическом состоянии рыб донных видов, сырьевой базе промысла, кормовой базе рыб, приловах молоди промысловых рыб в норвежской экономической зоне и районе архипелага Шпицберген.

Результаты, полученные научными сотрудниками, пополняют базу данных Полярного филиала Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) и будут применяться для разработки прогнозов запасов донных и пелагических видов рыб различной заблаго-

временности, рекомендаций по рациональной эксплуатации их запасов, оценки эффективности использования биоресурсов. После камеральной обработки в лабораториях Полярного филиала ВНИРО результаты исследований станут частью материалов для защиты интересов рыбодобывающей отрасли России на международном уровне.

Северный филиал ФГБНУ «ВНИРО» (г. Архангельск) проводит исследования по изучению водных биоресурсов, широкому спектру работ в области изучения антропогенного воздействия на состояние водных экосистем Арктического региона, комплексному изучению биоресурсов на внутренних водоемах и в прибрежной части арктических морей. Материал, собранный научными сотрудниками, будет обработан и использован для оценки численности ВБР, подготовки материалов прогноза, обоснования сырьевой базы рыболовства и разработки мероприятий по регулированию рыболовства Северного бассейна.

В результате совместных научных исследований определен ряд задач, которые, по мнению ученых, помогают рыбакам и промышленникам достигать поставленных целей, определенных Концепцией технологического развития до 2030 г., предусматривающей достижение технологического суверенитета через внедрение результатов отечественных исследований и разработок.

Ученые Федерального государственного бюджетного учреждения науки Институт океанологии им. П.П. Шишова Российской академии наук (ИО РАН) отмечают, что изменение климата, которое приводит к расселению на север некоторых видов рыб, может положительно сказаться на рыболовстве. В российской Арктике в последние годы появились впервые, были повторно отмечены или существенно расширили свой ареал и значительно увеличили численность следующие виды: черный палтус, тихоокеанская треска, минтай, синяя зубатка, окунь-клювач и бентозема. Но климатические условия и сложная логистика в Арктике пока не дают сделать точный прогноз по промыслу наиболее крупных скоплений некоторых видов ВБР.

Ученые из научного фонда «Международный центр по окружающей среде и дистанционному зондированию имени Нансена» (Фонд «НАНСЕН-ЦЕНТР», г. Санкт-Петербург) провели научные исследования, результаты которых будут использованы при оценке влияния атмосферных потоков тепла и влаги на клима-

тические обратные связи в Арктике и помогут в определении точности прогнозов по арктическому потеплению¹².

Ученые ПИНРО осуществляют тесное сотрудничество с международными научными институтами. Российским научным сообществом учитываются, анализируются и обрабатываются информационные материалы ИКЕС, Комиссии по рыболовству в северо-восточной части Атлантического океана (НЕАФК), JRN AFWG, СРНК и др. Так, в 2025 г. Международный совет по исследованию моря (ИКЕС - ICES) предложил установить нулевую квоту вылова трески в Северном море на 2026 год. Это вызвало бурную реакцию у представителей рыбной отрасли.

Специалисты ИКЕС отмечают, что в Северном море обитают три генетически различающиеся субпопуляции трески: северо-западная, северо-восточная и южная. Две первые, по оценке Совета, способны выдерживать контролируемый промысел, но точной информации о степени их смешения с южной субпопуляцией нет, поэтому ИКЕС рекомендует полностью отказаться от вылова трески в Северном море в 2026 г., за исключением случайного прилова. Такой мерой предполагается минимизировать риски для самой уязвимой части популяции.

Позиция Совета вызвала резкую критику со стороны промысловиков. Так, Шотландская ассоциация рыбаков (Shetland Fishermen's Association, SFA) назвала предложение ИКЕС безумием. Председатель SFA Джеймс Андерсон (James Anderson) заявил, что невозможно сохранить рыболовный флот, если он будет вынужден простаивать целый год. По словам главы объединения, реализация такой политики приведет к закрытию предприятий и потере рабочих мест.

Критике подверглась и методология ИКЕС. Глава Шотландской федерации рыбаков (Scottish Fishermen's Federation, SFF) Элспет Макдональд (Elspeth Macdonald) обвинила совет в чрезмерном усложнении анализа субпопуляций и в попытке выйти за рамки научной роли. По ее мнению, ICES перешел грань между наукой и управлением и только тормозит прогресс за счет устаревших и неповоротливых процедур.

Другие отраслевые объединения, включая Шотландскую ассоциацию производителей белой рыбы (Scottish White Fish Producers' Association, SWFPA), тоже выразили сомнения в компетентности ICES и обвинили Совет

¹² Найден способ сделать прогноз потепления в Арктике более точным. <https://rscf.ru/news/release/nayden-sposob-sdelat-prognoz-potepleniya-v-arktike-bolee-tochnym/> (дата обращения: 10.09.25).



в утрате доверия. Они настаивают на необходимости сбалансированного подхода, который будет учитывать не только состояние запасов, но и выживание рыбаков.

В 2025 г. стартовал национальный проект в сфере агропромышленного комплекса «Технологическое обеспечение продовольственной безопасности». Цель нацпроекта – повышение технологической обеспеченности продовольственной безопасности для создания условий устойчивого роста производства. В планах Министерства сельского хозяйства, на реализацию проекта до 2030 г. будет инвестировано свыше 1 трлн рублей [14].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценивая деятельность РХК, можно аргументировать, что в качестве адаптации рыбопромысловых и перерабатывающих предприятий к санкционному воздействию сделан акцент на отечественные научные исследования, использование расширения взаимодействия с дружественными странами, поиск новых логистических цепочек и ниш. Данные меры адаптации наиболее актуальны в РХК и определяются одной из стратегий роста, главными целями которой являются: разработка новых продуктов и технологий научных исследований, цифровизация отрасли, освоение новых ресурсных акваторий, привлечение и подготовка кадров, расширение взаимодействия с государством.

Системы производства пищевой продукции из водных биоресурсов играют важнейшую роль в обеспечении продовольственной и нутриционной (полноценное питание) безопасности. Широкое разнообразие таких систем и их способность поддерживать экосистемные услуги и обеспечивать здоровый рацион дела-

ют их перспективным и эффективным инструментом, дающим более широкие возможности для укрепления продовольственной и нутриционной безопасности для нынешнего и будущих поколений.

В современных условиях, ведение рыбохозяйственной деятельности на Северном бассейне должно находиться в тесном взаимодействии с опорными экономическими комплексами Арктического региона России, включать в себя приоритетные процедуры, направленные на решение следующих задач:

- способствовать устойчивому развитию аквакультуры Арктических регионов, в целях удовлетворения растущего спроса на пищевые продукты из водных биоресурсов;
- гарантировать эффективное управление сектором рыболовства для улучшения здоровья рыбных запасов;
- стимулировать реконструкцию производственно-сбытовых цепочек пищевых продуктов из водных биоресурсов, чтобы гарантировать их социальную, экономическую и экологическую устойчивость.

Эффективное использование ресурсов, опыт и сравнительные преимущества, наработанные рыбопромышленниками Арктической зоны Российской Федерации, является хорошим заделом для расширения совместных усилий и инициатив с участием членов, партнеров и ключевых заинтересованных сторон в обеспечении продовольственной безопасности, реконструкции рыбной отрасли и устойчивого развития.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Ершов М.В. Российская экономика в условиях новых санкционных вызовов // Вопросы эко-

- номики. 2022. № 12. С. 5-23. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2022-12-5-23>
2. *Вопиловский С.С.* Воздействие экономических факторов на устойчивость функционирования рыбной отрасли Арктической зоны России // *Арктика и Север*. 2025. № 58. С. 5-22. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025.58.5>
3. *Васильев А.М., Лисунова Е.А.* Доктрина продовольственной безопасности в системе обеспечения населения рыбной продукцией // *ЭКО*. 2022. № 6. С. 51-66. <https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2022-6-51-66>
4. *Вопиловский С.С.* Экспортная ориентация российской рыбной продукции – стратегический курс. // *Рыбное хозяйство*. 2024. № 6. С.1-17. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-8-1>
5. *Васильев А.М.* Роль экспорта в развитии рыболовства (на примере рыбного хозяйства Мурманской области) // *Рыбное хозяйство*. 2024. № 2. С.20-25. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-2-20-25>
6. *Ковалев Ю.А., Ярагина Н.А., Четыркин А.А.* Проблемы сбора информации о составе промысловых уловов донных рыб Баренцева моря // *Вопросы рыболовства*. 2024. Том. 25. № 1. С.153-160. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2024-25-1-153-160>
7. *Цицкиева К.Р., Бетляева Ф.Х., Маркин Ю.В.* Использование пробиотика «Бацифолин А» при выращивании радужной форели (*Oncorhynchus mykiss*) в условиях интенсивного рыболовства // *Рыбное хозяйство*. 2024. №6. С.83-89. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-83-89>
8. Статистические сведения по рыбной промышленности России. Под общей ред. К.В. Колончина. – М.: ВНИРО. 2023. 82с.
9. *Ивашко Е.Е., Ивашко В.С.* Статистический анализ отрасли аквакультуры России. // *Экономические науки*. 2024. № 11(240). С.164-169. <https://doi.org/10.14451/1.240.164>
10. *Сергеев Л.И., Сергеев Д.Л.* Макроэкономика стоимости продукта рыбной отрасли страны // *Вопросы рыболовства*. 2024. Том 25. № 2. С.129-138. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2024-25-2-129-138>
11. FAO. 2024. The State of Food and Agriculture 2024 – Value-driven transformation of agrifood systems. – Rome. <https://doi.org/10.4060/cd2616en>
12. OECD. Agricultural policy monitoring and evaluation 2021: Addressing the challenges facing food systems. – Paris: OECD Publishing. 2021. 605 p. <https://doi.org/10.1787/2d810e01-en>
13. *Вопиловский С.С.* О роли отраслевой науки в исследованиях водных биоресурсов Северных морей России. // *Вестник Астраханского государственного университета. Серия: Рыбное хозяйство*. 2025. № 1. С.7-14. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2025-1-7-14>
14. *Вопиловский С.С.* Процессы цифровой трансформации в рыбохозяйственном комплексе России. // *Рыбное хозяйство*. 2025. № 2. С.43-50. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-2-43-50>
- No. 12. Pp. 5-23. <https://doi.org/10.32609/0042-8736-2022-12-5-23>. (In Russ.)
2. *Vopilovsky S.S.* (2025). The impact of economic factors on the sustainability of the fishing industry in the Arctic zone of Russia // *Arctic and North*. No. 58. Pp. 5-22. <https://doi.org/10.37482/issn2221-2698.2025.58.5>. (In Russ.)
3. *Vasiliev A.M., Lisunova E.A.* (2022). Doctrine of food security in the system of providing the population with fish products // *ECO*. No. 6. Pp. 51-66. <https://doi.org/10.30680/ECO0131-7652-2022-6-51-66>. (In Russ.)
4. *Vopilovsky S.S.* (2024). Export orientation of Russian fish products – a strategic course. // *Fisheries*. No. 6. Pp. 1-17. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-8-1>. (In Russ., abstract in Eng.)
5. *Vasiliev A.M.* (2024). The role of exports in the development of fisheries (on the example of the fisheries industry of the Murmansk region) // *Fisheries*. No. 2. Pp. 20-25. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-2-20-25>. (In Russ., abstract in Eng.)
6. *Kovalev Yu.A., Yaragina N.A., Chetyrkin A.A.* (2024). Problems of collecting information on the composition of commercial catches of bottom fish in the Barents Sea // *Voprosy rybolovstva*. Vol. 25. No. 1. Pp. 153-160. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2024-25-1-153-160>. (In Russ., abstract in Eng.)
7. *Tsitskieva K.R., Betlyaeva F.Kh., Markin Yu.V.* (2024). Use of the probiotic «Bacifolin A» in growing rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) under intensive fishing conditions // *Fisheries*. No. 6. pp. 83-89. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-83-89>. (In Russ., abstract in Eng.)
8. Statistical information on the fishing industry of Russia. General editor K.V. Kolonchin. – M.: VNIRO. 2023. 82 p. (In Russ.)
9. *Ivashko E.E., Ivashko V.S.* (2024). Statistical analysis of the aquaculture industry of Russia. // *Economic sciences*. No. 11(240). Pp.164-169. <https://doi.org/10.14451/1.240.164>. (In Russ.)
10. *Sergeev L.I., Sergeev D.L.* (2024). Macroeconomics of the cost of the product of the country's fishing industry // *Voprosy Ekonomiki*. Vol. 25. No. 2. Pp. 129-138. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2024-25-2-129-138>. (In Russ.)
11. FAO. 2024. The State of Food and Agriculture 2024 – Value-driven transformation of agrifood systems. – Rome. <https://doi.org/10.4060/cd2616en>
12. OECD. Agricultural policy monitoring and evaluation 2021: Addressing the challenges facing food systems. – Paris: OECD Publishing. 2021. 605 p. <https://doi.org/10.1787/2d810e01-en>
13. *Vopilovsky S.S.* (2025). On the role of industry science in the study of aquatic bioresources of the Northern seas of Russia. *Bulletin of Astrakhan State University. Series: Fisheries*. No. 1. Pp. 7-14. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2025-1-7-14>. (In Russ.)
14. *Vopilovsky S.S.* (2025). Digital transformation processes in the Russian fisheries complex. // *Fisheries*. No. 2. Pp. 43-50. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-2-43-50>. (In Russ., abstract in Eng.)

REFERENCES AND SOURCES

1. *Ershov M.V.* (2022). Russian economy in the context of new sanctions challenges // *Voprosy ekonomiki*.

Материал поступил в редакцию/ Received 20.10.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 05.10.2025



Теоретические аспекты формирования маркетинговой стратегии сбыта камчатской рыбопродукции премиальных сегментов

Научная статья
УДК 339.138

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-32-39>
EDN: LAEXOS

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

Камчатский государственный технический университет (КамчатГТУ)

Адрес: Россия, 683003, г. Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, д. 35

Аннотация. Статья обобщает теоретические аспекты создания маркетинговой стратегии сбыта камчатской рыбопродукции премиальных сегментов. Показано, что диверсификация рынков и каналов – не только драйвер роста, но и инструмент управления риском, а гипотезы связывают сквозную трассируемость с уменьшением ценовой эластичности в B2C. Поясняется, что операционная надёжность является базовым условием доступа в премиальные каналы. Описана двухконтурная схема ценообразования на рыбопродукцию премиальных сегментов. В коммуникационных стратегиях фокус внимания смещается от скидок к доказательствам качества, визуализации текстуры и рецептам. Результаты проведённого исследования подтверждают высокий потенциал премиальных сегментов.

Ключевые слова: премиальный сегмент, сквозная трассируемость, «холодовая цепь», маркетинговая стратегия, сертификаты качества, SKU, «skin pack», юнит-экономика, ретейлер

Для цитирования: Кравцов С.А. Теоретические аспекты формирования маркетинговой стратегии сбыта камчатской рыбопродукции премиальных сегментов // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 32-39. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-32-39>

THEORETICAL ASPECTS OF DEVELOPING A MARKETING STRATEGY FOR SELLING PREMIUM KAMCHATKA FISH PRODUCTS

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

Kamchatka State Technical University (KamchatSTU)

Address: Russia, 683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Klyuchevskaya Street, 35

Annotation. The article summarizes the theoretical aspects of creating a marketing strategy for the sale of Kamchatka fish products in premium segments. It is shown that the diversification of markets and channels is not only a growth driver, but also a risk management tool, and hypotheses associate end-to-end traceability with a decrease in price elasticity in B2C. It is explained that operational reliability is the basic condition for access to premium channels. A two-circuit pricing scheme for premium fish products is described. In communication strategies, the focus shifts from discounts to quality evidence, texture visualization, and recipes. The results of the conducted research confirm the high potential of the premium segments.

Keywords: premium segment, end-to-end traceability, «cold chain», marketing strategy, quality certificates, SKU, «skin pack», unit economics, retailer

For citation: Kravtsov S.A. (2025). Theoretical aspects of developing a marketing strategy for selling premium Kamchatka fish products // Fisheries. No. 6. Pp. 32-39. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-32-39>

Рисунок – авторский / The drawing was made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Маркетинг используется в любой сфере деятельности организации. Разумеется, маркетинг не прошёл стороной рыбохозяйственный комплекс. Маркетинговое управление в рыбной отрасли сложное, особенно в аспекте ценообразования и планирования ассортимента продовольственных товаров [1]. Камчатская рыбопродукция высоко ценится за своё происхождение и обладает уникальными природными характеристиками, что открывает возможность позиционировать её как премиальный продукт при подтверждённом спросе на целевых рынках. Рыбопромышленная отрасль традиционно является одной из ведущих в экономике Камчатки. Доля рыбохозяйственного комплекса в общем объёме промышленного производства региона превышает 60%, доля рыболовства и рыбоводства в валовом региональном продукте составляет порядка 20%. На Камчатский край приходится одна четвертая производства переработанной и консервированной рыбы в России и более 40% – в Дальневосточном федеральном округе. Продукция рыбохозяйственных предприятий состав-

ляет основу камчатского экспорта (до 90%) [2]. Вместе с тем, отрасль испытывает давление со стороны волатильности цен на сырьё, сезонных колебаний вылова, логистических трудностей и требований регуляторов целевых рынков. Сосредоточение продаж на ограниченном количестве каналов и стран повышает зависимость от внешних факторов и, следовательно, уязвимость к различным шокам. В связи с этим стратегическая диверсификация рынков выходит за рамки инструмента роста и превращается в важный механизм управления рисками.

В 2023-2024 гг. аналитики СберМаркетинга, Востокгосплана, Rambler&Co и NTech провели совместное исследование интереса потребителей к рыбной категории. Программа включала четыре этапа:

1. Дневниковые исследования и 26 глубоких интервью в восьми регионах РФ.
2. 1806 онлайн-интервью с жителями городов свыше 100 тыс. человек.
3. Анализ рекламных коммуникаций.
4. Моделирование прогнозов продаж и потребления.

Результаты подтверждают высокий базовый спрос: 96% жителей России едят рыбу хотя бы раз в год, 89% – раз в месяц, 38% – еженедельно; 51% покупают рыбу несколько раз в месяц, при этом 63% заявили о готовности потреблять её чаще. Наибольший фактический объём потребления приходится на консервы, далее – замороженная рыба и крабовые палочки, тогда как наиболее желанной формой для большинства выступает охлаждённая рыба, чьё качество легко оценить визуально. Эти данные задают высокую потенциальную базу для премиальных сегментов, при условии снижения барьеров и повышения прозрачности качества [3].

Рост премиальных сегментов положительно сказывается на юнит-экономике (метод анализа бизнеса, при котором рассчитывается прибыльность одной единицы продукта) [4] благодаря большей готовности потребителей платить за гарантированное происхождение, свежесть продукции, качество, инновационные технологии обработки и устойчивые методы производства. При этом важно разрабатывать научно обоснованные решения, которые будут учитывать, как потребности покупателей (B2C), так и требования B2B-каналов, а также – операционные ограничения «холодовой цепи» (система дистрибуции свежих продуктов путём их низкотемпературной транспортировки и хранения) [5]. Предполагается, что сквозная трассируемость снижает ценовую эластичность в B2C, а портфельная диверсификация каналов снижает индекс концентрации выручки (НИИ) и волатильность продаж.

Цель исследования – обоснование теоретических подходов к формированию маркетинговой стратегии сбыта камчатской рыбопродукции премиальных сегментов, включая определение критериев ценности, принципов портфельной диверсификации каналов, структуру ассортимента, а также – основ ценообразования и коммуникаций.

Для достижения поставленной цели необходимо последовательно ответить на ряд следующих вопросов:

1. Какие характеристики ценности оказывают влияние на готовность потребителей платить премиальные цены в избранных нишах?
2. Какие конкурентные преимущества существуют по различным каналам, с учётом логистических особенностей?
3. Как оптимизировать структуру ассортимента и ценовую политику?
4. Какие коммуникационные стратегии способствуют повышению доверия и конверсии?

Настоящее исследование опирается на совокупность подходов: теорию отраслевых рын-

ков [6], информационную асимметрию [7] и сигналы качества [8], стратегию ценообразования в премиальных сегментах, а также – регуляторные методики оценки концентрации через индекс Херфиндаля–Хиршмана [9].

ХАРАКТЕРИСТИКИ ЦЕННОСТИ ПРОДУКТОВ

Перед покупкой покупатель не имеет возможности оценить вкус и свежесть рыбы, поэтому ему приходится полагаться на внешние показатели качества. В продуктах, ценность которых определяется происхождением и методом добычи, решающее значение приобретают не только органолептические характеристики, но и подтверждающие их сигналы (место вылова, статус «дикий» рыбы, шоковая заморозка на рыбодобывающем судне, независимые сертификаты третьей стороны и возможность отследить партию до места промысла).

Согласно теории сигналов, доверие строится на признаках, которые трудно и дорого подделать. К ним относятся:

- сертификация цепочки поставок (например, ХАССП, ISO 22000);
- технические регламенты (например, ТР ЕАЭС 040/2016, ТР ТС 021/2011, ТР ТС 022/2011);
- периодические аудиторские проверки, цифровые паспорта и сквозная трассируемость, позволяющая отслеживать весь жизненный цикл товара – от исходного сырья до готового продукта на всех этапах его продвижения по цепочке поставок (например, QR-паспорт партии на сайте производителя, интеграция с ФГИС «Меркурий», ID партии на коробе и др.).

Снижение информационной асимметрии между продавцом, обладающим полными знаниями о товаре, и покупателем, которому эта информация недоступна, является их ключевой функцией. Когда сигналы о качестве становятся прозрачными и проверяемыми, покупатель делает более уверенный выбор и готов заплатить за товар больше, при этом снижается ценовая чувствительность.

Эмпирические наблюдения, которые мы упомянули выше, подкрепляют тезис о важности проверяемых сигналов качества. В указанном исследовании 88% покупателей назвали вкусовые качества главным мотиватором выбора, 79% – пользу для здоровья; одновременно 24% респондентов готовы увеличить потребление при лучшей маркировке на полке или упаковке. Критична детальная информация: место и даты вылова, заморозки, технология обработки, срок годности, процент наледи и костлявость. 13% ожидают увидеть рядом с витриной или на упаковке рецепты приго-

товления [3]. Эти факты указывают, что сквозная трассируемость и «развёрнутая этикетка» (включая QR-доступ к цифровому паспорту партии) не только снижают информационную асимметрию, но и способны непосредственно стимулировать прирост потребления за счёт снятия барьеров выбора и приготовления.

В премиальном сегменте, где ставки выше и разочарование может быть более болезненным, доказательства происхождения и неизменного качества имеют первостепенное значение. Однако даже будучи уверенным в качестве, сделать выбор бывает непросто. Посетитель, приходя в магазин, видит перед собой широкую линейку товаров «верхнего эшелона» и может растеряться перед большим количеством вариантов. И тут должно срабатывать узнавание. На выбор продукции того или иного производителя влияет грамотный брэндинг [10]. Премиальность продукта дополняется удобством и эстетикой: порционные наборы, готовые к употреблению, привлекательная упаковка («skin pack», вакуум, вторичный термобокс), понятные инструкции и рецепты от известных поваров.

Когда вовлеченность покупателя высока, а покупка происходит нечасто, нематериальные атрибуты приобретают особую значимость. Это обусловлено тем, что они минимизируют для покупателя риск получения товара с ненадлежащим качеством или имеющего проблемы с безопасностью. Другими словами, чем выше потенциальные негативные последствия неудачной покупки, тем важнее для покупателя наличие маркеров надёжности.

КОНКУРЕНТНЫЕ ПРЕИМУЩЕСТВА

Для клиента своевременная поставка партии с соблюдением необходимых спецификаций по разделке и упаковке имеет первостепенное значение. Не менее важно, чтобы любые возникшие сбои были оперативно и понятно разрешены путём замены, возврата или консультации представителя поставщика. Это не просто «дополнительное преимущество», а фундаментальное требование для попадания в ассортимент или на полки, ведь операционные процессы и сегменты нишевой розницы строятся на стабильности.

Для управления доходами и рисками в такой динамичной среде эффективным решением является портфельный подход к рынкам и каналам сбыта. Суть его в том, чтобы не сосредотачивать продажи на одном или двух направлениях, а диверсифицировать их по различным рынкам и типам каналов. Такой подход позволяет смягчить негативное влияние событий в одном сегменте на весь бизнес в целом.

Концентрацию выручки можно оценить с помощью индекса Херфиндаля-Хиршмана

(HHI), который показывает сумму квадратов долей выручки по каналам и/или географии – чем ниже значение индекса, тем более равномерно распределена выручка [9]. Диверсификация каналов сбыта и география поставок имеет практическое значение, делая компанию более устойчивой к стрессовым ситуациям.

В случае логистических проблем, ценовой войны в одной из сетей или временного запрета импорта на каком-либо рынке, компания с расширенным портфелем (специализированная розница, интернет-продажи, экспортные дистрибьюторы) и охватом разных географических рынков, легче справится с трудностями. Такая структура сглаживает колебания спроса и обеспечивает стабильность денежного потока, даже если отдельные участки работы сталкиваются со сбоями.

Канальная стратегия должна учитывать текущую структуру покупок. В рознице растёт число точек продаж, при этом лидируют магазины «у дома», доля онлайн-магазинов остаётся пока ниже 5%, на третьем месте – сетевые ретейлеры. Для премиальной камчатской рыбопродукции это означает необходимость дифференцированных форматов: компактные, информативно промаркированные единицы складского учёта (SKU) для «магазинов у дома» и онлайн-каналов, а также профессиональные форматы для сетевых B2B-партнёров. Портфельная диверсификация по каналам и географии, измеряемая через HHI, в такой конфигурации дополнительно снижает зависимость от каждого отдельного сегмента.

СТРУКТУРА АССОРТИМЕНТА И ЦЕНОВАЯ ПОЛИТИКА

Оптимизация структуры ассортимента начинается с ясной роли каждого продукта в портфеле. Базовые позиции обеспечивают присутствие и оборот, создают «вход» в бренд и формируют доверие к качеству. Премиальные SKU, в свою очередь, являются ключевыми драйверами прибыли и дифференциации, поэтому для них особенно важно накапливать доказательства своей ценности.

SKU – это уникальный идентификатор конкретного товара в конкретной конфигурации, по которому компания ведёт учёт запасов, продаж и прибыльности. Обычно в SKU зашифрована информация, которая описывает товар: наименование, бренд, размер, объём или другие важные для продукта характеристики. Разнообразие SKU для одного и того же продукта определяется видом рыбы, способом обработки, калибром или весом, форматом (филе, стейк, порционные наборы), типом упаковки (вакуумная, «skin-pack»), наличием вкусовых добавок или маринадов, а также каналом сбыта, для которого может быть разработан особый формат

продукта [11]. В качестве примера для премиальной рыбопродукции, можно привести следующий SKU: «Кижуч замороженный потрошённый без головы 1,4-1,9 кг, упаковка: «стрейч-пленка», Камчатка, сентябрь 2024 г.» [12].

Архитектура ассортимента должна строиться по модели «хорошо-лучше-идеально», при этом переходы между уровнями должны быть обоснованы не только стоимостью, но и быть наглядными, проверяемыми характеристиками. Уровень «хорошо» решает повседневные задачи, предоставляя стабильное качество, стандартные размеры, понятную маркировку. Уровень «лучше» предлагает подтверждённое происхождение, улучшенные варианты (филе без костей, стейки), более жёсткие стандарты. Уровень «идеально» основан на исключительности, которая может включать в себя ограниченные партии, лучшие срезы, сотрудничество с ведущими шеф-поварами, расширенные сертификаты и полную прозрачность цепочки производства. На каждом уровне, в описании продукта на упаковке, должно убедительно объясняться, за что покупатель платит больше.

Ассортимент необходимо адаптировать к особенностям каждого канала и рынка. В сфере продаж рыбопродукции премиум качества гостинично-туристическому бизнесу, крупным торговым ретейлерам премиум-клас-

са («Азбука Вкуса», «Глобус Гурме», «Зелёный Перекрёсток» и др.), сетевым ресторанам и т.д. (B2B), важны стабильность ассортиментного ряда и предсказуемость поставок. В этом сегменте актуальны профессиональные форматы и крупные объёмы упаковки. Специализированная розница («магазины у дома») и интернет-продажи (B2C) предпочитают удобные веса в диапазоне 250-600 г, упаковку «skin pack» или вакуумную, привлекательный внешний вид и понятные инструкции по приготовлению. Экспортный ассортимент корректируется с учётом нормативных требований к маркировке, вкусов потребителей по типам и форматам продукции, а также – логистических ограничений, связанных со сроками хранения и температурными режимами.

Нельзя не обойти такое понятие, как «бренд-интеграция». Применение бренд-интеграций на рынке B2B является достаточно новым, но уже популярным инструментом для продвижения своих товаров и услуг. Данный инструмент позволяет получать реальный отклик от целевой аудитории, выявлять потребности клиентов в товарах бренда, анализировать особые запросы, и ориентироваться на изменения спроса. Использование бренд-интеграций в профильные мероприятия (выставки, форумы) может формировать лояльность потребителей, улучшать качество взаимодействия с ними, а также повысить продажи и укрепить имидж бренда на рынке [13].

Далее разберём двухконтурную схему ценообразования на рыбопродукцию премиальных сегментов, как ключевой инструмент оптимизации ценовой политики (рис. 1).

Формирование цен основано на готовности платить и юнит-экономике. Сверху определяются ценовые рамки на основе исследований максимальной цены (для B2C – Van Westendorp, Gabor-Granger), а также – анализа цен конкурентов в каждом канале сбыта. Снизу рассчитывается полная себестоимость единицы, включающая затраты на сырьё, переработку, упаковку, сертификацию, логистику (с учётом потерь при транспортировке), комиссии каналов, маркетинговые расходы и возврат товаров. Для B2B применяются бенчмаркинг спецификаций и переговорные скидки, а также оценивается перекрёстная эластичность между уровнями «хорошо-лучше-идеально» для минимизации внутреннего замещения продуктов (каннибализация).

Ценовая политика должна обеспечивать валовую прибыль как для каждого SKU, так и для каждого канала с учётом рисков, связанных с колебаниями фрахта и сезонными изменениями в вылове. Разные цены между каналами

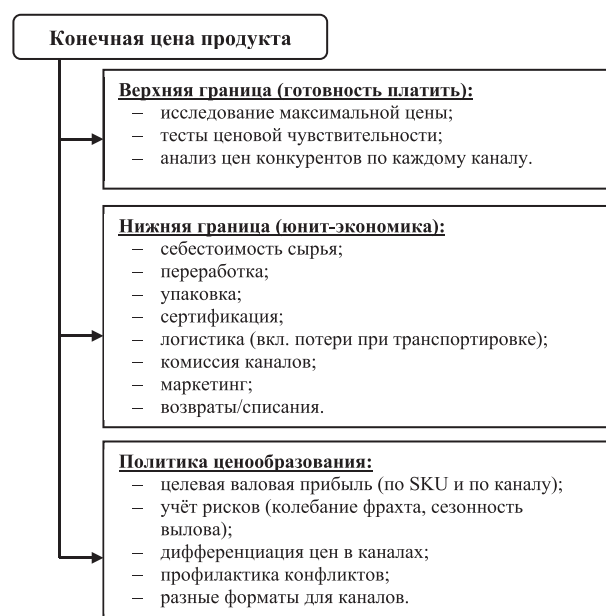


Рисунок 1. Двухконтурная схема ценообразования на рыбопродукцию премиальных сегментов

Figure 1. Two-circuit pricing scheme for premium fish products

допустимы при наличии обоснований в виде различий в сервисе, форматах и издержках. Чтобы предотвратить конфликты, необходимо установить рекомендованные розничные цены и/или ограничения на рекламируемые цены, в рамках требований применимого законодательства, и использовать эксклюзивные форматы для каждого канала.

КОММУНИКАЦИОННЫЕ СТРАТЕГИИ

Аудит рекламных коммуникаций 2020-2024 гг. показал, что продвижение рыбы уступает мясной категории примерно в пять раз. Ретейлеры акцентируют скидки, а не вкусовые качества и способы приготовления, отсутствует эмоциональное вознаграждение за готовку, привычное для рекламы мяса. В результате, часть потенциального спроса остаётся «неактивированной», несмотря на то, что 63% потребителей выражают готовность есть рыбу чаще [3]. Следовательно, премиальный сегмент нуждается в смене фокуса коммуникаций: от дисконт-нарратива – к доказательствам качества, рецептам, визуализации текстуры и простоты приготовления.

В премиум-сегменте промо-политика не должна подрывать имидж и ценность бренда. Вместо существенных скидок целесообразнее предлагать дополнительные бонусы:

- наборы с сопутствующими товарами;
- эксклюзивные серии, подарочные наборы;
- персональные рецепты и гарантии, в рамках применимого законодательства и политики возвратов (например, замена при несоблюдении температурных условий). Если всё же требуется стимулировать продажи новой позиции, скидки должны быть временными и обоснованными (запуск новой продукции, сезонный вылов), а не становиться постоянной практикой.

Устойчивость ценовой премии тесно связана с соблюдением операционной дисциплины. Для достижения стабильной премиальной цены важно стандартизировать спецификации продукции, осуществлять контроль «холодовой цепи», минимизировать колебания органолептических показателей и отслеживать точность и полноту поставки товаров компанией своим клиентам (On-Time In Full, OTIF) на заданном уровне. Снижение потерь от списаний, возвратов и температурных нарушений повышает реальную маржу без необходимости корректировки цен, а стабильность качества снижает чувствительность цены к колебаниям спроса.

Эффективное управление неликвидом и товарами с низким спросом подразумевает прогнозирование спроса по каждому каналу сбыта. Необходимо организовать короткие производ-

ственные серии для рискованных SKU, а также заранее разработать концепцию «второй жизни» для сырья и готовой продукции (переработка в улучшенные продукты, выпуск ограниченных серий, использование каналов распродаж, которые не будут конкурировать с премиальными позициями). Такой подход позволяет сохранить ценовую целостность бренда, предотвращая снижение цен на премиальные товары до уровня дисконтного сегмента.

Важно, чтобы решения по составу ассортимента и ценовой политике подвергались регулярной проверке. Ежемесячно необходимо анализировать доходность по каждому SKU и каналу, а также – оценивать эластичность спроса на цены, долю премиальных продаж в общей выручке и оборачиваемость запасов. Квартально рекомендуется проводить ревизию ассортимента. Включать SKU, показавшие склонность к повторным покупкам, и исключать SKU с систематически низкой прибылью или высоким уровнем операционных проблем. Итеративный подход обеспечивает поддержание портфеля в компактном, понятном для рынка и экономически устойчивом виде, а цены при этом формируются на основе обоснованных данных и защищены от снижения.

Доверие и конверсию в премиальном сегменте создают доказательства, прозрачность и релевантный опыт. Необходимо доказать происхождение и качество продукта. Премиум-продукт камчатского происхождения будет продаваться, если его можно проверить. С помощью QR-кода на упаковке покупатель должен мгновенно получить доступ к цифровому паспорту партии, содержащему информацию о дате и месте вылова, судне, методах обработки, температурном режиме и документах безопасности. Этот «один клик до информации» устраняет главный фактор, препятствующий премиальным ценам – недоверие. Необходимо укрепить этот эффект независимыми подтверждениями – сертификатами цепочки поставок и пищевой безопасности, а также – лабораторными отчётами о микробиологии и питательной ценности, которые можно найти прямо в карточке товара.

Визуализация технологических процессов – от коротких видео с момента шоковой заморозки до упаковки в «skin-pack» и разгрузки в центре распределения, превращает невидимую «технологическую дисциплину» в наглядные индикаторы качества. Макросъёмка, демонстрирующая текстуру и размер товаров, оказывается более убедительной, чем общие пейзажи природы. Покупателю, прежде всего, важно то, что он увидит на своей тарелке. Вместо общих фраз о «премиум-качестве» необходимо создать чёткое ценностное сообще-

ние. Например, можно уточнить: «дикий вылов, шоковая заморозка на борту, отсутствие фосфатов, стабильный размер, лабораторно подтверждённое содержание омега-3». Такая структура помогает покупателю быстро понять преимущества и снижает вероятность необходимости в скидках.

При привлечении внимания важна история продукта, его редкость и уникальность. В середине продвижения – его описание, акцент делается на доказательствах качества и удобных рецептах приготовления. В конце располагаются гарантии, условия доставки, время ожидания и понятная информация о возврате. В интернет-продажах конверсию часто снижает страх перед приготовлением и возможностью получения испорченного товара. Поэтому карточка товара должна решать эти проблемы: включать время приготовления продукта, рецепты блюд, отображать гарантии качества, предсказуемость обслуживания (Service Level Agreement, SLA) и температурные индикаторы на изображениях [14].

В офлайн-формате необходимы дегустации, квалифицированные консультанты, готовые ответить на ваши вопросы, и информационные материалы, размещённые на полках. Коммуникация ведётся в экспертном, спокойном тоне, без преувеличений и шаблонных фраз, опираясь на проверяемые атрибуты.

Необходимо адаптировать содержание контента под особенности рынка и культуру целевой аудитории. Можно представить одни и те же факты в контексте привычных блюд и общепринятых норм. В регионах, где популярны быстрые рецепты, внимание акцентируется на полуфабрикатах и видеоинструкциях. Там, где ценится качественное сырьё и минимализм, демонстрируется мастерство разделки и чёткие технические характеристики. Нельзя забывать о юридических и пищевых требованиях (аллергены, маркировка), которые также являются частью коммуникации. Точность формулировок не менее важна, чем увлекательные истории, что также повышает доверие к бренду.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Эмпирические данные 2023-2024 гг. демонстрируют высокий охват потребления и неиспользованный потенциал роста, за счёт устранения информационных барьеров и повышения качества коммуникаций. Благодаря сквозной трассируемости и развёрнутой маркировке, качество продукции становится проверяемым в режиме реального времени (QR паспорт партии, информация о месте и дате вылова/заморозки, технология обработки и т.д.), что уменьшает информационную асимметрию между производителем и потре-

бителем, снижает издержки выбора и воспринимаемую заменимость продукта.

В итоге снижается ценовая эластичность спроса и увеличивается конверсия продаж без применения скидок. Одновременно диверсификация портфеля по каналам и географическим рынкам перераспределяет доходы между слабо коррелирующими потоками, что приводит к снижению индекса концентрации выручки (НИИ) и волатильности продаж. Данные согласуются с этой тенденцией: 24% потребителей готовы повысить объёмы покупок при улучшенной маркировке, 13% – ожидают рецепты, а рост популярности «магазинов у дома» при низкой доле онлайн продаж указывает, что сочетание проверяемых сигналов качества и управляемой диверсификации каналов сбыта одновременно поддерживает формирование ценовой премии и стабилизацию денежного потока.

В 2025 г. качество камчатских рыбопродуктов премиум-сегмента оценивается как высокое, благодаря природным преимуществам (дикий вылов, свежее, натуральное сырьё), но с рисками, связанными с паразитологией и логистикой.

Практические рекомендации по внедрению стратегии:

1. Начать с аудита трассируемости. Провести анализ цепочки поставок для интеграции QR-паспортов и цифровых сертификатов, что позволит снизить информационную асимметрию и повысить доверие потребителей в B2C-сегменте.
2. Оптимизировать ассортимент и каналы. Внедрить модель «хорошо-лучше-идеально» для SKU, рассчитав НИИ по каналам, и диверсифицировать продажи (например, 30% – в онлайн, 40% – в специализированную розницу), чтобы минимизировать риски волатильности.
3. Регулярно осуществлять мониторинг коммуникаций и цены. Ежемесячно анализировать OTIF и юнит-экономику, сдвигая фокус коммуникаций на визуализацию качества (видео, рецепты), с целью поддержания премиальной цены без скидок, что обеспечит стабильный спрос и рост прибыли.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Фризоргер О.К., Мирославская М.В. Маркетинговые мероприятия по продвижению организации на рынке (на примере рыбной отрасли) // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/marketingovye-meropriyatiya-po-prodvizheniyu-organizatsii-na-rynke-na-primere-rybnoy-otrasli> (дата обращения: 22.10.2025).
2. Камчатский край: рыбная промышленность. Отраслевой обзор // URL: <https://investkamchatka.ru/magazine/kamchatskiy-kрай-rybnaya-promyshlennost/> (дата обращения: 22.10.2025).

3. Маркетинг рыбной продукции: эксперты о «стыдных» инсайтах и ключевых вызовах // URL: <https://www.cossa.ru/sbermarketing/339025/> (дата обращения: 22.10.2025).
4. Юнит-экономика: как бизнесу понять, сколько приносит один клиент // URL: https://www.reg.ru/blog/chto-takoe-yunit-ehkonomika/?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (дата обращения: 21.10.2025).
5. В Южной Корее планируется создание морозильного комплекса для российских морепродуктов // Портал Fishnet.ru URL: <https://www.fishnet.ru/news/company/v-yuzhnoy-koree-planiruyetsya-sozдание-morozilnogo-kompleksa-dlya-rossiyskih-moreproduktov/> (дата обращения: 21.10.2025).
6. Авдашева С.Б., Розанова Н.М. Теория организации отраслевых рынков. Учебник – М.: Издательство Магистр. 1998. 117 с.
7. Ярош О.Б. Информационная асимметрия: теоретические воззрения и модели возникновения // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-asimetriya-teoreticheskie-vozzreniya-i-modeli-vozniknoveniya> (дата обращения: 22.10.2025).
8. Тимебулатова К.Ю. Реклама в социальной сети как сигнал качества // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reklama-v-sotsialnoy-seti-kak-signal-kachestva> (дата обращения: 22.10.2025).
9. Herfindahl-Hirschman Index (HHI) // CFI URL: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/valuation/herfindahl-hirschman-index-hhi/> (дата обращения: 22.10.2025).
10. Как сделать рыбу «премиальной»: мастер-класс по продвижению от экспертов // Рыболовство и рыбоводство URL: https://www.magazine.fish/publikatsii/promyslovoe-rybolovstvo/kak_sdelat_rybu_premialnoy_master_klass_po_prodvizheniyu_ot_ekspertov/ (дата обращения: 22.10.2025).
11. SKU (единица складского учета) / Словарь маркетолога Unisender // URL: <https://www.unisender.com/ru/glossary/chto-takoe-sku/> (дата обращения: 21.10.2025).
12. ДикоЕд // URL: https://dikoed.ru/catalog/p/14980-kizhuch_shtuchnoy_zamorozki_potroshenoy_bez_golovy/ (дата обращения: 22.10.2025).
13. Казанцева М.С., Завилейская Е.С. Интеграция B2B бренда премиум сегмента в профильное мероприятие как эффективный инструмент стратегии продвижения // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-b2b-brenda-premium-segmenta-v-profilnoe-meropriyatie-kak-effektivnyy-instrument-strategii-prodvizheniya> (дата обращения: 22.10.2025).
14. Что это такое SLA, как его правильно контролировать и автоматизировать: полная практика для бизнеса // HubEx. Комплексная автоматизация сервиса URL: <https://hubex.ru/blog/tpost/czn1522v01-chto-eto-takoe-sla-kak-ego-pravilno-kont#accept> (дата обращения: 21.10.2025).
- rynke-na-primere-rybnoy-otrasli (date of reference: 10/22/2025). (In Russ.)
2. Kamchatka Territory: fishing industry. Industry Overview // URL: <https://investkamchatka.ru/magazine/kamchatskiy-kray-rybnaya-promyshlennost/> (date of access: 10/22/2025). (In Russ.)
3. Marketing of fish products: experts on «shameful» insights and key challenges // URL: <https://www.cossa.ru/sbermarketing/339025/> (accessed: 10/22/2025). (In Russ.)
4. Unit-economics: how can a business figure out how much a single customer brings in // URL: https://www.reg.ru/blog/chto-takoe-yunit-ehkonomika/?utm_source=yandex.ru&utm_medium=organic&utm_campaign=yandex.ru&utm_referrer=yandex.ru (date of request: 10/21/2025). (In Russ.)
5. It is planned to create a freezer complex for Russian seafood in South Korea // Portal Fishnet.ru URL: <https://www.fishnet.ru/news/company/v-yuzhnoy-koree-planiruyetsya-sozдание-morozilnogo-kompleksa-dlya-rossiyskih-moreproduktov/> (date of access: 10/21/2025). (In Russ.)
6. Avdasheva S.B., Rozanova N.M. (1998). Theory of organization of industrial markets. Textbook – M.: Publishing house Magister. 117 p. (In Russ.)
7. Yarosh O.B. Information asymmetry: theoretical views and models of occurrence // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/informatsionnaya-asimetriya-teoreticheskie-vozzreniya-i-modeli-vozniknoveniya> (date of access: 10/22/2025). (In Russ.)
8. Timerbulatova K.Y. Advertising on a social network as a quality signal // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/reklama-v-sotsialnoy-seti-kak-signal-kachestva> (accessed: 10/22/2025). (In Russ.)
9. Herfindahl-Hirschman Index (HHI) // CFI URL: <https://corporatefinanceinstitute.com/resources/valuation/herfindahl-hirschman-index-hhi/> (date of access: 10/22/2025). (In Russ.)
10. How to make fish «premium»: a master class on promotion from experts // Fishing and fish farming URL: https://www.magazine.fish/publikatsii/promyslovoe-rybolovstvo/kak_sdelat_rybu_premialnoy_master_klass_po_prodvizheniyu_ot_ekspertov/ (accessed: 10/22/2025). (In Russ.)
11. SKU (warehouse accounting unit) / Unisender Marketing Dictionary // URL: <https://www.unisender.com/ru/glossary/chto-takoe-sku/> (date of access: 10/21/2025). (In Russ.)
12. Savage // URL: https://dikoed.ru/catalog/p/14980-kizhuch_shtuchnoy_zamorozki_potroshenoy_bez_golovy/ (date of access: 10/22/2025). (In Russ.)
13. Kazantseva M.S., Zavileiskaya E.S. Integration of the premium segment B2B brand into a profile event as an effective tool for promotion strategy // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/integratsiya-b2b-brenda-premium-segmenta-v-profilnoe-meropriyatie-kak-effektivnyy-instrument-strategii-prodvizheniya> (date of request: 10/22/2025). (In Russ.)
14. What is SLA, how to properly control and automate it: a complete business practice // HubEx. Comprehensive automation of the URL service: <https://hubex.ru/blog/tpost/czn1522v01-chto-eto-takoe-sla-kak-ego-pravilno-kont#accept> (date of request: 10/21/2025). (In Russ.)

REFERENCES AND SOURCES

1. Frizorger O.K., Miroslavskaya M.V. Marketing measures to promote an organization on the market (using the example of the fishing industry) // URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/marketingovymeropriyatiya-po-prodvizheniyu-organizatsii-na->

Материал поступил в редакцию/ Received 07.11.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 05.10.2025



Оценка стоимости биоресурсов 12-ти мильной прибрежной зоны Хабаровского края

Научная статья
УДК 639.22/23

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-40-50>
EDN: LFGYKO

Дуленина Полина Александровна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории морских биоресурсов, Хабаровский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ Хабаровский филиал «ВНИРО», «ХабаровскНИРО»), Хабаровск, Россия
E-mail: duleniina@khabarovsk.vniro.ru

Адрес: Россия, 680038, г. Хабаровск, Амурский б-р, 13А

Аннотация. В работе впервые проведена общая оценка промыслового запаса и стоимости водных биоресурсов прибрежной зоны Японского и Охотского морей в пределах Хабаровского края. В целом, разведанные запасы находятся на уровне более 2000 тыс. т, стоимость которых около 700 млрд руб. Наиболее ценные в стоимостном эквиваленте – сельдь, камбалы, крабы, креветки, водоросли и двустворчатые моллюски, совокупный вклад которых дал 89% общей стоимости оцененных промысловых запасов. Прибрежные ресурсы хронически недоиспользуются. Для роста их освоения необходима кооперация предприятий, совершенствование законодательства, создание специфических торговых сетей в России и налаживание поставок новых видов продукции за рубеж.

Ключевые слова: морские биоресурсы, запас, стоимость ресурсов, прибрежная зона, Хабаровский край

Для цитирования: Дуленина П.А. Оценка стоимости биоресурсов 12-ти мильной прибрежной зоны Хабаровского края // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 40-50.
<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-40-50>

ESTIMATION OF THE VALUE OF BIORESOURCES THE WITHIN 12-MILE MARINE COASTAL ZONE OF THE Khabarovsk KRAI

Polina A. Dulenina – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Laboratory of Marine Bioresources, Khabarovsk branch of All-Russian Sciences Research Institute of Fisheries and Oceanography (KhabarovskNIRO Federal State Budgetary Institution), Khabarovsk, Russia

Address: Russia, 680038, Khabarovsk, Amursky boulevard, 13A

Annotation. The article presents the first assessment of the commercial stock and value of aquatic bioresources in the coastal zone of the Sea of Japan and the Sea of Okhotsk within Khabarovsk Krai. Overall, proven reserves amount to over 2,000,000 tons, valued at approximately 700 billion rubles (up to \$ 9 billion). The most valuable resources in monetary terms are herring, flounder, crabs, shrimps, kelp, and bivalves, which together accounted for 89% of the total assessed commercial stocks value. Coastal resources are chronically underutilized. To increase their development, we need cooperation between enterprises, improved legislation, the creation of specialized retail networks in Russia, and export of new products.

Keywords: marine bioresources, stock, resource value, coastal zone, Khabarovsk Krai

For citation: Dulenina P.A. (2025). Estimation of the value of bioresources the within 12-mile marine coastal zone of the Khabarovsk Krai // Fisheries. No. 6. Pp. 40-50. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-40-50>

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

ВВЕДЕНИЕ

Объекты рыболовства прибрежной зоны морей являются важнейшими, традиционно используемыми ресурсами регионов, в том числе и Хабаровского края. Они играют значительную роль в обеспечении продовольственной безопасности страны и населения прибрежных районов. Сведения о запасах биоресурсов и их стоимостной оценке необходимы при принятии управленческих решений с целью их устойчивого использования.

В настоящее время оценки стоимости водных биоресурсов выполнены как в целом по Дальневосточному бассейну [1], так и для отдельных его морей: Берингова и Охотского [2; 3; 4]. Однако все они касались открытой части моря. Между тем, рыбопродуктивность прибрежной зоны моря выше, чем открытой его части [5]. В прибрежной зоне аналогичные работы выполнены лишь для Амурского залива Японского моря и Тауйской губы Охотского моря [6; 7], т.е. – для локальных акваторий. Весьма актуальной задачей представляется проведение такой работы для

больших протяженных регионов. Наилучшим образом для этого подходит Хабаровский край, общая протяженность морских побережий которого около 2,5 тыс. км. Его прибрежная зона простирается от Японского моря с теплоумеренным климатом до крайне суровых побережий Охотского моря, охватывая как собственно морские акватории, так и опресненные воды лимана р. Амур, как густонаселенные районы с развитой инфраструктурой, так и отдаленные труднодоступные местности. Эти обстоятельства делают побережья края идеальными модельными районами для сравнительной оценки стоимости ресурсов. Тем более, что общую оценку промысловых запасов водных биоресурсов и расчет их стоимости в пределах 12-ти мильной прибрежной зоны Хабаровского края никогда не проводили. Данная работа призвана восполнить этот пробел. Кроме того, отдельной задачей этого сообщения стоит необходимость показать потенциал и перспективы использования водных ресурсов в прибрежной зоне Хабаровского края.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Данные по величине промыслового запаса и допустимого вылова гидробионтов в пределах Хабаровского края (т.е. в Северо-Охотской рыбопромысловой подзоне западнее 147°00' в.д. и в подзоне Приморье севернее 47°20' с.ш.) приведены на основании официального прогноза на 2024 г. [8]. В качестве промысловых указаны только те объекты, для которых разрабатываются прогнозы общего допустимого улова (ОДУ), рекомендованного вылова (РВ) и прогнозируемого вылова (ПВ). В рамках объективной оценки потенциала ресурсной базы, кроме того, учтены перспективные для промысла виды рода саргассум. В их отношении в настоящее время не разрабатывается прогноз вылова, однако они образуют значительные запасы в регионе. Величина промыслового запаса каждого объекта в пределах 12-ти мильной зоны выделена из соответствующей прогнозной единицы запаса по подзонам, на основании результатов исследований «ХабаровскНИРО». Официальные данные по вылову водных объектов в Хабаровском крае предоставлены Амурским территориальным управлением Росрыболовства (далее – АТУ). Цены морских биоресурсов приведены на средне-минимальном по Хабаровскому краю уровне, в соответствии с ценами за килограмм свежей или мороженной неразделанной рыбной продукции в крупнейшей розничной сети Хабаровского края «Самбери» (Доступно через: <https://shop.samberi.com/catalog>, дата обращения 10.09.2024). Для определения цен по некоторым товарным позициям, отсутствовавшим в сети «Самбери», дополнительно использовались интернет-ресурсы, доступные через: <https://khabarovsk.dikoed.ru/>, <https://fooddv.ru/>, <https://685979.ru/magazin/product/454415909> (дата обращения 10.09.2024). Разработанный ранее методический подход предусматривает обновление расчетов стоимости биоресурсов не чаще, чем раз в 2-3 года [9].

Автор осознает, что прямой расчет стоимости запасов водных биоресурсов, выполненный по величине промыслового запаса с использованием розничных цен, имеет известные погрешности [10] и что для промышленности более актуальны оптовые цены. Однако на данном этапе автор исходил из необходимости оценки стоимости ресурсов, доступных конечному потребителю в регионе.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Охотское море, Северо-Охотоморская подзона (западнее 147°00' в.д.). В прибрежной зоне моря, среди 20 промысловых объектов наиболее многочисленны рыбы – их насчитыва-

ется 12 видов, включающих 5 видов лососевых. Кроме того, ресурсы слагаются 4 видами беспозвоночных, 1 видом водорослей и 3 видами морских млекопитающих. Промысловый запас всех биоресурсов определен в 1895 тыс. т, их стоимость оценивается более 245 млрд руб. В структуре запаса по биомассе доминируют рыбы, среди которых преобладают сельдь тихоокеанская, дальневосточные камбалы и тихоокеанские лососи – суммарно 92%. Они же формируют основу стоимости промыслового запаса – 144,5 млрд руб. (рис. 1). Второе место в структуре запаса занимают беспозвоночные. Их ресурсы довольно велики – 95 тыс. тонн. Основной объем биомассы запаса среди промысловых беспозвоночных здесь формирует углохвостая креветка. В то же время, в структуре стоимости традиционно преобладают крабы – 62,9 млрд руб.). Среди остальных объектов необходимо отметить довольно большой запас ламинарии – 45 тыс. т (табл. 1).

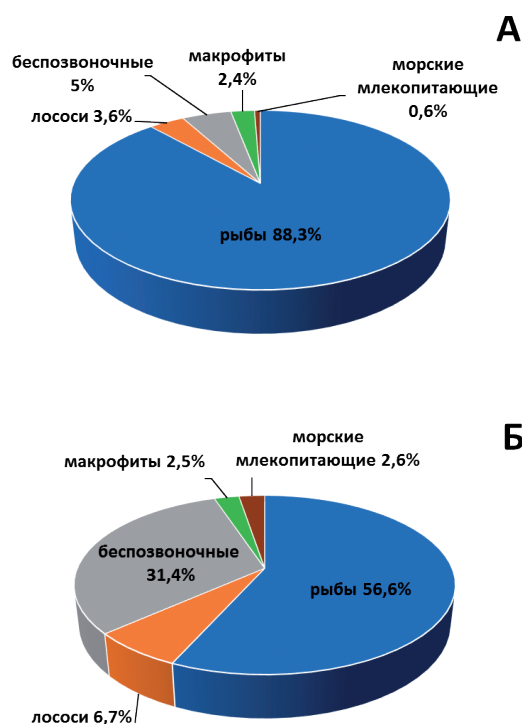


Рисунок 1. Структура промыслового запаса биоресурсов (А) и его стоимости (Б) в 12-ти мильной прибрежной зоне Северо-Охотоморской подзоны (в пределах Хабаровского края)

Figure 1. The structure of the commercial stock of bioresources (А) and its value (Б) in the 12-mile coastal zone of the North Okhotsk subzone (within the Khabarovsk Krai)

Таблица 1. Промысловый запас и стоимость водных биоресурсов в 12-ти мильной прибрежной зоне Северо-Охотоморской подзоны (в пределах Хабаровского края) / **Table 1.** Commercial stock and value of aquatic bioresources in the 12-mile coastal zone of the North Okhotsk subzone (within the Khabarovsk Krai)

Объект	Розничная цена, руб./кг	Промысловый запас, тыс. т	Стоимость запаса, млн. руб.
Сельдь тихоокеанская	55	1492,0	82060,0
Треска тихоокеанская	120	5,8	698,4
Камбалы дальневосточная	270	165,0	44550,0
Навага дальневосточная	80	6,6	528,0
Мойва тихоокеанская	230	0,9	207,0
Корюшка азиатская зубастая	450	2,2	990,0
Корюшка морская малоротая	240	0,5	115,2
Горбуша	200	42,4	8480,0
Кета	230	22,6	5198,0
Кижуч	697	1,0	662,2
Нерка	498	0,5	234,1
Гольцы	250	3,2	795,0
Все рыбы		1744,0	144518,0
Краб колючий	700	1,7	1190,0
Краб камчатский	2300	16,5	37950,0
Краб синий	1300	18,3	23790,0
Креветка углохвостая	650	58,4	37940,5
Все беспозвоночные		94,9	100870,5
Ламинарии	130	45,0	5850,0
Акиба, ларга, лахтак	530	11,5	6105,6
Итого		1895,0	245388,5

На 2024 г. в прибрежье Северо-Охотоморской подзоны в пределах Хабаровского края рекомендовалось к изъятию 78,2 тыс. т водных биоресурсов, стоимость которых оценена почти в 15 млрд рублей. При этом, по официальным данным АТУ, общий вылов составил лишь 25,5 тыс. т., т.е. всего 32,6% от возможного объема изъятия. Промысел традиционно направлен на такие объекты рыболовства как сельдь, лососи (кета, горбуша) и крабы. Стоимость фактически освоенных ресурсов оценивается в 5,4 млрд руб., что в 2,5 раза меньше стоимости установленного объема вылова (табл. 2). Объем добычи остальных рыбных объектов ежегодно составляет около 2 тыс. т, а беспозвоночных, водорослей и морских млекопитающих – в общей сложности чуть более 1 тыс. тонн.

По данным 2024 г., в Северо-Охотоморской подзоне наиболее значимыми, по общей стоимости, ресурсами являются сельдь тихоокеанская, камбалы, камчатский, синий и колючий крабы, углохвостая креветка, горбуша, кета, морские млекопитающие и ламинария (рис. 2). Помимо традиционных объектов рыболовства (крабы и лососи), экономически целесообразно в прибрежье вести добычу камбал, углохвостой креветки и морского зверя. Запасы биоресурсов весьма велики, при этом рекомендуемые объемы вылова, из-за общей слабой востребованности промышленностью, находятся на весьма низком уровне. В настоящее время рыбохозяйственная наука рекомендует к изъятию только 4% от общего объема промысловых запасов в подзоне. В то же время, в соответ-

Таблица 2. Объемы и стоимость рекомендованных к изъятию, и фактически освоенных биоресурсов в 12-ти мильной прибрежной зоне Северо-Охотоморской подзоны (в пределах Хабаровского края) / **Table 2.** The volumes and value of recommended for catch and actually caught bioresources in the 12-mile coastal zone of the North Okhotsk subzone (within the Khabarovsk Krai)

Объект	ОДУ/РВ/ПВ, тыс. т	Вылов, тыс.т	Освоение, %	Розничная цена, руб./кг	Стоимость ОДУ/РВ/ПВ, млн. руб.	Стоимость изъятых ресурсов, млн. руб.
Сельдь тихоокеанская	31,0	13,80	44,5	55	1705,0	758,9
Треска тихоокеанская	1,2	0,16	14,1	120	139,2	19,6
Камбалы дальневосточная	5,9	0,66	11,2	270	1593,0	178,5
Навага дальневосточная	2,5	0,27	11,0	80	197,7	21,7
Мойва тихоокеанская	0,3	0,01	4,7	230	64,2	3,0
Корюшка азиатская зубастая	0,7	0,21	31,6	450	301,5	95,4
Корюшка морская малоротая	0,1	0,01	8,6	240	25,2	2,2
Горбуша	20,0	3,79	18,9	200	4000,0	757,6
Кета	11,3	4,76	42,1	230	2599,0	1094,1
Кижуч	0,7	0,28	38,9	697	508,8	197,9
Нерка	0,4	0,09	22,8	498	205,7	46,8
Гольцы	1,5	0,30	19,7	250	375,0	74,0
Все рыбы	75,5	24,4	32,3		11714,2	3249,6
Краб колючий	0,08	0,06	78,8	700	56,0	44,1
Краб камчатский	0,89	0,83	93,1	2300	2047,0	1906,7
Краб синий	0,49	0,06	11,5	1300	642,2	74,1
Креветка углохвостая	0,3	0,05	14,8	650	214,5	31,8
Все беспозвоночные	1,8	1,0	55,6		2959,7	2056,8
Ламинарии	0,4	0,0	0,0	130	52,0	0,0
Акиба, ларга, лахтак	0,2	0,16	80,0	530	106,0	84,8
Итого	78,2	25,5	32,6		14831,9	5391,2

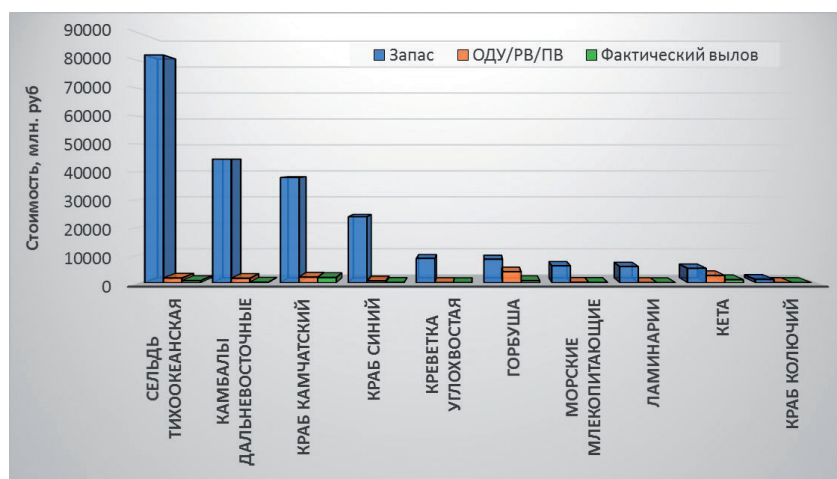


Рисунок 2. Виды водных биоресурсов, наиболее значимые по стоимости в прибрежной зоне Северо-Охотоморской подзоны, в пределах Хабаровского края в 2024 г.

Figure 1. Types of aquatic bioresources that are most significant in value in the coastal zone of the North Okhotsk Sea subzone, within the Khabarovsk Territory in 2024.

ствии с предосторожным подходом к управлению биоресурсами, даже для слабоизученных объектов возможно его увеличение до 10%, а для короткоцикловых и сильно флюктуирующих объектов биологически допустимая величина изъятия может составлять 31% [11]. Однако рыбная отрасль на сегодняшний момент не в состоянии освоить рекомендуемый объем, изымая ресурсы только на треть от возможного. По отношению к общему объему промысловых запасов прибрежной зоны эта величина вообще составляет немногим более 1%. Объемы вылова, как и величины освоения отдельных объектов, испытывают межгодовые колебания, зависящие от условий промысла (в том числе, гидрометеорологических), регуляторных ограничений, технического состояния добывающего флота и рыночной конъюнктуры. Однако общее положение дел и соотношение объемов добываемых объектов сохраняются как минимум на протяжении 1-2 десятилетий.

Японское море, подзона Приморье (севернее 47°20' с.ш.). Количество промысловых объектов в прибрежной зоне Японского моря в 1,5 раза больше, чем в прибрежье Охотского. Здесь отмечено уже 30 промысловых объектов, среди которых 14 видов рыб: 3 вида лососевых, 13 видов беспозвоночных и 3 вида макрофитов. Такая картина вполне закономерна. Она соответствует общебиологическому правилу увеличения видового богатства от высоких широт к низким [12]. Однако величина их суммарного промыслового запаса – 373 тыс. т в 5 раз меньше, чем у берегов Охотского моря. Это также вполне соответствует ранее выявленным для Дальневосточных морей закономерностям [13].

Тем не менее, их стоимость – 452 млрд руб., что в 1,9 раза выше стоимости прибрежных охотоморских ресурсов. Половину запаса в районе формируют макрофиты (203 тыс. т), такие как сахарина японская, виды рода саргассум и морские травы. Они же составляют основу стоимости промыслового запаса – 75% или округленно 340 млрд руб. (рис. 3). Второе место в структуре запаса и его стоимости занимают беспозвоночные (96 тыс. т стоимостью до 99 млрд руб.). Необходимо отметить, что в настоящее время, на фоне временного запрета промысла камчатского и синего крабов (Приказ Минсельхоза РФ № 10 от 11.01.2023 г.), ресурсы крабов, доступных для освоения, оцениваются в 1,9 тыс. т стоимостью 2087,8 млн рублей. Запас рыб (включая лососевых) сформирован в основном дальневосточными камбалами, тихоокеанской треской и горбушей и составляет 74 тыс. т стоимостью 15 млрд руб. (табл. 3).

На 2024 г. в подзоне Приморье в пределах Хабаровского края рекомендовалось к изъятию 26 тыс. т водных биоресурсов, стоимость которых оценивается в 21 млрд рублей. Видно, что рекомендованный объем освоения прибрежных ресурсов Японского моря в 3 раза меньше объемов, прогнозируемых для Охотского моря, а их стоимость оценивается почти в 1,5 раза выше, чем для охотоморских объектов. Диспропорции объемов и стоимости ресурсов двух морей объясняются разницей в структуре запасов: высокую стоимость япономорских ресурсов создают высокоценные беспозвоночные и большие запасы промысловых водорослей и морских трав, тогда как у охотоморских берегов преобладают, имеющие меньшую стоимость, рыбы. Официальный

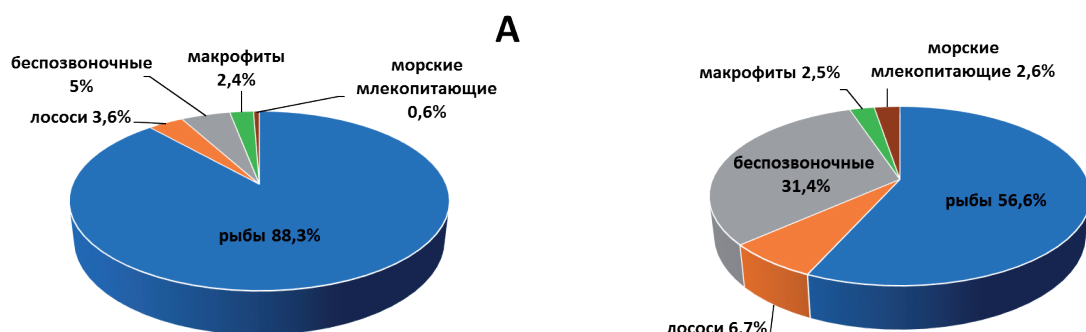


Рисунок 3. Структура промыслового запаса биоресурсов (А) и его стоимости (Б) в подзоне Приморье (в пределах Хабаровского края)

Figure 3. The structure of the commercial stock of bioresources (А) and its value (Б) in the Primorye subzone (within the Khabarovsk Territory)

Таблица 3. Промысловый запас и стоимость водных биоресурсов в 12-ти мильной прибрежной зоне подзоны Приморье (в пределах Хабаровского края) / **Table 3.** Commercial stock and value of aquatic bioresources in the 12-mile coastal zone of the Primorye subzone (within the Khabarovsk Krai)

Объект	Розничная цена, руб./кг	Промысловый запас, тыс. т	Стоимость запаса, млн. руб.
Сельдь тихоокеанская	55	7,7	423,5
Треска тихоокеанская	120	11,4	1368,0
Камбалы дальневосточная	270	34,0	9180,0
Навага дальневосточная	80	3,3	264,0
Мойва тихоокеанская	230	2,3	529,0
Красноперки-угаи	60	0,1	3,0
Корюшка азиатская зубастая	450	0,4	184,1
Корюшка морская малоротая	240	1,0	240,0
Терпуг южный одноперый	190	1,1	209,0
Кефаль-лобан	200	4,5	900,0
Горбуша	200	7,5	1496,0
Кета	230	0,5	120,3
Гольцы	250	0,1	29,5
Все рыбы		73,9	14946,3
Краб четырехугольный волосатый	1100	1,3	1375,0
Краб колючий	1100	0,6	712,8
Креветка углохвостая	650	9,8	6370,0
Креветка травяная	3540	0,0	102,7
Осьминоги	1450	0,1	203,0
Трубачи	1700	0,7	1190,0
Кукумария японская	1200	0,6	715,2
Мидии	900	7,1	6390,0
Корбикула	1100	72,0	79200,0
Прочие двустворчатые моллюски	670	2,1	1401,6
Асцидии	780	1,3	1033,5
Все беспозвоночные		95,7	98693,8
Сахарина японская	130	63	8190
Саргассум	3500	90	315000
Морские травы	312	50	15600
Всего макрофитов		203	338790
Итого		372,6	452430,1

Таблица 4. Объемы и стоимость рекомендованных к изъятию, и фактически освоенных биоресурсов в 12-ти мильной прибрежной зоне подзоны Приморье (в пределах Хабаровского края) / **Table 4.** The volumes and value of recommended for catch and actually catcted bioresources in the 12-mile coastal zone of the Primorye subzone (within the Khabarovsk Krai)

Объект	ОДУ/РВ/ПВ, тыс. т	Вылов, тыс.т	Освоение, %	Розничная цена, руб./кг	Стоимость ОДУ/РВ/ПВ, млн. руб.	Стоимость изъятых ресурсов, млн. руб.
Сельдь тихоокеанская	0,15	0,0	0,0	55	8,25	0,0
Треска тихоокеанская	1,5	0,01	0,8	120	180	1,5
Камбалы дальневосточная	2,0	0,0	0,0	270	540	0,0
Навага дальневосточная	1,0	0,0	0,2	80	80	0,2
Мойва тихоокеанская	0,7	0,02	2,3	230	163,99	3,7
Красноперки-угаи	0,01	0,0	0,0	60	0,78	0,0
Корюшка азиатская зубастая	0,23	0,0	0,0	450	103,5	0,0
Корюшка морская малоротая	0,1	0,02	15,3	240	24	3,7
Терпуг южный одноперый	5,0	0,0	0,0	190	950	0,0
Кефаль-лобан	0,5	0,0	0,0	200	90	0,0
Горбуша	6,2	5,3	86,3	200	1240	1069,6
Кета	0,20	0,01	6,5	230	46	3,0
Гольцы	0,03	0,0	0,6	250	7,5	0,0
Все рыбы	17,6	5,4	24,4		3434	1081,8
Краб четырехугольный волосатый	0,1	0,08	77,6	1100	110	85,4
Краб колючий	0,23	0,1	41,2	1100	255,2	105,1
Креветка углохвостая	0,1	0,0	0,0	650	65	0,0
Креветка травяная	0,0	0,0	0,0	3540	3,54	0,0
Осьминоги	0,04	0,0	0,0	1450	58	0,0
Трубачи	0,15	0,0	0,0	1700	258,4	0,0
Кукумария японская	0,06	0,04	73,3	1200	71,52	52,4
Мидии	0,3	0,0	0,0	900	255,6	0,0
Корбикула японская	0,05	0,0	0,0	1100	55	0,0
Прочие двустворчатые моллюски	0,2	0,0	0,0	670	134	0,0
Асцидии	0,01	0,0	0,0	780	7,8	0,0
Все беспозвоночные	1,2	0,22	16,7		1274,1	242,8
Сахарина японская	0,5	0,05	10,1	130	65	6,6
Саргассумы	4,5*	0,0	0,0	3500	15750	0,0
Морские травы	2,5	0,0	0,0	312	780	0,0
Всего макрофитов	7,5	0,05	0,7		16595	6,5
Итого	26,3	5,7	21,6		21303,1	1331,2

* - величина, возможная при условии обоснования прогноза рекомендованного вылова.

вылов у япономорских берегов составил всего около 6 тыс. т, т.е. 21,6% от установленного его объема. В стоимостном эквиваленте фактически освоенные ресурсы оцениваются в 1,3 млрд руб., что почти в 20 раз меньше стоимости прогнозируемого объема вылова. Как и в Охотском море, промысел направлен в основном на традиционные объекты – лососи и крабы, которые и формируют основу вылова. Вылов остальных видов водных ресурсов (водорослей, рыб прибрежного комплекса, и т.п.) ежегодно составляет не более 200-300 тонн.

Вопреки устоявшемуся мнению, в десятке лидеров по стоимости ресурсов, по данным 2024 г., наибольшую стоимостную ценность имеют недоиспользуемые объекты: водоросли, двусторчатые моллюски и камбалы (рис. 4). Их добычу вести выгоднее, чем, например, добычу крабов, учитывая введенный запрет на промысел наиболее ценных из них. В настоящее время рыбохозяйственная наука рекомендует к изъятию 8% от промыслового запаса прибрежных биоресурсов подзоны. При необходимости, также возможно биологически обоснованное его увеличение до 10-15%. Однако рыбной отраслью на сегодняшний момент изымается только шестая часть от возможного объема добычи или 1,5% промыслового запаса.

В целом в прибрежной зоне Хабаровского края стоимость всех промысловых биоресурсов составила более 690 млрд рублей. Основа ее сформирована за счет рыб (за исключением лососей), беспозвоночных и водорослей. Причем, если среди наиболее ценных в стоимостном эквиваленте в прибрежье Охотского моря выделяются рыбы (сельдь и камбалы), то в подзоне Приморье в пределах региона – водоросли. Наибольшую стоимость среди беспозвоночных в Охотском море формируют камчатский

и синий крабы, а также – углохвостая креветка, в Приморье в пределах края – двусторчатые моллюски.

Как легко видеть из представленных данных, большинство объектов, играющих основную роль в формировании стоимости ресурсов региона, хронически недоиспользуются. Так, в подзоне Приморье в пределах Хабаровского края отсутствует промысел зарывающихся двусторчатых моллюсков, крайне мало освоение водорослей. При этом возможности использования моллюсков довольно велики, поскольку они обладают большой пищевой и лекарственной ценностью, а также имеют хороший рынок сбыта в странах Юго-Восточной Азии и значительный потенциал для его развития в России. Помимо реализации в сыром виде, целесообразно изготовление из моллюсков лекарственных препаратов и биодобавок (Вирамид, Биполан и т.п.) [14]. В настоящее время их запас оценивается в 78 тыс. тонн. Объемы добычи могут составить не менее нескольких тысяч тонн.

Перспективна глубокая переработка водорослей и морских трав с получением продукции с высокой добавленной стоимостью (альгината, зостерин, удобрения, биодобавки и прочее). Возможно успешное освоение прибрежных видов рыб: камбал, терпугов, лобана, наваги, трески, как береговыми бригадами, так и малотоннажными судами. В Охотском море в пределах региона традиционно крайне высокие уловы камбал. Лов этих объектов целесообразен силами малых предприятий с использованием маломерного флота. Объем вылова может достигать десятков тысяч тонн. Перспективен промысел синего краба в прибрежье Северо-Охотоморской подзоны, промысловый потенциал которого достаточно велик [15]. Организация его

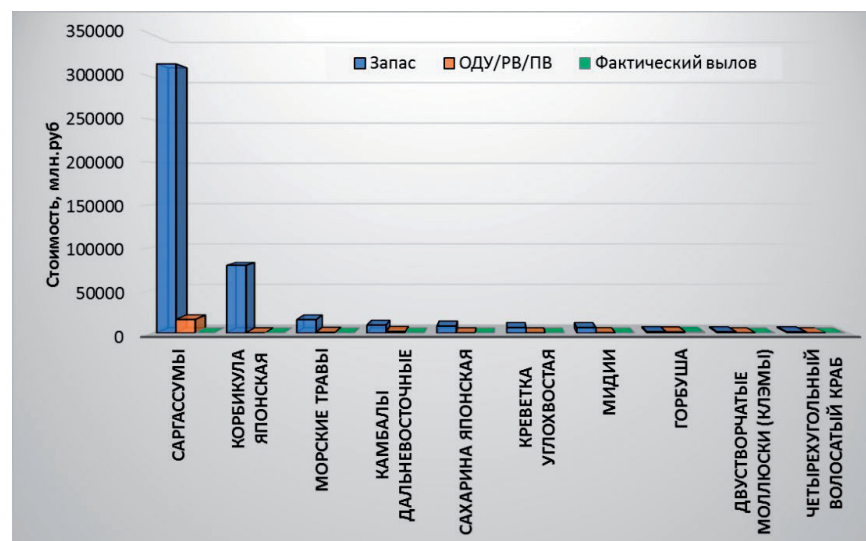


Рисунок 4. Виды водных биоресурсов, наиболее значимые по стоимости в прибрежной зоне подзоны Приморье, в пределах Хабаровского края в 2024 г.

Figure 4. Types of aquatic bioresources, the most significant in value in the coastal zone of the Primorye subzone, within the Khabarovsk Krai in 2024.

промысла на локальных участках с его высокими концентрациями могла бы способствовать развитию рыбной отрасли.

Потенциал развития рыбохозяйственного комплекса края велик, но при этом связан с рядом проблем, которые требуют решения при содействии профильных органов государственной власти. В первую очередь, это совершенствование нормативно-правовой базы. В законодательной базе необходимо предусмотреть пути государственного стимулирования заинтересованности прибрежных рыбодобывающих предприятий в освоении недоиспользуемых объектов, ведении многовидового промысла, а также – в развитии глубокой переработки рыбной продукции.

Еще одна из основных проблем, как нам видится, – это отсутствие мобильности прибрежной рыбной отрасли в условиях изменяющейся экономики. Пути решения здесь могут быть следующие:

- кооперация предприятий в рыбопромышленный кластер, который видится как «сеть предприятий различных форм собственности, объединенных в многосвязную структуру для осуществления единых целей и задач, направленных на удовлетворение потребностей населения» [16; 17] в тесном сотрудничестве с федеральной, региональной и местной властью;
- расширение рынков сбыта за счет наращивания поставок в западные регионы России. По сравнению с дальневосточными, рынки на западе страны испытывают значительный дефицит рыбных продуктов. Исходя из соотношения численности населения Дальнего Востока и западных регионов России (8 и 136 млн. человек, соответственно), емкость рынка западных регионов в 17 раз выше дальневосточной. Это означает принципиальную возможность наращивания добычи недоиспользуемых прибрежных биоресурсов не менее, чем на порядок;
- экспорт отдельных видов биоресурсов, таких как водоросли и двустворчатые моллюски, в страны юго-восточной Азии.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Расчет стоимости сырьевой базы в целом в прибрежной зоне Хабаровского края показал, что в 2024 г. суммарный (по всем видам водных биоресурсов) показатель составил почти 700 млрд руб. Основными объектами, сформировавшими данную стоимость, стали сельдь, камбалы, крабы, креветки, водоросли и двустворчатые моллюски, совокупный вклад которых дал 89% общей стоимости оцененных промысловых запасов.

В Северо-Охотоморской подзоне в пределах региона стоимость, рекомендованных к изъятию, ресурсов оценена в 15 млрд руб., фактически освоенных ресурсов – в 5,4 млрд рублей. В подзоне Приморье в пределах Хабаровского края стоимостная оценка прогнозируемого объема вылова составила 21 млрд руб., фактически освоенных ресурсов – 1,3 млрд рублей.

Промысел в регионе традиционно направлен на такие объекты рыболовства как сельдь, лососи и крабы. Рыбной отраслью в 12-ти мильной прибрежной зоне двух морей добывается только от пятой до третьей части рекомендованных к изъятию объемов. При этом многие промысловые объекты рыболовства, формирующие основу стоимости ресурсов региона, недоиспользуются.

Основными проблемами в развитии прибрежной рыбной отрасли, а значит и в обеспечении продовольственной безопасности страны, в настоящее время являются несовершенная нормативно-правовая база и отсутствие мобильности прибрежных предприятий в условиях изменяющейся экономики. Для их решения необходимо взаимодействие рыбодобывающих предприятий с органами власти всех уровней и рыбохозяйственной науки.

Таким образом, на примере Хабаровского края видно, что потенциал развития рыбохозяйственного комплекса прибрежных регионов велик. Окраинные моря достаточно продуктивны и при рациональном использовании водных биоресурсов способны обеспечить устойчивое функционирование прибрежного рыболовства и экономическую стабильность предприятий рыбной отрасли.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Борисов В.А. Стоимостная оценка водных биоресурсов // Рыбное хозяйство. 2005. № 2. С. 15-16.
2. Огородникова А.А. Биоэкономическая оценка промыслового запаса биоресурсов Охотского моря // Изв. ТИНРО. 2015. Т. 183. С. 97-111.
3. Лукьянова О.Н., Волвенко И.В., Огородникова А.А., Анферова Е.Н. Оценка стоимости биоресурсов и экосистемных услуг Охотского моря // Изв. ТИНРО. 2016. Т. 184. С. 85-92.
4. Датский А.В., Самойленко В.В. Сырьевая база водных биологических ресурсов в российских водах Берингова моря и ее стоимость // Вопросы рыболовства. 2021. Т. 22, № 1. С. 64-99.
5. Биологические ресурсы Тихого океана – М.: Наука, 1986. 45 с.
6. Огородникова А.А., Нигматулина Л.В. Стоимостная оценка биоресурсов Амурского залива // Изв. ТИНРО. 2002. Т.130. С.653-659.
7. Огородникова А.А. Стоимостная оценка биоресурсов Тауйской губы (Охотское море) // Даль-

- невест. регион. конф. «Геология, география и биологическое разнообразие северо-востока России», посвящ. памяти А.П. Васильковского и в честь его 95-летия. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 2006. С. 259-262.
8. Прогноз общего вылова гидробионтов на 2024 год. – Владивосток: ТИНРО-центр. 2023. 114 с.
 9. Макаров Э.В., Зайдинер Ю.И. Стоимостная оценка водных биоресурсов морских водных объектов России // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна: сб. тр. (1996-1997). – Ростов н/Д: АзНИИРХ. 1998. С. 421-435.
 10. Самойленко В.В. Рыбопромысловая рента и стоимость водных биологических ресурсов // Изв. ТИНРО. 2020. Т. 200. Вып. 1. С. 229-242.
 11. Бабаян В.К. Предосторожный подход к оценке общего допустимого улова (ОДУ). – М.: ВНИРО. 2000. 192 с.
 12. Кафанов А.И., Кудряшов В.А. Морская биогеография: учеб. пособ. – М.: Наука. 2000. 176 с.
 13. Шунтов В.П., Волвенко И.В. Сравнительный анализ обилия макрофауны пелагиали и бентали в дальневосточных морях и сопредельных водах тихоого океана // Вопросы рыболовства. 2016. Т. 17, №2. С. 133-147.
 14. Дворцевая В.Д., Битутская О.Е. Двустворчатые моллюски как источник ценных пищевых продуктов и биологически активных добавок // Сборник трудов по материалам Национальной научно-практической конференции. под общ. ред. Масюткина Е.П.; ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет». – Керчь. 2020. С. 221-227.
 15. Моисеев С.И., Харитонов А.В., Клинушкин С.В., Борилко О.Ю., Моисеева С.А. Оценка биологического состояния промысловых видов крабов в северо-западной части Охотского моря в 2024 г. // Труды ВНИРО. 2025. Т. 199. С. 187-193
 16. Прохорова В.В. Субрегиональные ресурсы и инструменты интенсивного развития территориальных экономических систем современной России. – М.: Издательство Московского университета. 2010. 224 с
 17. Храпов В.Е. Рыбопромышленный кластер как механизм повышения народнохозяйственной эффективности рыбной отрасли северного региона // Рыбное хозяйство. 2025. №1. С. 36-44. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-1-36-44>.
 - Russian waters of the Bering Sea and its cost // Questions of fisheries. Vol. 22, No. 1. Pp. 64-99. (In Russ.)
 5. Biological resources of the Pacific Ocean – М.: Nauka. 1986. 45 p. (In Russ.)
 6. Ogorodnikova A.A., Nigmatulina L.V. (2002). Cost estimation of bioresources of the Amur Bay // Izv. TINRO. Vol.130. Pp.653-659. (In Russ.)
 7. Ogorodnikova A.A. (2006). Cost estimation of biological resources of the Tauskaya Bay (Sea of Okhotsk) // Far East. region. Conference «Geology, geography and biological diversity of the North-East of Russia», dedicated to in memory of A.P. Vaskovsky and in honor of his 95th birthday. – Magadan: SVNTS FEB RAS. Pp. 259-262. (In Russ.)
 8. Forecast of the total catch of aquatic organisms for 2024. – Vladivostok: TINRO-center. 2023. 114 p. (In Russ.)
 9. Makarov E.V., Zaidiner Yu.I. (1998). Cost estimation of aquatic biological resources of marine water bodies of Russia // Basic problems of fisheries and protection of fishery reservoirs of the Azov-Black Sea basin: collection of tr. (1996-1997). – Rostov n/A: AzNIIRH. Pp. 421-435. (In Russ.)
 10. Samoylenko V.V. (2020). Fishing rent and the cost of aquatic biological resources // Izv. TINRO. Vol. 200. Issue 1. Pp. 229-242. (In Russ.)
 11. Babayan V.K. (2000). A precautionary approach to assessing the total allowable catch. – М.: VNIRO. 192 p. (In Russ.)
 12. Kafanov A.I., Kudryashov V.A. (2000). Marine biogeography: textbook. manual. – М.: Science. 176 p. (In Russ.)
 13. Shuntov V.P., Volvenko I.V. (2016). Comparative analysis of the abundance of pelagic and benthic macrofauna in the Far Eastern seas and adjacent waters of the Pacific Ocean. Vol. 17, No. 2. Pp. 133-147. (In Russ.)
 14. Dvortsevaya V.D., Bityutskaya O.E. (2020). Bivalve mollusks as a source of valuable food products and biologically active additives // Proceedings based on the materials of the National scientific and Practical Conference. under the general editorship . Masjutkina E.P.; Kerch State Marine Technological University. – Kerch. Pp. 221-227. (In Russ.)
 15. Moiseev S.I., Kharitonov A.V., Klinushkin S.V., Borilko O.Yu., Moiseeva S.A. (2025). Assessment of the biological state of commercial crab species in the northwestern part of the Sea of Okhotsk in 2024 // Proceedings of VNIRO. Vol. 199. Pp. 187-193. (In Russ., abstract in Eng.)
 16. Prokhorova V.V. (2010). Sub-regional resources and tools for the intensive development of territorial economic systems in modern Russia. Moscow: Moscow University Press. 224 p. (In Russ.)
 17. Khrapov V.E. (2025). Fishing cluster as a mechanism for increasing the national economic efficiency of the fishing industry in the northern region. No. 1. pp. 36-44. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-1-36-44>. (In Russ., abstract in Eng.)

REFERENCES AND SOURCES

1. Borisov V.A. (2005). Cost estimation of aquatic biological resources // Fisheries. No. 2. Pp. 15-16. (In Rus., abstract in Eng.)
 2. Ogorodnikova A.A. (2015). Bioeconomical assessment of the commercial reserve of biological resources of the Sea of Okhotsk // Izv. TINRO. Vol. 183. Pp. 97-111. (In Russ.)
 3. Lukyanova O.N., Volvenko I.V., Ogorodnikova A.A., Anferova E.N. (2016). Valuation of bioresources and ecosystem services of the Sea of Okhotsk // Izv. TINRO. Vol. 184. Pp. 85-92. (In Russ.)
 4. Danish A.V., Samoylenko V.V. (2021). The raw material base of aquatic biological resources in the
- Материал поступил в редакцию/ Received 14.10.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 05.11.2025



Яркие особенности нереста охотской сельди *Clupea pallasii* в 2025 году и их практические следствия

Научная статья
УДК 597.5

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-51-60>
EDN: LHMIZR

Дуленин Александр Алексеевич – доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник Хабаровского филиала ВНИРО, Хабаровск, Россия
E-mail: dulenin@khabarovsk.vniro.ru

Дуленина Полина Александровна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Хабаровского филиала ВНИРО, Хабаровск, Россия
E-mail: dulenina@khabarovsk.vniro.ru

Шершенков Сергей Юрьевич – главный специалист Магаданского филиала ВНИРО, Магадан, Россия
E-mail: shershenkovsu@magadan.vniro.ru

Адреса:

1. Хабаровский филиал ВНИРО – Россия, 680038, г. Хабаровск, Амурский бульвар, дом 13а
2. Магаданский филиал ВНИРО – Россия, 685000, г. Магадан, ул. Портовая, дом 36/10

Аннотация. Нерест охотской сельди *Clupea pallasii* в 2025 г. имел яркие особенности. Против обыкновения, он начался при низких температурах воды (≤ 2 °C). Однако развитие эмбрионов при неблагоприятных температурах (в среднем 3,04 °C) не привело к увеличению их элиминации (6,2%). Потенциальный нерестовый ареал сформировался по I – продуктивному типу, но был реализован по IV – малопродуктивному типу: 2/3 нерестилищ располагались на северо-востоке ареала. Однако учтенная площадь нерестилищ была близка к максимальной (50,37 км²), были

сформированы сверхнерестилища протяженностью до 52 км и площадью до 19,7 км². Плотности обикрения, вопреки ранее выявленным закономерностям, распределялись неравномерно: в среднем 1,83 млн икр./м² на юго-западе нерестового ареала популяции и 4,23 млн икр./м² на северо-востоке. Популяционная плодовитость (173 трлн икр.) была близка к максимальной, но биомасса нерестового запаса снизилась с 2,270 млн т в 2020 г. до 1,789 млн т в 2025 году. Вероятно, это обусловлено исчезновением ряда локальных нерестилищ, а также – поселений морской zostеры *Zostera marina* (одного из нерестовых субстратов) и общим снижением средних удельных биомасс растительных нерестовых субстратов в 1,6 раза. В ближайшее время следует придерживаться консервативных сценариев регулирования промысла охотской сельди. Для адекватного учета запаса, в условиях неоднозначного развития океанологических процессов на севере Охотского моря и их непосредственного влияния на формирование пополнения сельди, необходима замена устаревших плавсредств современными быстроходными и высокопроизводительными.

Ключевые слова: охотская популяция сельди, нерест, северо-западная часть Охотского моря

Для цитирования: Дуленин А.А., Дуленина П.А., Шершенков С.Ю. Яркие особенности нереста охотской сельди *Clupea pallasii* в 2025 году и их практические следствия // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 51-60. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-51-60>

STRIKING FEATURES OF OKHOTSK HERRING SPAWNING *CLUPEA PALLASII* IN 2025 AND THEIR PRACTICAL CONSEQUENCES

Alexander A. Dulenin – Doctor of Biological Sciences, Leading Researcher of Khabarovsk branch of VNIRO, Khabarovsk, Russia

Polina A. Dulenina – Senior Researcher of Khabarovsk branch of VNIRO, Khabarovsk, Russia

Sergey Y. Shershenkov – Chief Specialist of Magadan branch of VNIRO, Magadan, Russia

Addresses:

1. Khabarovsk branch of VNIRO – Russia, 680038, Khabarovsk, Amursky Boulevard, 13a

2. Magadan branch of VNIRO – Russia, 685000, Magadan, Portovaya St., 36/10

Annotation. The Okhotsk herring spawning season in 2025 had significant features. Unusually, it began at low temperatures ($\leq 2^{\circ}\text{C}$). However, embryo development at unfavorable temperatures (averaging 3.04°C) did not result in an increase of their elimination (6.2%). The potential spawning range developed according to productive type I, but was realized according to low-productivity type IV: 2/3 of the spawning grounds were located in the northeast of the range. However, the recorded area of spawning grounds was close to the maximum (50.37 km²), with spawning supersites extending up to 52 km and covering up to 19.7 km². Contrary to previously identified patterns, spawning densities were unevenly distributed: an average of 1.83 million eggs/m² in the southwest and 4.23 million eggs/m² in the northeast. Population fecundity (173 trillion eggs) was close to maximal, but spawning stock biomass fell from 2.270 million tons in 2020 to 1.789 million tons in 2025. This is likely due to the degradation of spawning grounds: the disappearance of local spawning sites, the disappearance of *Zostera marina* as a spawning substrate, and a 1.6-fold decrease in average specific vegetation substrate biomass. Therefore, conservative regulatory scenarios for the Okhotsk herring fishery must be adhered to in the near future. To adequately account for the stock, outdated vessels must be replaced with modern, high-speed, and highly productive ones. This is important, especially in the context of the ambiguous development of oceanographic processes in the north of the Sea of Okhotsk and their direct impact on the formation of herring replenishment.

Keywords: Okhotsk herring population, spawning, northwestern part of the Sea of Okhotsk

For citation: Dulenin A.A., Dulenina P.A., Shershenkov S.Y. (2025). Striking features of Okhotsk herring spawning *Clupea pallasii* in 2025 and their practical consequences // Fisheries. No. 6. Pp. 51-60. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-51-60>

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

ВВЕДЕНИЕ

Охотская сельдь (*Clupea pallasii* Cuvier et Valenciennes, 1847, Clupeidae, Clupeiformes) – один из важнейших промысловых объектов дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. За предыдущие 5 лет, с 2020 по 2024 гг., величина общего допустимого улова (ОДУ) охотской сельди существенно выросла – с 265 до 310 тыс. тонн. В текущем, 2025 г., ОДУ увеличен до 330 тыс. т, а на будущий, 2026 г., обоснован на уровне 384 тыс. тонн. Промышленностью он осваивается почти полностью, в среднем – на 98%. Значительный рост цен на сельдь (минимальная розничная цена на Дальнем Востоке выросла от 50 руб./кг в 2020 г. до 120 руб./кг в 2025 г.) вызвал рост интереса к промыслу сельди со стороны добывающих организаций. В связи с этим, ясно, что более точная оценка запаса сельди и направлений его изменения необходима как для обеспечения ресурсной базы промышленности, так и для адекватного регулирования промысла.

Для учета и прогнозирования запаса сельди используют данные, полученные во время ее нереста. Он проходит в северо-западной части Охотского моря – от Удской до Тауйской губы (основная часть нерестового ареала – от зал. Аян до Ейринейской губы) [1; 2], где сельдь откладывает икру преимущественно на подводную морскую растительность. Для оценки нерестового запаса популяции регулярно проводят НИР (научно-исследовательские работы), так называемые икорные съемки, во время которых учитывают общее количество отложенной икры в основной части нерестового ареала. Это позволяет, на основе ежегодно получаемых данных о средней плодовитости, индивидуальной массе и соотношении полов сельди, рассчитать численность и биомассу ее запаса [3; 4]. На основании этих расчетов и определяют ОДУ. Однако запас охотской сельди отличается значительными межгодовыми колебаниями [5], а методы его оценки имеют существенные недостатки и ограничения [6]. Поэтому, для адекватной оценки запаса сельди, необходим учет текущих особенностей каждого нереста. Следствия этих особенностей, существенные для оценки запаса и возможных его колебаний в ближайшем будущем, а также – для организации учетных работ, описаны нами в настоящем сообщении.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для оценки нерестового запаса охотской сельди в период с 29 мая по 25 июня 2025 г. была выполнена икорная съемка ее естественных нерестилищ вдоль основной части нерестового ареала в районе от Ейринейской губы до окрестностей залива Аян (рис. 1, слева). Общая про-

тяженность обследованного района – 880 км. Всего было выявлено и обследовано 18 локальных участков нереста. Во время съемки выполнено 434 водолазных станции, которые сопровождали погружениями телеуправляемых необитаемых подводных аппаратов (ТНПА), т.е. подводных роботов. Водолазную съемку выполняли по общепринятым стандартным методикам [3; 4]. Съемку с ТНПА проводили параллельно и одновременно с водолажными работами. Методы применения подводных роботов, при выполнении икорных съемок, были специально разработаны нами ранее [7]. В 2025 г. использовали микро-ТНПА Chasing M2 (рис. 1, справа), при помощи которого выполняли фотосъемку нерестилищ. Фото (рис. 2) автоматически в реальном времени передавались на смартфон оператора в мобильном приложении Chasing GO 1 вместе с данными телеметрии (глубина, температура воды, дата и время съемки, и т.д.). Обработку картографических данных вели в настольной геоинформационной системе GlobalMapper. Дополнительно использовали данные прежних икорных съемок 2008-2024 гг. и данные о суммарной площади нерестилищ, начиная с 1997 года.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В 2025 г. нерест охотской сельди имел ряд ярких особенностей, нетипичных для прошлых лет. Рассмотрим основные из них.

Температурные условия нереста. Принято считать [1; 2; 8], что массовый нерест сельди начинается при температуре воды 2-3 °С, а температуры ниже 5-8 °С неблагоприятны для развития эмбрионов. Между тем, в 2025 г. нерест начался при низких и сверхнизких температурах воды. Из 18 локальных участков нереста, на 13 участках (23% общего числа станций с обыкрением) он прошел при температуре ≤ 2 °С, а на 5 участках (где было расположено 3% станций с обыкрением) – при температуре ≤ 0 °С. Минимальная температура, при которой уже прошел нерест, составила -0,4 °С. Вообще, средние придонные температуры воды, во время икорной съемки 2025 г., были наименьшими в текущем веке: 3,04 °С (от -0,5 до 8,7), при среднемноголетнем значении за последнее десятилетие 6,9 °С (от 1,2 до 14,4). Однако столь низкие температуры не повлияли на среднюю выживаемость эмбрионов (во всяком случае, в период съемки): их уровень элиминации был весьма низок – 6,2% при среднем значении в 14,1% по прежним данным [9]. Это означает, что поскольку обследования нерестилищ выполняют в сжатые сроки, чтобы успеть до начала массового выклева личинок, начало НИР необходимо планировать не к прогреву воды



Рисунок 1. Район икорной съемки нерестилищ охотской сельди в 2025 г.: оранжевые кружки – участки с обикрением, белые – участки без обикрения (слева), спуск ТНПА во время съемки (справа)

Figure 1. The area of the caviar survey of the spawning grounds of Okhotsk herring in 2025: orange circles – areas with herring roe, white – areas without herring roe (left), the descent of the ROV during the survey (right)

до 2-3 °С, а ко времени освобождения нерестилищ ото льдов. Иначе мы рискуем опоздать с началом учетных работ, что грозит существенным недоучетом количества отнерестившейся сельди и занижением нерестового запаса.

Распределение участков нереста. Б.В. Тюнин [1] выделил 4 типа нерестового ареала охотской сельди: от I – самого продуктивного, когда основная часть ареала полностью свободна ото льда, до IV – малопродуктивного, когда льдом покрыты юго-западные нерестилища. Обычно, если нерестовый ареал свобод-

ден ото льда, то локальные нерестилища располагаются относительно равномерно вдоль всей основной его части. При этом широтное распределение икры на нерестилищах статистически равномерно [4]. В текущем веке, как правило, отмечали относительно равномерные подходы сельди к нерестилищам в пределах основной части нерестового ареала. Однако в 2025 г. мы наблюдали парадоксальную ситуацию. Несмотря на то, что ко времени нерестовых подходов вся основная часть нерестового ареала была свободна ото льда, и потенциальный нерестовый ареал формировался по I типу, фактически он реализовался по IV типу (табл. 1): площадь задействованных нерестилищ в юго-западной части района (11,36 км²) оказалась почти в 4 раза меньше, чем в северо-восточной (38,81 км²). Причины такого распределения нерестилищ для нас неясны. Само по себе такое их распределение всегда было типично для неблагоприятных условий нереста и приводило к формированию малочисленных поколений [1; 2; 3]. Участки к востоку от Ейринейской губы в последние четверть века обследовали редко. По техническим и организационным причинам там не были проведены учетные работы и в 2025 году. Между тем, из-за общего смещения участков нереста на северо-восток, весьма вероятно, что ряд нерестилищ был задействован и восточнее Ейринейской губы. Возможно вследствие этого мы недоучли существенную часть запаса. Очевидно, что впредь необходимо обследовать весь ее нерестовый ареал, а не только стандартную центральную его часть.

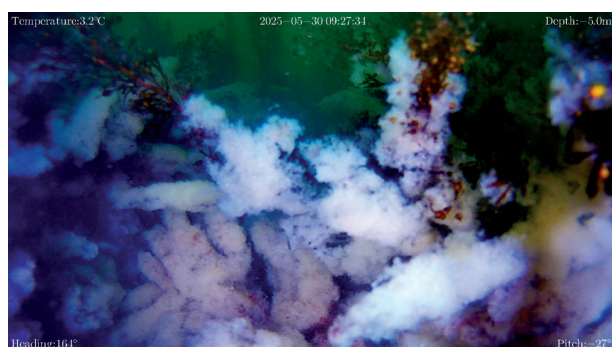


Рисунок 2. Снимок с ТНПА с изображением водорослей (здесь – *Stephanocystis crassipes*), на которых отложена икра сельди. Данные телеметрии показаны с помощью водяных знаков

Figure 2. An image from the ROV with an image of algae (here – *Stephanocystis crassipes*), on which herring roe is deposited. The telemetry data is shown using watermarks

Однако второй парадокс, который показала съемка 2025 г., состоит в том, что общая учетная площадь нерестилищ оказалась близка к рекордной, составив 50,37 км². За всю историю наблюдений большая учетная площадь (51,4 км²) была только в 2024 г. (рис. 3). Вообще площади нерестилищ сельди в текущем столетии статистически значимо растут ($\alpha=1,35\pm0,12$, $r_2=0,84$, $p<0,0001$). Характеристики линейной регрессии, показывающей их динамику, нужно истолковывать таким образом, что в среднем ежегодно происходил прирост нерестовых площадей на 1,35 км², выявленная зависимость объясняет имеющуюся закономерность на 84%, а вероятность ошибки ничтожно мала. Увеличение площади нерестилищ показывает, что в настоящее время для их наиболее полного учета (а значит и оценки нерестового запаса) необходимо обследование всех сколь-нибудь пригодных для нереста участков, помимо стандартного набора постоянных нерестилищ, как это делалось 2 последних десятилетия.

Плотность обикренима макрофитов и количество отложенной икры. Что касается плотности обикренима нерестовых субстратов, то картина 2025 г. также оказалась примечательной. Средняя плотность обикренима составила 3,43 млн икр./м² (без поправок на потери икры). Она оказалась в 3 раза выше, чем в 2022 и 2024 гг., когда плотности обикренима были аномально низкими (1,290 и 1,254 млн икр./м², соответственно). Иными словами, в текущем году мы наблюдали восстановление показателей плотности обикренима после провалов последних лет. В то же время, общая средняя плотность по ареалу была все-таки на 18% ниже среднеегоголетней, которая, по данным с 2008 по 2020 гг., составила 4,17 млн икр./м². Однако здесь следует принять во внимание характеристику распределения икры в пространстве. Так, в юго-западной части ареала не только площади

нерестилищ, но и плотности обикренима были минимальными: в Аяно-Майском районе они были сопоставимы с показателями двух предыдущих съемок, составив лишь 1,83 млн икр./м². В то же время на северо-востоке, в Охотском районе, они были в 2,3 раза выше, чем на юго-западе, и даже несколько выше среднеегоголетнего уровня – 4,23 млн икр./м². Таким образом, следует констатировать, что в той части нерестового ареала, где был сосредоточен нерест сельди в 2025 г., плотности обикренима полностью восстановились до среднеегоголетних значений.

Соответственно, аналогичную картину мы наблюдали и по количеству отложенной на макрофиты икры: в юго-западной части ареала учтено 25,46 трлн икринок., тогда как в северо-восточной – почти в 5 раз больше,

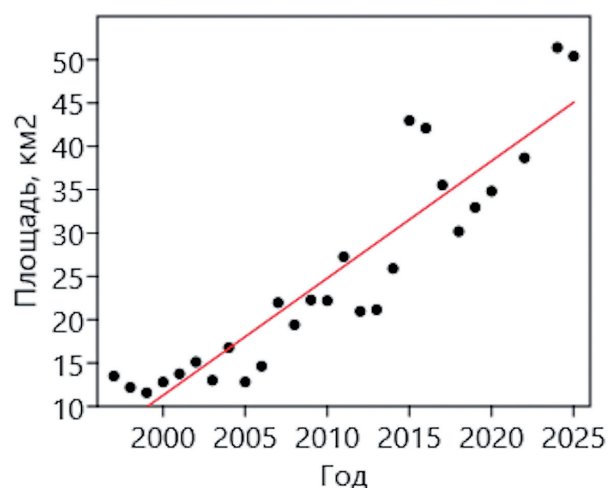


Рисунок 3. Многолетняя динамика суммарной площади нерестилищ охотской сельди

Figure 3. Long-term dynamics of the total spawning area of Okhotsk herring

Таблица 1. Учетные результаты нереста охотской сельди в 2025 году /
Table 1. Recorded results of spawning of Okhotsk herring in 2025

Количество нерестилищ	Плотность кладок средняя, млн икр./м ²	Площадь суммарная, км ²	Отложено икры, трлн икр.	Отнерестилось рыб, млрд	Отнерестилось рыб, млн т
Аяно-Майский район					
6	1,83	11,56	25,46	1,176	0,263
Охотский район					
12	4,23	38,81	118,70	5,130	1,228
Всего					
18	3,43	50,37	144,16	6,658	1,491
Итого с поправкой +20 % на потери икры			172,99	7,990	1,789

т.е. 118,7 трлн икринок. Суммарное количество отложенной в обеих частях ареала икры составило 144,16 трлн икр., а с учетом поправки в +20% (возможный недоучет нерестилищ, выбросы икры на берег, икра, отложенная на грунт, икра, взвесь в воде, икра на сорванных с субстрата слоевищах, икра, съеденная рыбами и беспозвоночными, икра, потерянная при отборе проб), популяционная плодовитость охотской сельди рассчитана на уровне около 173 трлн икринок. Такая популяционная плодовитость близка к максимальным значениям за всю историю наблюдений: выше эти показатели были только в 2020 г. (194,92 трлн икр.) и в 2022 г. (182,47 трлн икр.). Учитывая, что плотности обикрения и общее количество икры могут значительно отличаться в разных районах, очевидно, что, помимо обследования всего нерестового ареала, необходимо получение репрезентативных объемов данных по каждой его части, включая малообследованный северо-восток до Тауйской губы и п-ова Кони и юго-запад до Удской губы.

Характер нерестилищ. Существенную особенность распределения нерестилищ в предыдущие десятилетия составляло то, что они образовывали десятки локальных разорванных участков нереста. В текущем же году впервые отмечено формирование в центральной части нерестового ареала единого сверхнерестилища на участке от р. Кулюкли до м. Плоский (рис. 4). Его протяженность была 52 км, а площадь – 19,7 км². Иными словами, площадь одного нерестилища составила 39% от общей площади учтенных нерестилищ. До 2007 г. даже суммарная площадь всех нерестилищ была меньше этой величины. Сверхнерестилища меньшего масштаба сформировались также в районе от р. Мунгая до м. Ханянгда (с небольшими разрывами 42 км протяженности при общей площади 11,89 км²) и от Тунгусского рейда до р. Марекан (14 км протяженности при площади 6,33 км²).

В целом, общие характеристики нерестилищ существенно отличались от таковых в преж-

ние годы (табл. 2). Если общая протяженность участков нереста 2025 г. и ближайших лет была сопоставимой (144-153 км), а площадь была близкой к рекордной, то количество локальных изолированных участков нереста в 2025 г. сократилось, по сравнению с предыдущими годами, почти вдвое. Если в предыдущие 2 десятилетия наблюдалось 29-32 таких участка, то в 2025 г., за счет образования сверхнерестилищ, их количество уменьшилось до 18. При этом стоит учесть, что эти 18 участков расположены лишь вдоль 15 «стандартных» для прошлых лет нерестилищ. Соответственно, средняя площадь локального нерестового участка возросла более чем вдвое – от 1,2 км² в 2022 г. до 2,8 км² в 2025 году. Еще более показательны данные о максимальной площади локальных нерестовых участков: если с 2022 по 2024 гг. она была менее 5 км², то в 2025 г., впервые за историю наблюдений, достигла 19,7 км². Это означает, что в настоящее время нельзя ограничиваться обследованием стандартных многолетних участков нереста, как это было в прежние годы. В обязательном порядке необходимо выполнять разведочные погружения вдоль берега по обе стороны каждого локального нерестилища для выявления его реальных границ.

Динамика нерестового запаса. Биологические показатели сельди, полученные в 2025 г. во время береговых исследований «Хабаровск НИРО» в Охотском районе и использованные для расчета ее численности и биомассы нерестового запаса, были следующими: средняя индивидуальная масса 224 г при средней индивидуальной плодовитости 43,3 тыс. икринок. Эти показатели существенно ниже среднеемкоголетних за предыдущее десятилетие (265 г и 48 тыс. икр., соответственно). Снижение биологических показателей обусловлено омоложением нерестового запаса (средний возраст 7 лет, меньше чем за все предыдущее десятилетие) за счет созревания рыб сверхурожайного 2020 года рождения.

На основании приведенных показателей численность нерестового запаса, с учетом ого-

Таблица 2. Обобщенные характеристики нерестилищ охотской сельди в пределах основной части ее нерестового ареала в последние годы / **Table 2.** Generalized characteristics of the spawning grounds of the Okhotsk herring within the main part of its spawning range in recent years

Год	Распределение	Протяженность, Σ, км	Площадь, Σ, км ²	Локальных участков нереста, N	Площадь нерестилища средняя, км ²	Площадь нерестилища макс., км ²
2022	равномерное	149	38,7	32	1,2	4,7
2024	равномерное	153	52,4	29	1,8	4,4
2025	центр и северо-восток	144	50,37	18	2,8	19,7

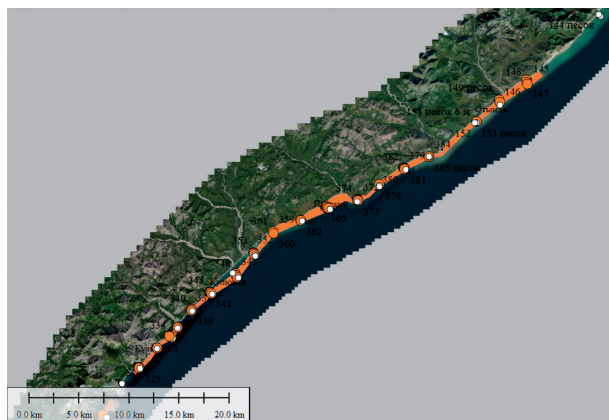


Рисунок 4. Сверхнерестилище охотской сельди протяженностью 52 км на участке от р. Кулюкли до м. Плоский

Figure 4. The spawning super-area of Okhotsk herring with a length of 52 km in the area from the Kulyukli River to the Cape Plosky

воренных выше поправок, рассчитана на уровне 7,99 млрд рыб, а биомасса – 1,789 млн тонн. Они существенно ниже рекордных показателей 2020 г. (9 млрд рыб, 2,270 млн т). Биомасса запаса снизилась на 21%. В целом, в последние годы наблюдается близкий к статистически значимому тренд ($\alpha = -130 \pm 59$, $r_2 = 0,71$, $p = 0,16$) на снижение запаса (рис. 5). Характеристики линейной регрессии этого тренда следует истолковывать таким образом, что за последние 6 лет, с 2020 по 2025 гг. включительно, наблюдалось снижение биомассы нерестового запаса в среднем на 130 тыс. т в год, при этом построенная линия регрессии объясняет выявленную зависимость в высокой степени (на 71%). Вероятность ошибки в оценке этой закономерности составляет 16% (рис. 5). Это достаточно большая величина, которая не позволяет сделать вывод о статистически значимом снижении запаса и пока не дает оснований для тревоги. Значительная величина ошибки может быть обусловлена малым объемом данных: зависимость построена по результатам всего четырех икорных съемок, поскольку в последние годы эти съемки выполнялись не ежегодно. Вероятно, тренд может переломиться в ближайшие годы. Однако на 2026 г. икорной съемки также не запланировано и реальных данных о состоянии запаса мы не получим. Поэтому текущее направление тренда стоит рассматривать как повод для выбора консервативных сценариев при расчете прогнозных показателей.

Состояние нерестовых субстратов. Следует попытаться найти объяснение выявленному тренду на снижение нерестового запаса. На ряде участков, где нерестилища распола-

гались в течение многих десятилетий (например, кутовая часть залива Алдома, северо-восточная часть залива Феодота, бухта Эгильская и др.), отмечено полное отсутствие пригодной для нереста растительности (рис. 6).

Макрофиты – нерестовые субстраты охотской сельди известны давно [10; 5]. Ниже (табл. 3) приведены данные о количественном обилии главных субстратов. Следует указать, что в 2022 г. после сильного шторма, уничтожившего значительную часть водорослевого покрова, было выявлено серьезное снижение обилия макрофитов вдоль побережья в целом. Несмотря на значительное восстановление растительного покрова к 2024 г., вплоть до настоящего времени отмечается существенное снижение показателей обилия макрофитов, по сравнению со среднееголетними значениями.

По величине проективного покрытия дна большинство субстратов в 2025 г. восстановило показатели: они приблизились к среднееголетним значениям (табл. 3). В то же время, покрытие дна одним из основных субстратов – алярией оставалось в 1,6 раза более низким, по сравнению со среднееголетними показателями, а поселения zostеры полностью исчезли. При этом средние значения удельных биомасс большинства субстратов, катастрофически упавшие в 2022 г., к 2025 г. так и не восстановились до среднееголетних значений. Например, удельные биомассы алярии оказались в 6 раз меньше, сахарины и ульвы – в 2 раза ниже, красных водорослей – в 3 раза ниже среднееголетних значений. То обстоя-

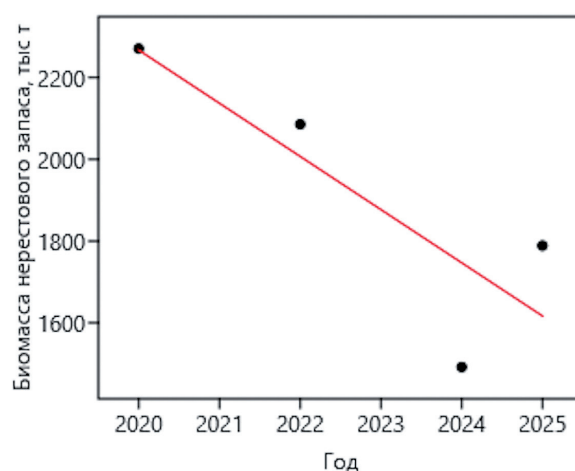


Рисунок 5. Динамика биомассы нерестового запаса охотской сельди

Figure 5. Dynamics of the spawning stock biomass of Okhotsk herring

Таблица 3. Средние значения проективного покрытия (%) и удельной биомассы (через черту, кг/м²) главных нерестовых субстратов охотской сельди в пределах основной части ее нерестового ареала / **Table 3.** Average values of the projective coverage (%) and specific biomass (across the line, kg/m²) of the main spawning substrates of the Okhotsk herring within the main part of its spawning range

Субстрат	Многолетние данные	2022 г.	2024 г.	2025 г.
<i>Alaria esculenta</i>	34/2,4	18/0,4	29/1	22/0,4
<i>Stephanocystis crassipes</i>	30/2,2	17/0,6	27/2,9	33/1,9
<i>Saccharina latissima</i>	31/2,5	14/0,2	30/1,4	29/1,1
<i>Pseudolessonia laminarioides</i>	24/1,9	19/0,4	19/1,7	27/2,9
<i>Rhodophyta</i>	32/1,4	31/0,3	31/1,2	34/0,4
<i>Ulva fenestrata</i>	10/0,2	0/0	15/0,3	н.д./0,1
<i>Zostera marina</i>	35/0,4	н.д./н.д.	20/1,1	0/0
Среднее	28/1,6	27/0,4	17/1,4	24/1,0

ятельство, что удельные биомассы стефаноцистиса были близки к среднемноголетним, а псевдолессонии – даже полуторакратно выше, не спасает общей ситуации – среднее значение удельной биомассы главных нерестовых субстратов в 2025 г. оказалось в 1,6 раза ниже среднемноголетнего значения.

Весьма вероятно, что исчезновение растительности на некоторых нерестилищах, исчезновение отдельных нерестовых площадей, нерестовых субстратов, как и общее снижение обилия растительности в настоящее время, выступают лимитирующими экологическими факторами, обуславливающими уменьшение биомассы нерестового запаса сельди в послед-

ние годы. Эти индикаторы указывают на необходимость консервативного подхода к управлению промыслом охотской сельди в настоящее время.

Изменения в экосистеме Охотского моря. Полученные нами результаты стоит оценить в контексте развернувшейся ранее дискуссии об изменениях в экосистеме Охотского моря в последние десятилетия.

Ю.И. Зуенко с соавторами [11] показали, что в конце первого-втором десятилетии 21 века произошли «однонаправленные (во всех районах, во всех слоях, во все сезоны) изменения термического режима в сторону потепления, в основном из-за изменений теплообмена с атмосферой, что проявляется в межгодовой динамике ледовитости, температуры воды и геострофических течений». Был сделан вывод, что описанные изменения «соответствуют концепции перестройки субполярных экосистем под влиянием потепления климата в направлении уменьшения продуктивности при увеличении эффективности их функционирования».

В ответ на вышеозначенную гипотезу В.П. Шунтов с соавторами [12] показали, что «с учетом количественных данных по основным компонентам пелагических и донных сообществ моря», для обозначенного периода (и ранее), экосистема и ее компоненты функционируют нормально и, несмотря на значительную промысловую нагрузку, «большинство единиц запаса промысловых видов» находятся в удовлетворительном состоянии.

А.А. Смирнов с соавторами [13] выявили, что, как минимум, в отношении охотской и гижигинско-камчатской популяций сельди урожайность поколений, которая закладывается на ранних этапах жизненного цикла (развитие

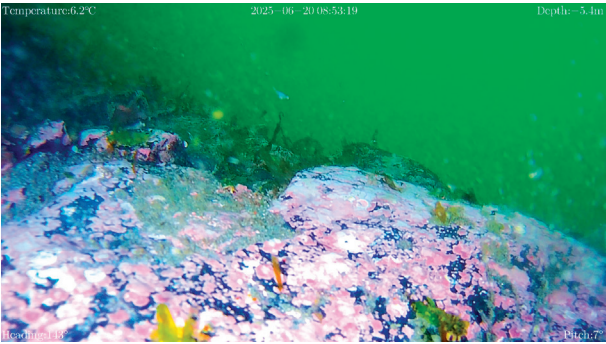


Рисунок 6. Лишенное нерестовых субстратов дно на участке близ р. Сахалинка, который был действующим нерестилищем сельди в предыдущие десятилетия / **Figure 6.** Bottom devoid of spawning substrates in the area near the Sakhalinka River, which was an active spawning ground for herring in previous decades

икры, выклев и выживаемость личинок и молоди в течение первых лет жизни), находившаяся в обратной зависимости от ледовитости в год рождения поколений, «при смене тренда ледовитости моря, выраженном в устойчивой ежегодной величине индекса ледовитости менее 70% после 2003 г.», перестала такую зависимость проявлять.

Выводы перечисленных авторов соответствуют наблюдаемой картине: несмотря на потепление и уменьшение ледовитости, нерестовый запас сельди, достигнув пика, несколько снизился, хотя остается на высоком уровне. При этом популяция сельди перешла к более эффективному использованию имеющихся ресурсов: она использует наибольшие площади нерестилищ и формирует популяционную плодовитость, близкую к рекордной, при одновременном снижении уровня элиминации икры. Очевидно, что процессы, описанные Ю.И. Зуенко с соавторами, продолжают работать, однако выводы В.П. Шунтова и его коллег, указывающие на более сложные отклики экосистемы на изменения абиотических условий, более взвешены. Целенаправленное изучение таких откликов от видов, составляющих основу промысла, важно не только теоретически, но и практически, поскольку влияет на оценку и прогноз состояния наших промысловых ресурсов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, нерест охотской сельди в 2025 г. продемонстрировал целый ряд парадоксов. Во-первых, массовый нерест на ряде участков зафиксирован при низких (≤ 2 °C) и даже отрицательных температурах воды, что противоречит общепринятым данным о температурах начала массового нереста. Во-вторых, средние придонные температуры воды во время икорной съемки составили 3,04 °C, что двукратно ниже среднееголетних значений. Такие температуры считаются неблагоприятными для развития эмбрионов сельди, но уровень их элиминации в период съемки был весьма низким – 6,2%.

Далее, потенциальный нерестовый ареал сельди сформировался по I – наиболее продуктивному типу, однако фактически был реализован по IV – малопродуктивному типу: участки нереста были распределены не равномерно, как обычно, а сдвинуты к северо-востоку (6 участков на юго-западе против 12 – на северо-востоке). При этом, несмотря на малопродуктивный тип ареала, общая учтенная площадь нерестилищ в 2025 г. была близка к максимальной (50,37 км²). Помимо этого, были обнаружены сверхнерестилища с наибольшей за весь период наблюдений протяженностью (до 52 км)

и площадью (до 19,7 км²). При этом общая плотность обикрения (3,43 млн икр./м²) составила 82% от среднееголетней. Вопреки ранее полученным результатам, показывавшим статистическую равномерность распределения плотности обикрения в пространстве в разные годы, в северо-восточной части ареала она оказалась значительно выше, чем в юго-западной (4,23 и 1,83 млн икр./м², соответственно), несколько превышая среднееголетний уровень. Количество отложенной икры также было распределено крайне неравномерно: 25,46 трлн икр. на юго-западе и 118,70 трлн икр. на северо-востоке. Суммарная популяционная плодовитость, рассчитанная с учетом потерь, составила 173 трлн икр., что близко к рекордным значениям за всю историю наблюдений. Однако при этом оцененная биомасса нерестового запаса сельди с 2020 по 2025 гг. упала с 2,270 до 1,789 млн т, т.е. более, чем на 21%. Одним из факторов, возможно обуславливающих такое снижение запаса, является деградация нерестовых площадей: исчезновение ряда локальных нерестилищ, исчезновение зоостеры морской, как нерестового субстрата, общее снижение средних значений удельных биомасс отдельных субстратов в 1,6 раза в 2025 г., по сравнению со среднееголетними показателями. Эти факты говорят о необходимости в ближайшее время придерживаться консервативных сценариев при регулировании промысла охотской сельди, что критически важно из-за неопределенности в откликах экосистемы Охотского моря и ее компонентов на изменения, связанные с глобальным потеплением климата.

Что касается организации НИР, следует понимать, что необходимые и достаточные для адекватных оценок и управления запасом охотской сельди данные, с учетом неоднозначной изменчивости ее основных нерестовых показателей, можно получить только при условии полных и подробных ежегодных обследований всего ее нерестового ареала. Это означает существенное увеличение трудозатрат на проведение икорных съемок, что невозможно при текущем уровне технического оснащения НИР. Икорные съемки необходимо проводить с борта современных быстроходных морских судов, вместо применявшихся до сего дня тихоходных устаревших и небезопасных плавсредств.

Авторы заявляют об отсутствии у них конфликта интересов. Вклад авторов: А.А. Дуленин – сбор и анализ материалов, компоновка статьи, П.А. Дуленина и С.Ю. Шершенков – сбор и анализ материалов, редактирование статьи.

The authors declare that they have no conflict of interest.
Contribution of the authors: **A.A. Dulenin** – collection and analysis of materials, layout of the article, **P.A. Dulenina** and **S.Y. Shershenkov** – collection and analysis of materials, editing of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Тюрнин Б.В. Нерестовый ареал охотской сельди // Известия ТИНРО. 1973. Т. 86. С. 12-21.
2. Фархутдинов Р.К. Динамика ледовитости и сроки нереста охотской сельди // Известия ТИНРО. 2007. Т. 150. С. 180-188.
3. Фархутдинов Р.К. Экология воспроизводства, динамика численности и состояние запасов охотской сельди: Дис. ... канд. биол. наук. Архив ХФТИНРО. – Хабаровск. 2005. 220 с.
4. Дуленин А.А., Диденко Д.С. Количественные закономерности распределения обикрения на естественных нерестилищах охотской сельди // Труды ВНИРО. 2021. № 4 (186). С. 1-16. [https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-№4\(186\)-1-16](https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-№4(186)-1-16)
5. Панфилов А.М., Смирнов А.А. Промысел, динамика запаса и основные биологические показатели нерестовой охотской сельди на современном этапе // Вопросы рыболовства. 2022. Т. 23, № 2. С. 108-121. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2022-23-2-108-121>
6. Дуленин А.А., Дуленина П.А., Свиридов В.В. Сравнение двух разных методов расчета популяционной плодовитости охотской сельди по результатам стандартной икорной съемки // Известия ТИНРО. 2023. Т. 203. вып. 1. С. 234-248. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2023-203-234-248>
7. Дуленин А.А., Свиридов В.В. Отработка инструментальных методов учёта площади нерестилищ сельди в Охотском море // Вопросы рыболовства. 2022. Т. 23. № 2. С. 216-231. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2022-23-2-216-231>
8. Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. – Петропавловск-Камчатский: Камчатский печатный двор. 2001. 330 с.
9. Пономарев С.Д. Развитие и выживаемость охотской сельди в период эмбриогенеза // Известия ТИНРО. 2012. Т. 171. С. 85-96.
10. Суховеева М.В. Видовой состав и распределение макрофитов в районах размножения сельди у северо-западного побережья Охотского моря // Известия ТИНРО. 1976. Т. 100. С. 144-149.
11. Зуенко Ю.И., Асеева Н.Л., Глебова С.Ю., Гостренко Л.М., Дубинина А.Ю., Дулепова Е.П., Золотов А.О., Лобода С.В., Лысенко А.В., Матвеев В.И., Муктепавел Л.С., Овсянников Е.Е., Фигуркин А.Л., Шатилина Т.А. Современные изменения в экосистеме Охотского моря (2008-2018 гг.) // Известия ТИНРО. 2019. Т. 197. С. 35-61.
12. Шунтов В.П., Иванов О.А., Горбатенко К.М. Что же произошло в экосистеме Охотского моря в 2008–2018 гг.? // Известия ТИНРО. 2019. Т. 197. С. 62-82.
13. Смирнов А.А., Шершенков С.Ю., Панфилов А.М. Сопряженность ледовитости и урожайности поколений тихоокеанской сельди северной части Охотского моря // Ученые записки Ереванского государственного университета. Геология и география. 2025. Т. 59(2). С. 565-573.

LITERATURE AND SOURCES

1. Tyurnin B.V. (1973). The spawning area of the Okhotsk herring // Izvestiya TINRO. Vol. 86. Pp. 12-21. (In Russ.)
2. Farkhutdinov R.K. (2007). Dynamics of ice cover and spawning time of Okhotsk herring // Izvestiya TINRO. Vol. 150. Pp. 180-188. (In Russ.)
3. Farkhutdinov R.K. (2005). Ecology of reproduction, dynamics of abundance and state of stocks of Okhotsk herring: Dis. ... kand. biol. sciences. Khabarovsk branch of TINRO Archive. – Khabarovsk. 220 p. (In Russ.)
4. Dulenin A. A., Didenko D. S. (2021). Quantitative regularities of roe distribution on natural spawning grounds of Okhotsk herring within the macrophyte belt // Proceedings of VNIRO. № 4 (186). Pp. 1-16. [https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-№4\(186\)-1-16](https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-№4(186)-1-16). (In Russ.)
5. Panfilov A.M., Smirnov A.A. (2022). Fishing, stock dynamics and basic biological indicators of spawning Okhotsk herring at the present stage // Questions of fisheries. Vol. 23, No. 2. Pp. 108-121. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2022-23-2-108-121>. (In Russ.)
6. Dulenin A.A., Dulenina P.A., Sviridov V.V. (2023). Comparison on two different methods for evaluation of population fertility for Okhotsk herring on the data of standard roe survey // Izvestiya TINRO. Vol. 203. issue 1. Pp. 234-248. <https://doi.org/10.26428/1606-9919-2023-203-234-248>. (In Russ.)
7. Dulenin A.A., Sviridov V.V. (2022). Development of instrumental methods for accounting the spawning grounds area of herring in the Sea of Okhotsk // Questions of fisheries. Vol. 23. No. 2. pp. 216-231. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2022-23-2-216-231>. (In Russ.)
8. Naumenko N.I. (2001). Biology and fishing of sea herrings of the Far East. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatsky Printing House. 330 p. (In Russ.)
9. Ponomarev S.D. (2012). Development and survival of the Okhotsk herring during embryogenesis // Izvestiya TINRO. Vol. 171. Pp. 85-96. (In Russ.)
10. Sukhoveeva M.V. (1976). Species composition and distribution of macrophytes in the spawning areas of herring off the northwestern coast of the Sea of Okhotsk // Izvestiya TINRO. Vol. 100. Pp. 144-149. (In Russ.)
11. Zuenko Yu.I., Aseeva N.L., Glebova S.Yu., Gostrenko L.M., Dubinina A.Yu., Dulepova E.P., Zolotov A.O., Loboda S.V., Lysenko A.V., Matveev V.I., Muktepavel L.S., Ovsyannikov E.E., Figurkin A.L., Shatilina T.A. (2019). Modern changes in the ecosystem of the Sea of Okhotsk (2008-2018) // Izvestiya TINRO. Vol. 197. Pp. 35-61. (In Russ.)
12. Shuntov V.P., Ivanov O.A., Gorbatenko K.M. (2019). What happened in the ecosystem of the Sea of Okhotsk in 2008-2018? // Izvestiya TINRO. Vol. 197. Pp. 62-82. (In Russ.)
13. Smirnov A.A., Shershenkov S.Yu., Panfilov A.M. (2025). The conjugacy of ice cover and crop yields of Pacific herring in the northern part of the Sea of Okhotsk // Scientific Notes of the Yerevan State University. Geology and geography. Vol. 59(2). Pp. 565-573. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию / Received 07.10.2025

Принят к публикации / Accepted for publication 25.10.2025



Биология и промысел стрелозубых палтусов *Atheresthes*

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-61-69>
EDN: LJJTTL

Научная статья
УДК 639.22/.23

Кузнецова Елена Николаевна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Москва, Россия
E-mail: kuz@vniro.ru

Согрина Анастасия Викторовна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Москва, Россия
E-mail: sogrina@vniro.ru

Мельникова Фелиция Александровна – младший специалист отдела морских рыб Дальнего Востока, Москва, Россия
E-mail: felicia@vniro.ru

ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»

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

Аннотация. Представлены данные по распределению, биологии и промыслу двух близкородственных видов – азиатского и американского стрелозубых палтусов. Оба вида характеризуются сходной экологией, однако американский стрелозубый палтус имеет более обширный ареал и большую экологическую пластичность к условиям среды. Представлены результаты сравнительного анализа биологии азиатского и американского стрелозубых палтусов в районе совместного обитания – Восточно-Камчатской зоне. Приведены огивы созревания для двух видов палтусов. Дано описание линейного и весового роста азиатского стрелозубого палтуса.

Ключевые слова: азиатский стрелозубый палтус, американский стрелозубый палтус ареал, вылов, стадия зрелости, рост

Для цитирования: Кузнецова Е.Н., Согреина А.В., Мельникова Ф.А. Биология и промысел стрелозубых палтусов *Atheresthes* // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 61-69.
<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-61-69>

BIOLOGY AND FISHERY OF ARROWTOOTH HALIBUT *ATHERESTHES*

Elena N. Kuznetsova – Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East, Moscow, Russia

Anastasia V. Sogrina – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Marine Fish Department of the Far East, Moscow, Russia

Felicia A. Melnikova – Junior Specialist of the Marine Fish Department of the Far East, Moscow, Russia

The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)

Address: Russia, 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19

Annotation. Data are presented on the distribution, biology and fishing of two sympatric sibling flatfishes – arrowtooth flounder (*Atheresthes stomias*) and Kamchatka flounder (*A. evermanni*). Both species are characterized by a similar ecology, but arrowtooth flounder halibut has a wider range and greater ecological plasticity to environmental conditions. The results of a comparative analysis of the biology of arrowtooth flounder and Kamchatka flounder in their shared habitat – the East Kamchatka zone – are presented. Maturation ogives for two species of halibut are given. The linear and weight growth of Kamchatka flounder is described.

Keywords: arrowtooth flounder, Kamchatka flounder, habitat, catch, maturity stage, growth

For citation: Kuznetsova E.N., Sogrina A.V., Melnikova F.A. (2025). Biology and Fishery of Arrowtooth Halibut *Atheresthes* // Fisheries. No. 6. Pp. 61-69. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-61-69>

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

Стрелозубые палтусы (род *Atheresthes*) – эндемики северной части Тихого океана, представленные двумя близкородственными видами: азиатским стрелозубым палтусом *Atheresthes evermanni* и американским стрелозубым палтусом *Atheresthes stomias*. Видовая обособленность стрелозубых палтусов подтверждена генетическими исследованиями, но генетическая дистанция между ними сравнительно мала, что свидетельствует о недавнем разделении видов в эволюционном прошлом [11].

Оба вида являются крупными донными хищниками и играют значимую роль в донных экосистемах северной Пацифики. Несмотря на внешнее сходство и экологию, они отличаются по ряду биологических характеристик, а также по ареалам. Азиатский стрелозубый палтус распространен в западной части Тихого океана – от Японского моря (побережье Хоккайдо и Хонсю) через Охотское море, вдоль побережья Курильских островов и Камчатки, до западной и центральной частей Берингова моря [2; 5]. Американский стрелозубый палтус

распространен вдоль тихоокеанского побережья Северной Америки – от Берингова моря через залив Аляска до Нижней Калифорнии, наиболее многочислен в заливе Аляска и восточной части Берингова моря [6]. Ареалы стрелозубых палтусов перекрываются на огромной акватории Берингова моря. В частности, оба вида встречаются у западных Алеутских островов и в центральной части Берингова моря и сопредельных районах. Изредка азиатский стрелозубый палтус встречается в восточной части Берингова моря, например, у островов Прибылова. Американский стрелозубый палтус с конца 1990-х годов регулярно отмечается в тихоокеанских водах северных Курильских островов и у юго-восточной Камчатки, где ранее не встречался [3]. Предполагается, что его появление в восточных районах связано с миграцией из района Алеутских островов в период сильного Эль-Ниньо 1997-1998 годов. В 2020 г. азиатский стрелозубый палтус впервые был отмечен в прибрежных водах Южной Кореи [7]. Также в последнее время стрелозубый палтус встречается в южной части Чукотского моря. Эти данные свидетельствуют об изменении границ ареала стрелозубых палтусов под влиянием климатических факторов.

В основных районах совместного обитания, например, на свале и в нижней части шельфа от мыса Наварин до пролива Унимак соотношение в уловах 2-х видов стрелозубых палтусов практически равное, однако имеется выраженная тенденция преобладания азиатского вида на северо-западе и американского – на северо-востоке Тихого океана [5]. В центральной и юго-восточной частях Берингова моря оба вида вылавливаются в значительных количествах. Восточно-Камчатская зона также является районом совместного обитания двух видов стрелозубых палтусов. По нашим данным, в 2019 г., при траловом промысле в Карагинской подзоне, соотношение половозрелых особей стрелозубых палтусов было 60:40 в пользу американского стрелозубого палтуса, в 2024 г. в Восточно-Камчатской зоне (Петропавловско-Командорская подзона) наблюдалось преобладание азиатского вида (64%).

Оба вида являются демерсальными, и населяют континентальный шельф и верхнюю часть континентального склона. Однако американский стрелозубый палтус, в целом, чаще встречается на меньших глубинах (50-450 м), чем азиатский, тяготея к водам шельфовой зоны и верхней части континентального склона, к глубинам менее 300 м [13]. Концентрации азиатского стрелозубого палтуса, в основном, наблюдаются на континентальном склоне, в диапазоне глубин 300-700 м [5]. На больших глу-



бинах (350-400 м) азиатский палтус доминирует над американским. Максимальные глубины обитания, зафиксированные для стрелозубых палтусов – 1200 м, но на таких глубинах, в основном, встречаются крупные особи азиатского палтуса. На мелководье (менее 50 м) оба вида редки. Соответственно, в местах совместного обитания американский палтус занимает более мелкие горизонты, чем азиатский. Температурные предпочтения у 2-х видов палтусов также различаются. Американский стрелозубый палтус переносит более широкий температурный диапазон – 2,1-4,6 °C [14]. Он многочислен, как в более холодной придонной воде, так и в умеренно-холодной. Азиатский стрелозубый палтус чаще встречается при более узком температурном диапазоне – 3,8-4,2 °C, избегая слишком холодных и слишком тёплых вод.

Таким образом, американский стрелозубый палтус экологически пластичнее по диапазону глубин и температур, что позволяет ему осваивать больший географический ареал. Азиатский стрелозубый палтус более специализирован к условиям среды.

В целом, жизненные циклы стрелозубых палтусов сходны. С наступлением зимы зрелые особи палтусов мигрируют на большие глубины континентального склона, где нерестятся при низких температурах. Икра палтусов пелагическая, по мере развития поднимается к по-

верхностным слоям, выклюнувшиеся личинки дрейфуют в толще воды, к лету претерпевают метаморфоз и опускаются на дно.

Рацион питания двух видов стрелозубых палтусов также близок. Они являются типичными батипелагическими хищниками. Однако, за счет большего числа жаберных тычинок, американский стрелозубый палтус потребляет больше зоопланктона, чем азиатский стрелозубый палтус, питающийся рыбой. Однако это разделение трофических ниш касается только рыб длиной до 39 см [12]. Основу питания взрослых особей составляют рыбы, креветки и головоногие моллюски. Оба вида являются типичными донными хищниками и занимают сходные экологические ниши в экосистемах.

Американский стрелозубый палтус имеет большее промысловое значение в США, и используется для производства «сурими». По данным NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), его запасы в современный период находятся на относительно высоком уровне, составляя в районах Алеутских островов 507 тыс. т, в заливе Аляска – 730 тыс. т, в районе Тихоокеанского побережья – 72 тыс. т (рис. 1).

Россия добывает стрелозубых палтусов только в качестве прилова. Это связано с низким качеством филе при традиционном использовании. В промысловой статистике стрелозубых палтусов не разделяют, они идут под названием «Палтус стрелозубый – виды рода *Atheresthes*».

В 70-е годы вылов стрелозубых палтусов в среднем составлял около 25 тыс. т [4]. Однако значительное изъятие половозрелых особей, а также высокий прилов молоди палтусов, при промысле целевых видов, существенно сокра-

тили запасы. Наибольшие запасы стрелозубых палтусов сосредоточены в Западно-Берингово-морской зоне, здесь добываются оба вида. Вылов в этом районе последние годы колеблется от 30 до 700 т, составляя в среднем 260 тонн. В Северо-Курильской и Южно-Курильской зонах добывают азиатского стрелозубого палтуса, где его среднегодовой вылов составляет 42 т и 123 т, соответственно (рис. 2). Промысел стрелозубого палтуса в других районах незначителен. В Охотском море добывают от 3 до 160 т стрелозубого палтуса в год, среднегодовой вылов за 10 лет составил 56 тонн.

В основном районе промысла стрелозубых палтусов – Западно-Берингово-морской зоне, биомасса стрелозубых палтусов в 2010-2021 гг. в среднем составила 68 тыс. т [1].

В весенний период 2019 г. сотрудники ФГБНУ «ВНИРО» в качестве наблюдателей проводили исследования донных видов рыб на промысловом судне РТМ П-0697 «Камлайн», принадлежащем предприятию ООО «Росрыбфлот». Работы проводились в 3-х промысловых зонах (Западно-Берингово-морской, Восточно-Камчатской, Северо-Курильской). Целевым видом промысла был северный одноперый терпуг, другие виды донных рыб ловились в качестве прилова. Стрелозубый палтус присутствовал в уловах единично и был представлен в основном азиатским видом. Однако в координатах 55°58'-5°51' с.ш. и 163°09'-163°16' в.д. в Карагинской подзоне (зона Восточно-Камчатская), на горизонтах лова в 380-450 м было отмечено массовое попадание в трал одновременно 2-х видов стрелозубого палтуса (22 экз. азиатского и 34 экз. американского).

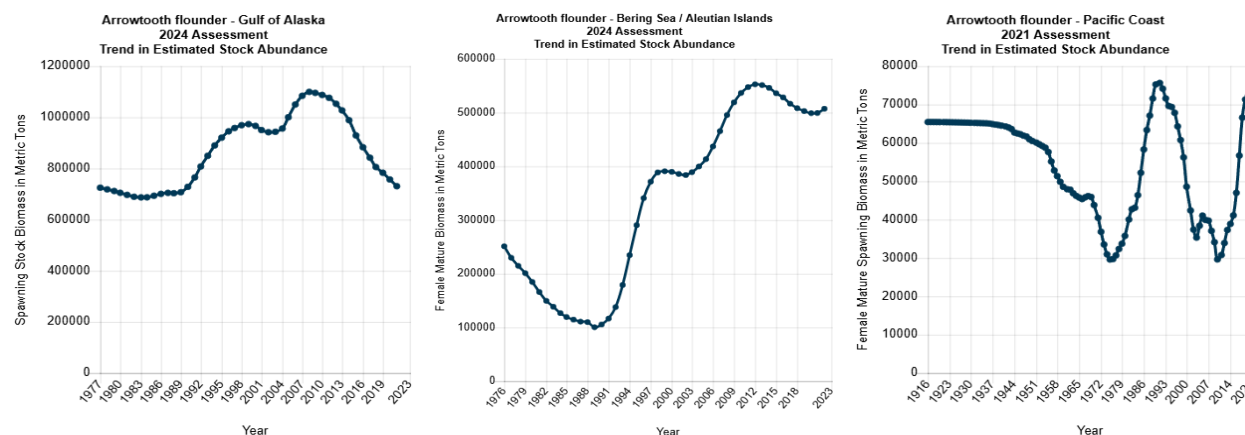


Рисунок 1. Запасы американского стрелозубого палтуса в разных районах промысла (<https://apps-st.fisheries.noaa.gov/stocsmart>)

Figure 1. Stocks of American arrowhead halibut in different fishing areas (<https://apps-st.fisheries.noaa.gov/stocsmart>)



Рисунок 2.
Динамика
вылова
стрелозубого
палтуса
в период 2009-
2023 годов

Figure 2.
Dynamics
of the arrow-
toothed halibut
catch in the
period 2009-
2023

Азиатский стрелозубый палтус был представлен особями длиной от 38 до 80 см, средняя длина самок составила 58,4 см, самцов – 51,1 см (рис. 3). Масса варьировала от 300 до 5470 г, в среднем составив у самок 2516 г, у самцов – 1231 грамм. В соотношении полов наблюдалось преобладание самок – 60,9%, большая часть которых (92,9%) имели посленерестовые гонады (стадия зрелости VI-II), 7,1% были представлены неполовозрелыми особями (стадия зрелости II). Самцы также в основном имели посленерестовые гонады (88,9%), 11,1% самцов были неполовозрелыми.

Американский стрелозубый палтус был представлен особями длиной от 46 до 65 см (рис. 3), средняя длина самок составила 56,4 см, самцов – 54,6 см. Масса варьировала от 860 до 3185 г, в среднем составляя у самок 1782 г, у самцов – 1753 грамм. В соотношении полов наблюдалось значительное преобладание самок (85%).

Все самки имели посленерестовые гонады. Среди самцов 40% были неполовозрелыми, 20% – имели стадию зрелости II-III, 20% – стадию зрелости III, 20% были посленерестовыми.

Следует отметить, что азиатский палтус в Карагинской подзоне был представлен более широким диапазоном размерных групп. У обоих видов наблюдалось преобладание самок, более выраженное у американского палтуса. Большая часть особей обоих видов в конце апреля недавно отнерестились.

В конце марта-апреле 2024 г. в Петропавловско-Командорской подзоне (зона Восточно-Камчатская), при проведении исследований донных видов рыб на том же промысловом судне РТМ П-0697 «Камлайн», были отмечены 2 вида стрелозубых палтусов. В целом, в уловах наблюдалось преобладание азиатского стрелозубого палтуса (64%). Одновременное массовое попадание в трал двух видов зафик-

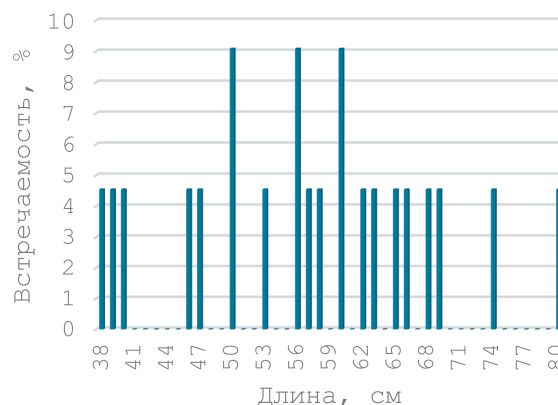
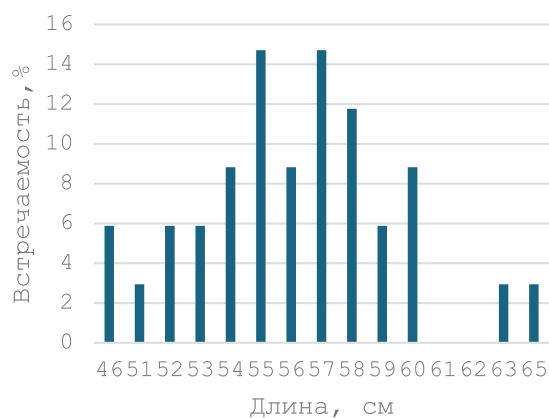


Рисунок 3. Размерный состав американского (слева) и азиатского (справа) стрелозубых палтусов в Карагинской подзоне в апреле 2019 года

Figure 3. Size composition of American (left) and Asian (right) arrow-toothed halibut in the Karaginsk subzone in April 2019

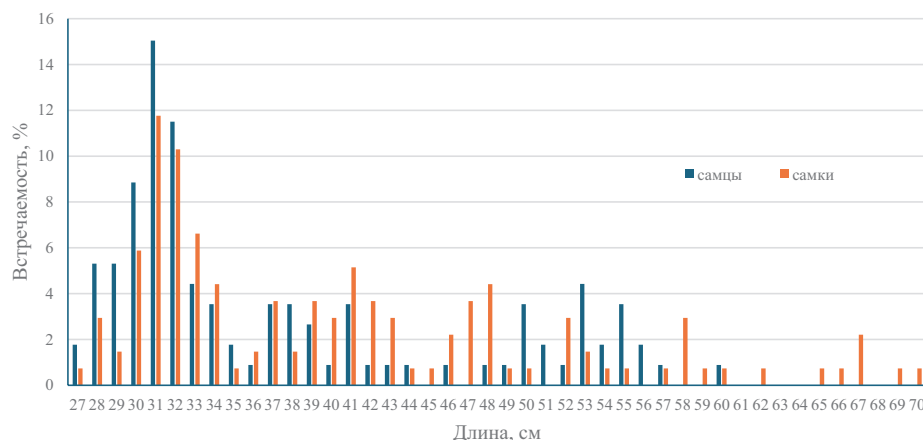


Рисунок 4. Размерный состав стрелозубого азиатского палтуса в Петропавловско-Командорской подзоне в феврале-апреле 2024 года

Figure 4. Size composition of the Asian arrow-toothed halibut in the Petropavlovsk-Komandorskaya subzone in February-April 2024

сировано в координатах 54°56-54°52 с. ш. и 162°16-162°19 в. д. (горизонт лова 400-450 м) – 64 экз. азиатского и 42 экз. американского стрелозубых палтусов, и в координатах 53°02-53°15 и 160°15-160°16 (горизонт лова 400-450 м) – 96 экз. азиатского и 81 экз. американского стрелозубых палтусов.

Азиатский стрелозубый палтус в уловах был представлен особями длиной от 21 до 70 см, средней – 39,2 см. При этом самки (27-70 см) были крупнее самцов (21-60 см), их средняя длина составила 40,1 и 37,1 см, соответственно. В размерной структуре доминировали особи длиной 30-32 см (рис. 4). Масса рыб колебалась от 140 до 4060 граммов. Масса рыб в уловах варьировала от 140 до 4060 г, в среднем составив у самок 785 г, у самцов – 525 граммов. Большинство особей были представлены молодыми неполовозрелыми рыбами (II стадией зрелости гонад) – 93,6% среди самок и 78,8% среди самцов. Стадию зрелости гонад III имели 15% самцов и лишь 1% самок. Посленерестовые гонады были зарегистрированы у 3% самок и 6% самцов. В уловах с не-

большим перевесом преобладали самки, доля которых составила 55,5%.

Американский стрелозубый палтус в уловах был представлен особями длиной от 29 до 68 см, средняя – 45,0 см. При этом самки (29-68 см) были крупнее самцов (32-61 см), их средняя длина составила 45,7 и 41,9 см, соответственно. Большинство самок (96%) были неполовозрелыми, а 3% находились в посленерестовом состоянии. Среди самцов 57% особей были неполовозрелыми, 39% находились на III стадии зрелости и 4% – на VI стадии зрелости гонад. В соотношении полов наблюдалось значительное преобладание самок – 81%.

Следует отметить, что в Петропавловско-Командорской подзоне, при совместном обитании двух видов стрелозубых палтусов, наблюдалось преобладание азиатского вида (64%), который был представлен более молодыми неполовозрелыми особями, где доминировали рыбы длиной 30-32 см. Американский стрелозубый палтус был представлен более старшими рыбами (средняя длина 45 см). Большинство

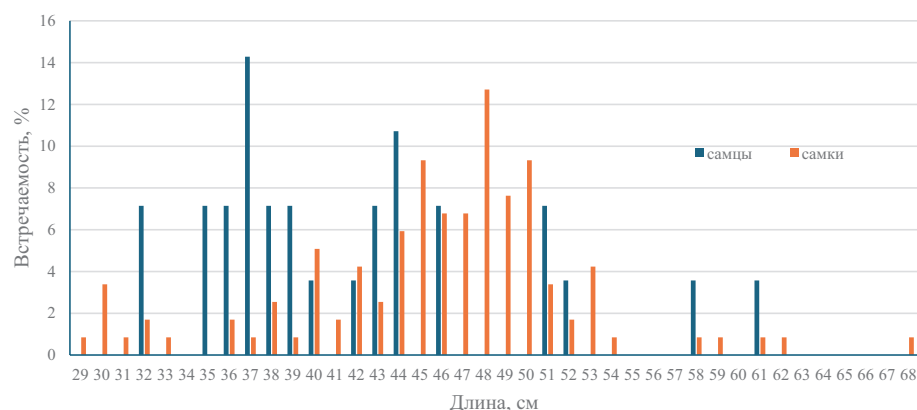


Рисунок 5. Размерный состав стрелозубого американского палтуса в Петропавловско-Командорской подзоне в феврале-апреле 2024 года

Figure 5. The size composition of the arrow-toothed American halibut in the Petropavlovsk-Komandorskaya subzone in February-April 2024

самок этого вида (96%) также были неполовозрелыми, среди самцов значительную долю (39%) составляли особи на III стадии зрелости.

По материалам двух экспедиций построены огивы созревания самок (наиболее представленные материалом) 2-х видов стрелозубых палтусов (рис. 6, 7). Огивы построены на предположении о логистической зависимости с помощью обобщённой линейной модели, реализованной в пакете FSA ver. 0.8.24 [8; 9]

Длина, при которой созревают 50% самок азиатского стрелозубого палтуса, составила 59,1 см, при которой созревают 100% особей – 79,8 (72,0-85,9) см.

Длина, при которой созревают 50% самок американского стрелозубого палтуса, состави-

ла 53,7 см; а 100% особей созревают при длине 61,4 (56,4-64,9) см.

Таким образом, самки азиатского стрелозубого палтуса достигают половой зрелости при более крупных размерах по сравнению с американским видом, что свидетельствует о различиях в жизненном цикле 2-х близкородственных видов в пределах одного района обитания.

Для характеристики темпа роста азиатского стрелозубого палтуса, по материалам, собранным в Петропавловск-Командорской подзоне в 2024 г., был определен возраст. Возраст определен по отолитам у 142 самок и 112 самцов. Выборка была представлена самками в возрасте от 4 до 15 лет и самцами – от 3 до 13 лет (табл. 1). В большинстве возрастных групп

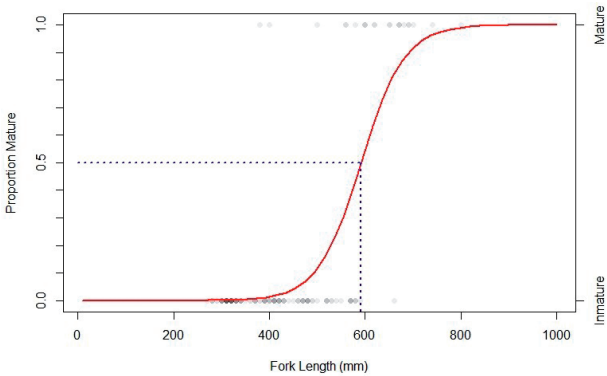


Рисунок 6. Огива созревания самок азиатского стрелозубого палтуса по длине
Figure 6. The length of maturation of female Asian arrowtooth halibut

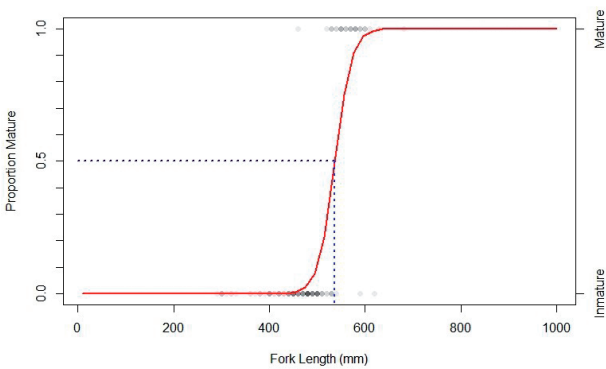


Рисунок 7. Огива созревания самок американского стрелозубого палтуса по длине
Figure 7. The length of maturation of female American arrowtooth halibut

Таблица 1. Размеры самцов и самок азиатского стрелозубого палтуса по возрастным группам / **Table 1.** Sizes of male and female Asian arrowtooth halibut by age group

Возраст, полных лет	самки					самцы				
	n	длина, см		масса, кг		n	длина, см		масса, кг	
		M±m	Lim	M±m	Lim		M±m	Lim	M±m	Lim
4	21	30,19±0,37	27-34	0,24±0,01	0,16-0,34	28	29,04±0,42	21-32	0,22±0,01	0,14-0,3
5	32	32,53±0,37	29-39	0,29±0,01	0,20-0,50	37	31,89±0,31	28-37	0,28±0,01	0,16-0,44
6	27	36,48±0,75	31-43	0,44±0,03	0,24-0,8	14	36,57±0,88	31-41	0,43±0,03	0,24-0,66
7	23	43,74±0,73	37-48	0,74±0,04	0,4-1,04	8	40,63±0,98	37-46	0,57±0,05	0,42-0,84
8	10	46,20±1,17	41-52	0,85±0,07	0,54-1,32	3	49,33±0,72	48-51	1,10±0,09	0,98-1,32
9	6	49,17±1,44	43-53	1,08±0,1	0,68-1,40	5	49,6±1,34	44-53	1,10±0,10	0,70-1,36
10	9	56,22±0,75	52-59	1,76±0,11	1,18-2,42	6	52,5±0,81	50-55	1,27±0,05	1,08-1,44
11	5	56,80±0,66	54-58	1,50±0,09	1,24-1,78	6	53,83±0,5	53-56	1,27±0,03	1,18-1,38
12	2	64,5±1,77	62-67	2,62±0,14	2,42-2,82	4	55,75±0,41	55-57	1,55±0,09	1,36-1,84
13	1	60	60	2,46	2,46	1	60	60	1,78	1,78
14	2	66,0±0,71	65-67	3,28±0,16	3,06-3,50					
15	4	68,0±0,79	66 - 70	2,98±0,47	1,50-4,06					
итого	142					112				

самки превосходили самцов по линейным размерам и массе, за исключением возрастных групп 8-9 лет (по длине) и 8 лет (по массе).

Линейный рост самок и самцов азиатского стрелозубого палтуса (рис. 8) удовлетворительно описывается уравнением Берталанфи:

$$\text{Для самцов } L(t) = 71,42 \times (1 - e^{-0,13(t-0,32)})$$

$$\text{Для самок } L(t) = 103,65 \times (1 - e^{-0,07(t+0,7)})$$

Несмотря на недостаточную репрезентативность данных (отсутствие особей младше 4 лет и единичное количество рыб старше 10 лет), отмечены общие закономерности роста азиатского стрелозубого палтуса. До 9 лет темп линейного роста самцов и самок, в целом, схож, после чего наблюдается его замедление, более выраженное у самцов (рис. 8).

Весовой рост азиатского стрелозубого палтуса хорошо описывается экспоненциальным уравнением:

$$\text{Для самцов } W(t) = 1,04 * \exp(0,83368t) - 1,3696$$

$$\text{Для самок } W(t) = 2,258 * \exp(0,67098t) - 2,867$$

В целом, в рассмотренном возрастном диапазоне весовой рост самок превосходил таковой самцов. С возрастом темп весового роста стрелозубого палтуса имеет тенденцию к увеличению (рис. 9).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Азиатский и американский стрелозубые палтусы представляют собой близкородственные виды, обитающие в северной части Тихого океана. Оба вида характеризуются сходной экологией, однако американский стрелозубый

палтус имеет более обширный ареал и большую экологическую пластичность к условиям среды.

Восточно-Камчатская зона входит в зону совместного обитания двух видов стрелозубых палтусов. В северной части зоны (Карагинская подзона) отмечено небольшое преобладание в уловах американского стрелозубого палтуса, тогда как в южной ее части (Петропавловско-Командорская подзона) – преобладание азиатского вида. Наличие в уловах особей разных размеров и стадий зрелости свидетельствует о том, что Восточно-Камчатская зона является районом постоянного обитания двух видов. В Карагинской подзоне азиатский палтус был представлен более широким размерным диапазоном, чем американский. Здесь в конце апреля большинство особей обоих видов находились в посленерестовом состоянии. В Петропавловско-Командорской подзоне азиатский палтус был представлен в основном молодыми рыбами, в то время как американский палтус – чуть более старшими особями, но также по большей части неполовозрелыми. Во всех районах отмечено преобладание самок, особенно значительное – у американского вида.

Азиатский стрелозубый палтус достигает половой зрелости при более крупных размерах по сравнению с американским видом. Это указывает на различия в жизненных циклах у двух близкородственных видов в условиях симпатрического сосуществования.

Видимо, незначительные различия в жизненных циклах и стратегиях (темпах роста, сроках созревания, предпочтениях по температуре и глубине) позволяют двум близкородственным видам стрелозубых палтусов со сход-

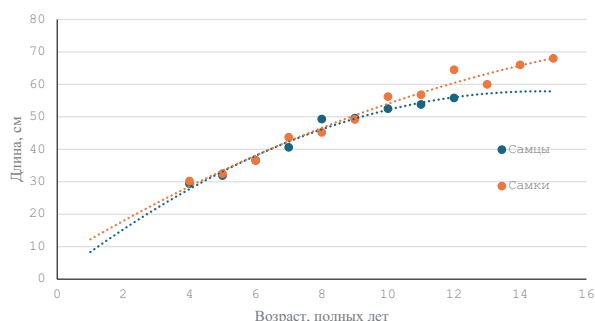


Рисунок 8. Линейный рост самцов и самок азиатского стрелозубого палтуса

Figure 8. Linear growth of males and females of the Asian arrowtooth halibut

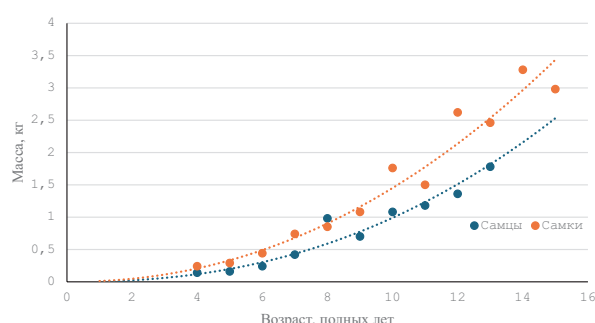


Рисунок 9. Весовой рост самцов и самок азиатского стрелозубого палтуса

Figure 9. Weight growth of males and females of the Asian arrowtooth halibut

ной экологией минимизировать конкурентные отношения и устойчиво сосуществовать, не вытесняя друг друга.

У азиатского палтуса выявлены различия в росте рыб разного пола: самки имеют большие размеры, особенно по массе, по сравнению с одновозрастными самцами. Динамика роста азиатского палтуса характеризуется замедлением линейного роста после 9 лет, в то время как весовой рост с возрастом имеет тенденцию к увеличению.

При использовании технологических наработок обработки сырья, по примеру США, стрелозубые палтусы могут стать объектами специализированного российского промысла.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность Г.А. Головатюк и К.А. Жуковой за представление первичных материалов по стрелозубым палтусам из Карагинской подзоны, а также А.О. Трофимовой за помощь в сборе материала и определении возраста.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Е.Н. Кузнецова** – идея статьи и написание текста; **А.В. Согрина** – сбор и обработка первичных материалов, подготовка раздела по созреванию палтусов; **Мельникова Ф.А.** – определение возраста.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **E.N. Kuznetsova** – the idea of the article and the writing of the text; **A.V. Sogrina** – collection of primary materials, preparation of a section on the maturation of halibut; **Melnikova F.A.** – age determination.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Золотов А.О., Мазникова О.А., Дубинина А.Ю. Анализ современной динамики запасов и промысла палтусов в северо-западной части Берингова моря. Труды ВНИРО. 2022. Том 190. с. 36-61.
1. Zolotov A.O., Maznikova O.A., Dubinina A.Yu. (2022). Analysis of the current dynamics of stocks and fishing of halibut in the northwestern part of the Bering Sea. Proceedings of VNIRO. Volume 190. Pp. 36-61. (In Russ.)
2. Новиков Н.П. Промысловые рыбы материкового склона. – М.: Пищ. промышленность. 1974. 308 с.
2. Novikov N.P. (1974). Commercial fishes of the continental slope. Moscow: Pishch. industry. 308 p. (In Russ.)
3. Орлов А.М., Мухаметов И.Н. Стрелозубые палтусы *Atheresthes spp.* (Pleuronectidae, Pleuronectiformes) вод северных Курильских островов и юго-восточной Камчатки. Сообщение 1. Особенности распределения. Вопросы рыболовства. 2001. Т. 2. № 2(6) С. 258-274.

3. Orlov A.M., Mukhametov I.N. (2001). Arrow-toothed halibut *Atheresthes spp.* (Pleuronectidae, Pleuronectiformes) of the waters of the northern Kuril Islands and southeastern Kamchatka. Message 1. Distribution features. Fishing issues. Vol. 2. No. 2(6) Pp. 258-274. (In Russ.)
4. Сырьевая база рыбной промышленности дальневосточного бассейна и возможные уловы рыб, беспозвоночных животных, водорослей и морских млекопитающих в 1986 г. – Владивосток: ТИНРО. 1985. 232 с.
4. The raw material base of the fishing industry in the Far Eastern basin and possible catches of fish, invertebrates, algae and marine mammals in 1986. – Vladivostok: TINRO. 1985. 232 p. (In Russ.)
5. Фадеев Н.С. Справочник по биологии и промыслу рыб северной части Тихого океана. – Владивосток. 2005. 366 с.
5. Fadeev N.S. (2005). Handbook of biology and fisheries of the North Pacific Ocean. – Vladivostok. 366 p.6.
- James A.M., Smith G.B. (1988). Atlas and zoogeography of common fishes in the Bering Sea and northeastern Pacific // NOAA Tech. Rept. NMFS. № 66. Pp. 1-151. (In Russ.)
6. James A.M., Smith G.B. (1988). Atlas and zoogeography of common fishes in the Bering Sea and northeastern Pacific // NOAA Tech. Rept. NMFS. № 66. Pp. 1-151.
7. Jeong Ho Park, Yo Soon Jang, Jinkoo Kim. (2020). First Occurrence of a Pleuronectid *Atheresthes evermanni* (Pleuronectiformes) from the Middle East Sea, Korea. Korean Journal of Ichthyology 32(4):245-250. <https://doi.org/10.35399/ISK.32.4.6>
8. Ogle D.H. (2013). FishR Vignette – maturity schedules (www.derekogle.com/fishR/examples/oldFishRVignettes/Maturity.pdf)
9. Ogle D.H., Wheeler P., Dinno A. (2018). FSA: Fisheries Stock Analysis. R package version 0.8.22.9000. (www.github.com/droglenc/FSA)
10. Ranck C.L., Utter F.M., Milner G.B., Smith G.B. (1986). Genetic confirmation of specific distinction of arrowtooth flounder (*Atheresthes stomias*) and Kamchatka flounder (*A. evermanni*). Fishery Bulletin, 84(1): 19-26
11. Ranck, R. J., Kessler, T. D., & Grant, P. R. (1986). Genetic divergence and speciation in the arrowtooth flounders of the western North America. Copeia. 1986(1) Pp. 214-218.
12. Rohan S., Buckley T.W. (2018). Trophic niche separation between sympatric sibling flatfishes (*Atheresthes stomias* and *A. evermanni*) in relation to gill raker morphology. *Transactions of the American Fisheries Society*, 147(3): Pp. 450-465).
13. Wilborn, R. E., Rooper, C. N., & Goddard, P. (2018). Habitat associations of arrowtooth flounder (*Atheresthes stomias*) in the eastern Bering Sea. Deep Sea Research Part II: Topical Studies in Oceanography, 147. Pp. 70-79.
14. Zimmermann M., Goddard P. (1996). Biology and distribution of arrowtooth flounder (*Atheresthes stomias*) and Kamchatka flounder (*A. evermanni*) in Alaskan waters. Fishery Bulletin, 94(2): Pp. 358-370.

Материал поступил в редакцию/ Received 30.10.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 05.11.2025



Многолетняя динамика видового состава ихтиофауны реки Неман (в пределах Калининградской области) по данным промысловых и научных уловов

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-70-76>
EDN: IYNKVA

Научная статья УДК 597-152.6(470.26)(06)

Новожилов Олег Анатольевич – кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, Калининград, Россия
E-mail: oleg.novozhilov@klgtu.ru

Гулина Татьяна Сергеевна – старший преподаватель кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, Калининград, Россия
E-mail: gulina@klgtu.ru

Калининградский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Адрес: Россия, 236022, г. Калининград, Советский пр-т, 1

Аннотация. В статье представлены результаты многолетнего (1990-2024 гг.) исследования видового состава ихтиофауны нижнего течения реки Неман в Калининградской области, на основе анализа промысловых и научных уловов. Выявлено 43 вида рыб и рыбообразных, показаны различия в видовом разнообразии, в зависимости от типа орудий лова (научные и промысловые) и сезона. Установлено, что наиболее полные данные о видовом составе можно получить при использовании комплекса научных орудий лова в весенний период. Выявлена логарифмическая зависимость между количеством обловов и числом обнаруженных видов: для полного описания ихтиофауны крупной реки требуется более 3000 обловов в год. Отмечено присутствие инвазивных видов (бычок-кругляк, бычок-песочник, ротан-головешка).

Ключевые слова: Неман, ихтиофауна, научные уловы, промысловые уловы, видовой состав, инвазивные виды

Для цитирования: Новожилов О.А., Гулина Т.С. Многолетняя динамика видового состава ихтиофауны реки Неман (в пределах Калининградской области) по данным промысловых и научных уловов // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 70-76. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-70-76>

LONG-TERM DYNAMICS OF THE SPECIES COMPOSITION OF THE ICTHYOFAUNA IN THE NEMAN RIVER (WITHIN THE KALININGRAD REGION) BASED ON DATA FROM COMMERCIAL AND SCIENTIFIC FISHING

Oleg A. Novozhilov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Kaliningrad, Russia

Tatiana S. Gulina – Senior Lecturer, Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Kaliningrad, Russia

Kaliningrad State Technical University (KSTU)

Address: Russia, 236022, Kaliningrad, Russia, Sovetsky Prospekt, 1

Annotation. The article presents the results of a long-term (1990–2024) study of the fish species composition of the lower reaches of the Neman River within the Kaliningrad Oblast, based on the analysis of commercial and scientific catches. A total of 42 species of fish and fish-like species were identified. Differences in species diversity depending on the type of fishing gear (scientific vs. commercial) and season are demonstrated. The most complete data on species composition were obtained using a combination of scientific fishing gears during the spring season. A logarithmic relationship was established between the number of hauls and the number of species detected: describing the complete ichthyofauna of a large river requires more than 3000 hauls per year. The presence of invasive species (round goby, monkey goby, Amur sleeper) is noted.

Keywords: Neman, Ichthyofauna, scientific catches, commercial catches, ichthyocenosis, species composition, Invasive species

For citation: Novozhilov O.A., Gulina T.S. (2025). Long-term dynamics of the species composition of the ichthyofauna in the Neman River (within the Kaliningrad region) based on data from commercial and scientific fishing // Fisheries. No. 6. Pp. 70-76. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-70-76>

Рисунок и таблицы – авторские / The drawing and tables were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Ихтиоценозы крупных речных систем, таких как р. Неман, являются ключевыми компонентами водных экосистем, выполняющих важнейшие экологические функции и служащих индикатором их состояния. Нижнее течение Немана на территории Калининградской области представляет собой уникальный участок, где встречаются типичные туводные виды рыб, полупроходные и проходные. Точное знание видового состава ихтиоценоза (ихтиофауны) служит фундаментом для оценки биоразнообразия, устойчивости экосистемы, разработки мер охраны и рационального использования водных биоресурсов.

Река Неман – одна из крупнейших рек восточной части Балтийского моря. Является трансграничным водоемом, верховье которого протекает по территории Беларуси, среднее течение – по территории Литвы, нижнее – по границе стран Литвы и России (Калининградская область), впадает в Куршский залив.

Ихтиофауна реки изучалась как советскими ихтиологами (до 1991 года), так и ихтиологами Беларуси, Литвы и России.

Обзор литературы показывает, что по результатам научных уловов современная ихтиофауна Немана на территории Беларуси по данным Ермолаевой И.А. и [др.] представлена 21 видом [1], тогда как по данным Петухова В.Б. – 38 видами [2], на территории Литвы список состоит из 34 видов, из которых 27 встречаются в нижнем течении реки [3; 4]. В то же время, для всего бассейна р. Неман Жуковым П.И. видовой состав ихтиофауны был определен в 46 видов рыб и рыбообразных [5]. В пределах Калининградской области разными авторами

дается различный видовой состав. Так, согласно Новожилову О.А. [6], по данным контрольных обловов для молодежи, приведен список из 21 вида; по данным Шибаева С.В. и др. [7], из промысловых и контрольных обловов приведен список из 33 видов; Алдушин А.В. приводит список только из 7 видов для промысловых обловов [8].

Таким образом, видовой состав р. Неман сильно отличается не только по странам (частям реки), но и в зависимости от цели, времени и места исследований.

Также следует учитывать процессы инвазии чужеродных видов, например, бычка-кругляка, бычка-песочника или ротана. Кроме того, на состав ихтиофауны значительно влияет сезон сбора материала.

Цель настоящего исследования – составление актуального списка ихтиофауны нижнего течения р. Неман путем анализа данных многолетнего мониторинга промысловых и научных уловов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для данной работы послужили данные кафедры водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», полученные с 1990 по 2024 год. Материалы включают как результаты собственных обловов научными и промысловыми орудиями лова, так и результаты мониторинга промысла.

В данном исследовании к научным орудиям лова были отнесены: волокуша мальковая (ячея 4 мм в мотенной части), сети ставные и плавные с ячеей от 18 до 40 мм, вентерь (ячея

18 мм), невод закидной (ячея 10 мм в мотеной части), удебные снасти, портативная электроловильная установка, трал донный (ячея 30 мм в траловом мешке), трал пелагический (ячея 4 мм в траловом мешке). К промысловым орудиям лова были отнесены: невод речной закидной корюшковый (ячея 12 мм в мотеной части), сети ставные и плавные с ячеей от 40 до 80 мм.

Количество обловов и уловов научными орудиями лова приведено в таблице 1, промысловыми орудиями лова – в таблице 2.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Видовой состав нижней части р. Неман, по данным 35-летних исследований, представлен 43 видами из 14 семейств, при этом сем. Карповые включает 22 вида или 51,6% от общего их количества (табл. 3).

Видовой состав довольно сильно различается между научными и промысловыми орудиями лова. Несмотря на высокую (практически

в 4 раза выше) интенсивность обловов научными орудиями лова, видовой состав в научных орудиях не полный (только 36 из 43 видов полного списка). В нем не отражены виды, отличающиеся относительно большими размерами: белоглазка, кумжа, лосось атлантический, налим, осетр длиннорылый, сазан и сом. Аналогично, в промысловых уловах не представлены мелкие и малочисленные виды: балтийская щиповка, быстрянка, бычки, верховка, вьюн, голец обыкновенный, голянь обыкновенный, горчак, колюшка девятииглая, ротан-головешка и щиповка.

В зимний сезон (декабрь 2013 г.) улов представлен только шестью видами: голавлем, ельцом, пескарем, плотвой, рыбцом, уклей и щукой. Учитывая малое количество обловов, полученные данные не могут считаться репрезентативными для характеристики видового состава.

Научные обловы в весенний сезон представлены 34 видами. По сравнению с полным спи-

Таблица 1. Количество обловов и уловов научными орудиями лова /
Table 1. Number of catches and catches using scientific fishing gear

Год	Зима		Весна		Лето		Осень		Итого обловов, шт	Итого улов, шт
	облов, шт	улов, шт	облов, шт	улов, шт	облов, шт	улов, шт	облов, шт	улов, шт		
1990			5	107	1	6	7	66	13	179
1991			2	24			4	73	6	97
1992			2	47			14	163	16	210
1993					2	1	9	73	11	74
1994							18	202	18	202
1995							14	136	14	136
1996			2	100			16	219	18	319
1997							2	51	2	51
2005							1	0	1	0
2007					7	521			7	521
2008			1	113			6	713	7	826
2009					5	776	6	19	11	795
2010			2	118	7	421			9	539
2011			63	627			52	494	115	1121
2012			57	569	55	2079	12	739	124	3387
2013	6	177	37	1791	14	3370	7	156	64	5494
2014			35	844	18	1472	14	956	67	3272
2015			21	1981	5	267	2	159	28	2407
2016			29	6110	25	1424	8	618	62	8152
2017			27	925	17	164	12	16	56	1105
2018			45	1521	5	232	8	267	58	2020
2019			4	470			10	4	14	474
2020			8	217	31	1540	5	408	44	2165
2021			16	211	12	749	12	219	40	1179
2022			37	137	66	1886	33	488	136	2511
2023			16	342	58	2829	32	403	106	3574
2024			15	824	57	2187	39	853	111	3864
Общий итог	6	177	424	17078	385	19924	343	7495	1158	44674

Таблица 2. Количество обловов и уловов промысловыми орудиями лова /
Table 2. Number of catches and hauls using commercial fishing gear

Год	Весна		Лето		Осень		Итого обловов, шт	Итого улов, шт
	облов, шт	улов, шт	облов, шт	улов, шт	облов, шт	улов, шт		
1990	5	107	1	6	7	66	13	179
1991	2	24			4	73	6	97
1992	2	47			11	119	13	166
1993			2	1	8	68	10	69
1994					15	181	15	181
1995					9	115	9	115
1996	2	100			11	181	13	281
1997	7	403			2	51	9	454
1998	3	6233	1	8	7	66	11	6307
1999					2	24	2	24
2000					2	49	2	49
2005					1	0	1	0
2008					2	27	2	27
2009					4	0	4	0
2011	40	331			55	40	95	371
2012	12	20	19	40	5	2	36	62
2013	5	35			11	16	16	51
2014	4	0			7	6	11	6
2015					4	8	4	8
2016	4	39	7	2			11	41
2017	1	173			24	27	25	200
2018	3	86			3	2	6	88
2019					11	4	11	4
2022	8	108	12	100	4	21	24	229
2023			13	96	7	3	20	99
2024			13	17	10	10	23	27
Общий итог	98	7706	68	270	226	1159	392	9135

ском видов, в улове отсутствуют балтийская шиповка и бычок-кругляк.

В летний период в видовом составе научных уловов представлен 31 вид, в улове отсутствуют: балтийская шиповка, голянь обыкновенный, минога речная, снеток и ротан-головешка. Отсутствие в уловах миноги речной и снетка связано с окончанием нерестового периода.

Еще меньшее количество видов приходится на осенний период – всего 26. По сравнению с полным составом ихтиофауны в осенний период отсутствуют: бычок-кругляк, вьюн, голянь обыкновенный, карась золотой, корюшка европейская, линь, минога речная, ротан-головешка, снеток и чехонь. Отсутствие в уловах корюшки европейской и миноги речной объясняется периодом их нагула в море. Остальные виды с понижением температуры воды перемещаются на места зимовки, залегают в ямы, переходят к малоподвижному образу жизни и не попадают в зону действия орудий лова.

В промысловых уловах весеннего периода отмечены 23 вида (из 31 вида полного списка).

В данный период в уловах не фиксировались: елец, ерш, карась золотой, красноперка, осетр длиннорылый, пескарь, сом, усач. Нетипичной для этого времени была поимка кумжи: являясь рыбой с осенним нерестом, к весне она обычно заканчивает икрометание и скатывается в море.

В летний период в промысловых уловах состав обедненный – всего 16 видов. Отсутствуют в уловах белоглазка, елец, колюшка трехиглая, корюшка европейская, кумжа, лосось атлантический, минога речная, налим, осетр длиннорылый, пескарь, сазан, снеток, сом, усач, чехонь. Динамика ихтиофауны проявляется в отсутствии видов, чей нерестовый сезон завершился (трехиглая колюшка, европейская корюшка, речная минога, снеток), и видов, чья нерестовая миграция еще не началась (кумжа, атлантический лосось).

В осенних промысловых уловах отмечается 21 вид рыбы. В данный период в уловах отсутствуют: белоглазка, карась золотой и серебряный, колюшка трехиглая, корюшка европейская, минога речная, налим, сазан, снеток

Таблица 3. Видовой состав ихтиофауны реки Неман в нижнем течении /
Table 3. Species composition of the ichthyofauna of the Neman River in the lower reaches

№ пп	Виды рыбы	Латинское название	Орудия лова	
			промысловые	научные
1	Балтийская щиповка	<i>Sabanejewia baltica</i> (Witkowski)		+
2	Белоглазка	<i>Abramis sapa</i> (Pallas)	+	
3	Быстрянка	<i>Alburnoides bipunctatus</i> (Bloch)		+
4	Бычок-кругляк	<i>Neogobius melanostomus</i> (Pallas)		+
5	Бычок-песочник	<i>Neogobius fluviatilis</i> (Pallas)		+
6	Верховка	<i>Leucaspis delinatus</i> (Heckel)		+
7	Вьюн	<i>Misgurnus fossilis</i> (L.)		+
8	Голавль	<i>Leuciscus cephalus</i> (L.)	+	+
9	Голец обыкновенный	<i>Barbatula barbatula</i> (L.)		+
10	Гольян обыкновенный	<i>Phoxinus phoxinus</i> (L.)		+
11	Горчак	<i>Rhodeus sericeus</i> (Bloch)		+
12	Густера	<i>Blicca bjerckna</i> (L.)	+	+
13	Елец	<i>Leuciscus leuciscus</i> (L.)	+	+
14	Ерш	<i>Gymnocephalus cernua</i> (L.)	+	+
15	Жерех	<i>Aspius aspius</i> (L.)	+	+
16	Карась золотой	<i>Carassius carassius</i> (L.)	+	+
17	Карась серебряный	<i>Carassius auratus gibelio</i> (Bloch)	+	+
18	Колюшка девятииглая	<i>Pungitius pungitius</i> (L.)		+
19	Колюшка трехиглая	<i>Gasterosteus aculeatus</i> (L.)	+	+
20	Корюшка европейская	<i>Osmerus eperlanus</i> (L.)	+	+
21	Красноперка	<i>Scardinius erythrophthalmus</i> (L.)	+	+
22	Кумжа	<i>Salmo trutta trutta</i> (L.)	+	
23	Лещ	<i>Abramis brama</i> (L.)	+	+
24	Линь	<i>Tinca tinca</i> (L.)	+	+
25	Лосось атлантический (семга)	<i>Salmo salar</i> (L.)	+	
26	Минога речная	<i>Lampetra fluviatilis</i> (L.)	+	+
27	Налим	<i>Lota lota</i> (L.)	+	
28	Окунь пресноводный	<i>Perca fluviatilis</i> (L.)	+	+
29	Осетр длиннорылый	<i>Acipenser oxyrinchus</i> (Mitchill)	+	
30	Пескарь	<i>Gobio gobio</i> (L.)	+	+
31	Плотва	<i>Rutilus rutilus</i> (L.)	+	+
32	Ротан-головешка	<i>Perccottus glenii</i> (Dybowski)		+
33	Рыбец	<i>Vimba vimba vimba</i> (L.)	+	+
34	Сазан (Карп)	<i>Cyprinus carpio</i> (L.)	+	
35	Снеток	<i>Osmerus eperlanus eperlanus m. spirinchus</i> (L.)	+	+
36	Сом	<i>Silurus glanis</i> (L.)	+	
37	Судак	<i>Sander lucioperca</i> (L.)	+	+
38	Уклея	<i>Alburnus alburnus</i> (L.)	+	+
39	Усач	<i>Barbus barbus</i> (L.)	+	+
40	Чехонь	<i>Pelecus cultratus</i> (L.)	+	+
41	Щиповка	<i>Cobitis taenia</i> (L.)		+
42	Щука	<i>Esox lucius</i> (L.)	+	+
43	Язь	<i>Leuciscus idus</i> (L.)	+	+

и чехонь. Была зарегистрирована одиночная поимка осетра длиннорылого – объекта восстановления осетровых рыб в Балтийском море. Так, в период с 2011 по 2014 гг. в р. Неман было выпущено 23 тыс. экз. *A. oxyrinchus*, для которых условия водотока оказались благоприятными для выживания и расселения с выходом в Куршский залив и в море [9].

Сравнение состава ихтиофауны данного исследования с составом ихтиофауны литовских авторов [4] показывает, что в наших уловах не отмечена финта и минога ручьевая. Действительно, несмотря на большую, в отдельные годы, численность финты в Куршском заливе, она нами не отмечалась в уловах непосредственно в реке. Мы объясняем это тем, что

станции, на которых проводились обловы, находились на расстоянии не менее 5 км от устья, а финта не поднимается так высоко в р. Неман. Отсутствие ручьевого миноги объясняем тем, что данный вид предпочитает небольшие водотоки и относится к случайным (редким) видам в реке.

По встречаемости в уловах виды можно разделить на малочисленные, обычные и многочисленные. К малочисленным отнесены виды, которые встретились менее, чем в десяти обловах, независимо от их численности в улове. Среди аборигенных видов к ним относятся: балтийская щиповка, вьюн, голец обыкновенный, голянь обыкновенный, карась золотой, колюшка девятииглая, кумжа, лосось атлантический, минога речная, осетр длиннорылый, сазан, снеток, сом, усач и чехонь. Среди перечисленных видов малая встречаемость объясняется неподходящими условиями обитания для ряда видов: вьюн и карась золотой – обитатели стоячих вод; голец, голянь обыкновенный и колюшка девятииглая предпочитают холодные ручьи. Вторая часть видов малочисленна, в связи с нахождением в реке только в нерестовый период или в период нерестовой миграции, – минога речная, кумжа, лосось атлантический, снеток и чехонь. Оставшиеся виды – балтийская щиповка, осетр длиннорылый, сазан, сом и усач – это виды, численность которых постоянно низкая, и они требуют непрерывного особого внимания.

К многочисленным видам отнесены виды, которые встретились более чем в 100 обловах. К таким относятся: голавль, густера, окунь речной, ерш, жерех, колюшка трехиглая, лещ, пескарь, плотва, рыбец, уклея и щиповка. Остальные виды относятся к группе обычных.

Особый интерес представляет группа видов-вселенцев: бычок-кругляк, бычок-песочник, белоглазка и ротан-головешка. Несмотря на их относительно недавнее появление в реке – бычки в 2016, белоглазка в 2017, ротан в 2024 г., численность некоторых из них относительно велика. К виду, успешно натурализовавшемуся в р. Неман, можно отнести бычка-песочника, который за девять лет был пойман в 69 обловах, и общий улов его превысил 600 экземпляров.

Имеющиеся данные позволили провести анализ зависимости обнаруженных видов рыб и рыбообразных от количества проведенных обловов в течение года (рис.).

Зависимость между этими величинами описывается логарифмической кривой с высокой степенью корреляции, равной 0,85:

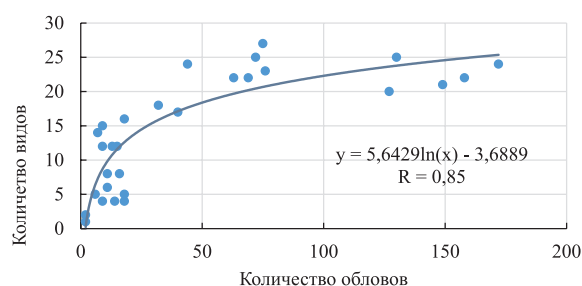


Рисунок. Зависимость обнаруженных видов от количества обловов в течение года

Figure. Dependence of discovered species on the number of catches during the year

$$y = 5,6429\ln(x) - 3,6889$$

Таким образом, согласно полученному уравнению, для определения полного видового состава ихтиофауны крупной реки необходимо произвести в течение года более 3000 обловов. В то же время, для определения ядра ихтиоценоза достаточно провести около 40 обловов.

Наиболее достоверную информацию о видовом разнообразии ихтиоценоза в наших условиях дает мальковая волокуша. В ее уловах за исследуемый период отмечено 36 видов рыб и рыбообразных. Но следует отметить, что данное орудие лова – наиболее часто используемое в водоеме, суммарно им было проведено 1750 обловов. Полученная величина количества видов практически точно соответствует расчетной величине количества видов (38 видов при такой интенсивности обловов).

Сети ставные, как научные орудия лова с размером ячеек от 18 до 40 мм, применялись на водоеме 1095 раз. Они позволили поймать представителей 23 видов. Это второе по количеству пойманных видов орудие лова.

Промысловые орудия лова, такие как невод закидной речной, сети ставные и плавные с ячейей более 40 мм, поймали лишь по 12 видов рыб и рыбообразных.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Как показано в наших исследованиях, ни один из применяемых в настоящее время видов сбора материалов – научные уловы и промысловые уловы – не могут дать объективную картину видового состава рыб в крупной реке, а в целом – и в любом другом относительно крупном водоеме. Помимо прочего, при проведении исследований, связанных с определением состава ихтиофауны, следует учитывать и сезонный аспект, поскольку

часть видов оказывается в реке относительно короткий период времени, связанный с нерестовой миграцией.

Использование методов научного облова и мониторинга промысловых уловов позволило определить для р. Неман современный состав ихтиофауны, представленный 43 видами рыб и рыбообразных. Наилучший результат, для определения наиболее полного видового состава ихтиофауны, дает использование комплекса научных орудий лова и весенний период обловов (период массовой нерестовой миграции).

Определённая математическая зависимость количества обловов и количества пойманных видов показывает, что для получения полного видового состава ихтиофауны большой реки необходимо провести в течение года более 3000 обловов.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад авторов в работу: **О.А. Новожиллов** – идея работы, сбор и анализ данных, подготовка статьи (материалы и методы, результаты и их обсуждение, заключение); **Т.С. Гулина** – сбор и обработка данных, подготовка текста статьи (введение, результаты и их обсуждение), окончательная проверка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest. The authors' contribution to the work: **O.A. Novozhilov** – research concept, data collection and analysis, article preparation (Materials and Methods, Results and Discussion, Conclusion); **T.S. Gulina** – data collection and processing, article text preparation (Introduction, Results and Discussion), final proofreading of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Ермолаева И.А., Ризевский В.К., Плюта М.В., Лещенко А.В. Динамика структуры прибрежных сообществ молоди рыб реки Неман (в пределах Беларуси) // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси. 2011. № 27. С. 111-122.
2. Бурко Л.Д., Послелович Д.Э. Влияние гидротехнического сооружения на структуру ихтиофауны р. Западная Березина // Вестник БГУ. 2007. Сер. 2. № 1. С. 50-54.
3. Žiliukas, V. & Žiliukienė, Vida. (2009). The structure of juvenile fish communities in the lower reaches of the Nemunas River. *Ekologija*. 55. 10.2478/v10055-009-0005-9.
4. Шибает С.В. [и др.]. Рыбохозяйственный кадастр трансграничных водоемов России (Калининградская область) и Литвы. 2008. 199 с. EDN OUIHSD.
5. Жуков П.И. Рыбы Белоруссии // Наука и техника. 1965. 416 с.
6. Новожиллов О.А. Характеристика видовой структуры молоди рыб рек Калининградской области // Известия КГТУ. 2012. № 24. С. 69-76. EDN OQMBFV.
7. Шибает С. В., Соколов А.В., Шибаета М.Н. [и др.] Характеристика фонового состояния биоты реки Неман в зоне возможного воздействия Балтийской АЭС (Калининградская область) // Известия КГТУ. 2016. № 42. С. 59-86. EDN WGXTCR.
8. Алдущин А.В. Первые результаты мониторинга нерестового хода рыб в реке Матросовка Калининградской области // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование: Материалы IV Международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию со дня основания Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского (Керчь, 17–23 сентября 2024 года). – Симферополь. 2024. С. 154-159. EDN JYHMOС.
9. Рубан Г.И. История формирования фауны осетровых рыб Балтийского моря (обзор) // Российский журнал биологических инвазий. 2020. Т. 13, № 3. С. 89-96. EDN WJGNMF.

LITERATURE AND SOURCES

1. Ermolaeva I.A., Rizevsky V.K., Pluta M.V., Leshchenko A.V. (2011). Dynamics of the structure of coastal communities of juvenile fish of the Neman River (within Belarus) // *Issues of fisheries in Belarus*. No. 27. Pp. 111-122. (In Russ.)
2. Burko L.D., Consistent D.E. (2007). The influence of a hydraulic structure on the structure of the ichthyofauna of the Western Berezina River // *Bulletin of BSU. Series 2*. No. 1. Pp. 50-54. (In Russ.)
3. Žiliukas, V. & Žiliukienė, Vida. (2009). The structure of juvenile fish communities in the lower reaches of the Nemunas River. *Ekologija*. 55. 10.2478/v10055-009-0005-9.
4. Shibaev S.V. [et al.]. (2008). Fisheries cadastre of transboundary reservoirs of Russia (Kaliningrad region) and Lithuania. p.199 EDN OUIHSD. (In Russ.)
5. Zhukov P.I. (1965). *Fishes of Belarus* // Science and technology. 416 p. (In Russ.)
6. Novozhilov O.A. (2012). Characteristics of the species structure of juvenile fish of the Kaliningrad region rivers // *Izvestia of KSTU*. No. 24. Pp. 69-76. EDN OQMBFV. (In Russ.)
7. Shibaev S. V., Sokolov A.V., Shibaeva M.N. [et al.] (2016). Characteristics of the background state of the Neman River biota in the zone of possible impact of the Baltic NPP (Kaliningrad region) // *Izvestiya KSTU*. No. 42. Pp. 59-86. EDN WGXTCR. (In Russ.)
8. Aldushin A.V. (2024). The first results of monitoring the spawning course of fish in the Matrosovka River of the Kaliningrad region // *Biological diversity: study, conservation, restoration, rational use: Proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference dedicated to the 110th anniversary of the founding of the Karadag Scientific Station named after T.I. Vyazemsky (Kerch, September 17-23, 2024)*. – Simferopol. Pp. 154-159. EDN JYHMOС. (In Russ.)
9. Ruban G.I. (2020). The history of the formation of the fauna of sturgeon of the Baltic Sea (review) // *Russian Journal of Biological Invasions*. Vol. 13, No. 3. Pp. 89-96. EDN WJGNMF. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 14.10.2025

Принят к публикации / Accepted for publication 20.11.2025



Трансформация морфометрических характеристик русла реки Промысловая бассейна Куршского залива после проведения мелиоративных работ

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-77-85>
EDN: IZDMUD

Научная статья
УДК 597.5:591.543.43(470.26)(06)

Алдушин Андрей Викторович – кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, Калининград, Россия
E-mail: aldushin@klgtu.ru

Алдушина Юлия Казимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, Калининград, Россия
E-mail: yuliya.aldushina@klgtu.ru

Калининградский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Адрес: Россия, 236022, г. Калининград, Советский пр-т, 1

Аннотация. В статье представлены результаты комплексной оценки трансформации морфометрических характеристик русла реки Промысловая (бассейн Куршского залива) после проведения мелиоративных работ в 2023-2025 годах. Исследование основано на сравнительном анализе данных батиметрических съемок, выполненных до (2021 г.) и после (2025 г.) указанных мероприятий, а также – на материалах контрольных обловов ихтиоценоза водотока в периоды 2018-2022 гг. и 2025 года. Установлено, что мелиоративные работы привели к выраженным изменениям морфометрии русла. На шести репрезентативных поперечных створах зафиксировано увеличение средней глубины на 30-40%, ширины русла – в 1,8-2,9 раза и площади поперечного сечения – в среднем на 176%, что кардинально улучшило пропускную способность водотока. Наиболее существенные преобразования произошли в ранее заилен-

ных устьевой и транзитной зонах. Анализ ихтиологических данных выявил определенные изменения в структуре рыбного сообщества. После проведения работ в реке впервые отмечена корюшка европейская – ценный проходной вид, являющийся индикатором улучшения условий миграции. Зафиксированы перераспределение долей доминирующих видов и изменения в размерно-видовой структуре рыбного сообщества реки. Полученные результаты свидетельствуют об успешном достижении цели мелиоративных работ – улучшении условий для нерестовых миграций рыб. Обоснована необходимость организации долгосрочного мониторинга для закрепления положительного эффекта.

Ключевые слова: река Промысловая, Куршский залив, морфометрические характеристики русла, мелиоративные работы, нерестовая миграция рыб, батиметрическая съемка, контрольные обловы

Для цитирования: Алдушин А.В., Алдушина Ю.К. Трансформация морфометрических характеристик русла реки Промысловая бассейна Куршского залива после проведения мелиоративных работ // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 77-85. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-77-85>

TRANSFORMATION OF THE MORPHOMETRIC CHANNEL CHARACTERISTICS OF THE PROMYSLOVAYA RIVER (CURONIAN LAGOON BASIN) FOLLOWING LAND RECLAMATION WORKS

Andrey V. Aldushin – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Kaliningrad, Russia

Yuliya K. Aldushina – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Kaliningrad, Russia

Kaliningrad State Technical University (KSTU)

Address: Russia, 236022, Kaliningrad, Russia, Sovetsky Prospekt, 1

Annotation. The article presents the results of a comprehensive assessment of the transformation of the morphometric characteristics of the Promyslovaya River channel (Curonian Lagoon basin) following reclamation works conducted in 2023-2025. The study is based on a comparative analysis of bathymetric survey data from before (2021) and after (2025) the interventions, as well as data from control fishing surveys of the watercourse's fish fauna during the periods of 2018-2022 and 2025. It was found that the reclamation works led to pronounced changes in channel morphology. At six representative cross-sections, an increase in average depth by 30-40%, channel width by 1.8-2.9 times, and an average increase in cross-sectional area by 176% were recorded, which radically improved the watercourse's capacity. The most substantial transformations occurred in the previously silted mouth and transition zones. Analysis of the ichthyological data revealed certain changes in the structure of the fish community. After the works, the European smelt, a valuable migratory species and an indicator of improved migration conditions, was recorded in the river for the first time. A redistribution of the proportions of dominant species and changes in the size and species structure of the river's fish community were also documented. The obtained results indicate the successful achievement of the reclamation works' goal – improving conditions for spawning migrations of fish. The necessity of establishing long-term monitoring to consolidate the positive effect is substantiated.

Keywords: Promyslovaya River, Curonian Lagoon, channel morphometric characteristics, land reclamation works, fish spawning migration, bathymetric survey, control fishing

For citation: Aldushin A.V., Aldushina Y.K. (2025). Transformation of the morphometric channel characteristics of the Promyslovaya River (Curonian Lagoon basin) following land reclamation works // Fisheries. No. 6. Pp. 77-85. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-77-85>

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

ВВЕДЕНИЕ

Морфометрические характеристики русла малых рек – ширина, глубина, конфигурация дна – являются ключевыми элементами, определяющими гидрологический режим, распределение скоростей течения, типы донных субстратов и, как следствие, условия обитания и воспроизводства водных биоресурсов. Антропогенное вмешательство в русловые процессы, в частности, – проведение мелиоративных работ, способно вызывать значительные трансформации рельефа и структуры биотопов, что неизбежно сказывается на структуре и продуктивности рыбных сообществ. Для водотоков, выполняющих функции нерестовых путей, изменения глубин и плановой конфигурации русла могут напрямую влиять на интенсивность и эффективность нерестовых миграций. Несмотря на то, что подобные мероприятия часто проводятся с целью улучшения условий нереста, их последствия могут носить неоднозначный и слабо прогнозируемый характер. Отсутствие комплексных исследований, непосредственно связывающих количественные изменения морфометрии русла с биологическими параметрами популяций рыб, создаёт серьёзный пробел в научных знаниях.

Река Промысловая, входящая в систему водотоков бассейна Куршского залива, представляет собой важный водный объект для воспроизводства ценных промысловых видов рыб. В последние годы здесь проводятся регулярные наблюдения за ходом нерестовых миграций рыб, включающие гидроакустические и ихтиологические исследования [1-3]. Эти работы позволили установить сезонную динамику нерестового хода, пространственную структуру концентраций производителей и диапазон гидрологических условий, при которых осуществляется миграция. Таким образом, накопленные данные по биологическим и гидрологическим параметрам р. Промысловая создают надежную научную основу для оценки последствий мелиоративных мероприятий, проведенных в её русле.

В 2023-2025 гг. на р. Промысловая были выполнены мелиоративные работы, включающие расчистку русла, углубление отдельных участков и удаление донных отложений [4]. Подобные вмешательства, предположительно, привели к изменению рельефа дна, глубины и ширины русла, что, в свою очередь, могло повлиять на гидродинамические условия на нерестовых участках и путях миграции рыб. Для объективной оценки этих изменений необходимо сопоставление морфометрических характеристик русла до и после проведения работ,

а также – анализ их возможного влияния на рыбное сообщество, в том числе на основе данных контрольных обловов.

Цель настоящего исследования заключается в оценке трансформации морфометрических характеристик р. Промысловая в бассейне Куршского залива после проведения мелиоративных работ и анализе возможного влияния этих изменений на условия нереста и показатели вылова рыб.

Для достижения поставленной цели предполагается:

- провести сравнительный анализ рельефа дна реки Промысловая до и после мелиоративных работ на основе данных батиметрических съемок;
- количественно оценить изменения ключевых морфометрических параметров русла реки (средней и максимальной глубины, ширины, площади поперечного сечения) по данным шести поперечных профилей;
- сопоставить данные контрольных обловов ставными сетями за два периода наблюдений (до и после проведения мелиоративных работ);
- проанализировать взаимосвязь между морфологическими изменениями русла и рыбохозяйственными показателями.

Проведение данного исследования позволит дать комплексную оценку последствий мелиоративных работ, что имеет фундаментальное значение для разработки научно обоснованных рекомендаций по рациональному управлению и сохранению водных биоресурсов бассейна Куршского залива.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

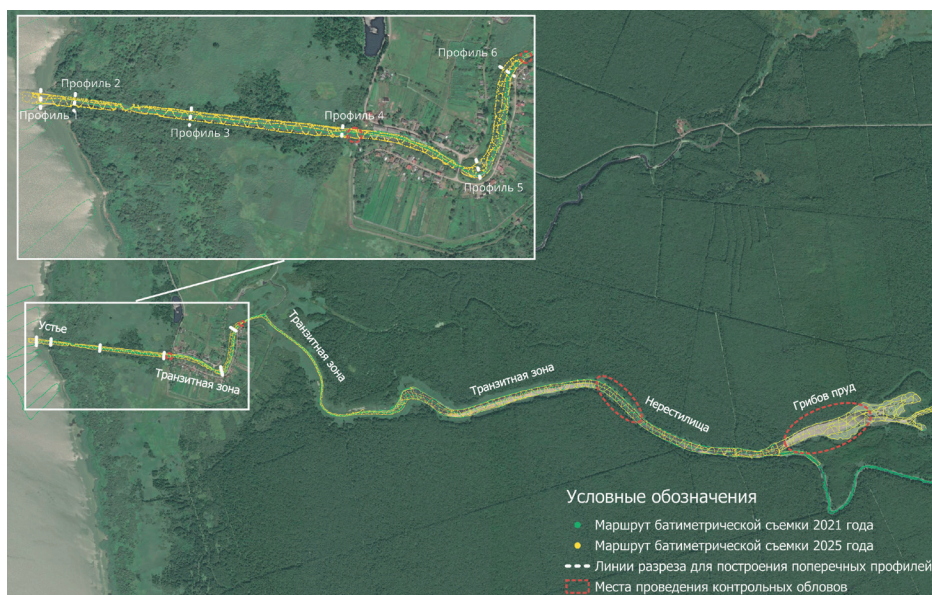
Исследования проводились на р. Промысловая – водотоке бассейна Куршского залива, играющем значимую роль в воспроизводстве полупроходных и пресноводных видов рыб. В период 2023-2025 гг. на данном водном объекте были проведены мелиоративные работы, включающие расчистку, углубление русла и удаление донных отложений. Общая протяженность реабилитированного участка составила около 6,7 км [4]. С целью оценки изменений морфометрических характеристик русла были использованы данные батиметрических съемок, проведенных в два периода:

- до мелиоративных работ (весна 2021 г.);
- после их проведения (весна 2025 г.).

Съемки выполнялись с использованием гидроакустического комплекса AsCor [5] на частоте 200 кГц с одновременной регистрацией географических координат посредством системы GPS/ГЛОНАСС. Схема галсов была разработана на основе методики, апробированной

Рисунок 1. Карта-схема маршрутов гидроакустических съемок 2021 и 2025 годов, расположения поперечных створов и мест проведения контрольных обловов

Figure 1. Map of hydroacoustic survey tracks (2021 and 2025), locations of cross-sections and control fishing sites



при гидроакустической оценке условий нерестовых миграций рыб на р. Прохладная Калининградской области [6]. Основу составили продольные маршруты движения судна вдоль центральной линии русла и берегов. На широких участках дополнительно применялись промежуточные галсы между центральной линией русла реки и ее берегами, а также галсы по типу меандра. Такая структура маршрутов движения судна позволила получить детальное представление о морфологии дна и устранить проблемы, упомянутые в работе по р. Прохладная [6].

Гидроакустическому обследованию был подвергнут участок реки протяженностью порядка 7,7 км, начиная от устья и заканчивая ее расширением – Грибовым прудом (рис. 1). На основе полученных данных были построены цифровые модели рельефа дна и продольные профили русла реки для обоих периодов наблюдений с использованием свободно распространяемой геоинформационной системы QGIS и среды электронных таблиц Microsoft Excel. В качестве метода интерполяции исходных значений глубин применялся геостатистический метод Кригинга с линейной моделью вариограммы, обеспечивающий сглаженную аппроксимацию данных с сохранением локальных особенностей рельефа.

С целью детального анализа изменений морфометрических характеристик, произошедших на наиболее заиленном и узком участке р. Промысловая – от ее устья до наиболее удаленной границы поселка Причалы вверх по течению (около 1,9 км), были выбраны шесть репрезентативных поперечных створов, расположенных в характерных морфологических

элементах русла – устье, участке, непосредственно расположенном за устьем, излучинах и прямолинейных отрезках русла (рис. 1). Для каждого створа в двух временных периодах были рассчитаны максимальная и средняя глубины, ширина русла, площадь поперечного сечения. Эти показатели использовались для количественной оценки характера и степени трансформации русла после проведения мелиоративных работ.

Оценка влияния изменений русла на рыбное сообщество р. Промысловая осуществлялась на основании контрольных обловов ставными сетями, выполненных в 2018, 2021, 2022 и 2025 годах. Обловы проводились в двух временных периодах – до (2018-2022 гг.) и после (2025 г.) мелиоративных работ, в сопоставимых гидрологических условиях (температура, уровень, прозрачность) на двух участках реки: транзитной зоне (1,5-2 км от устья) и на нерестилищах, включая Грибов пруд, в весенний период времени набором разнообразнейших жаберных сетей с шагом ячеей от 12 до 80 мм. Обработка уловов выполнялась в соответствии со стандартными методиками, принятыми в ихтиологических исследованиях: определялся видовой состав, а также – уловы на усилие в штучном и весовом выражениях по каждой сети. Всего было проведено порядка 930 контрольных обловов: из них 650 – в период 2018-2022 гг., 280 – в 2025 году.

Статистическая обработка и анализ данных осуществлялись в пакете Microsoft Excel. Построение цифровых моделей рельефа, профилей поперечных сечений и визуализации рельефа реки Промысловая выполнены в геоинформационной системе QGIS.



Рисунок 2. 3D-визуализация рельефа дна участка р. Промысловая (от устья до поселка Причалы) до (2021 г.) и после (2025 г.) проведения мелиоративных работ

Figure 2. 3D visualization of the riverbed relief in the Promyslovaya River section (from the mouth to Prichaly settlement) before (2021) and after (2025) land reclamation works

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ цифровых моделей рельефа дна р. Промысловая, построенных по данным батиметрических съемок 2021 и 2025 гг., показал выраженные изменения морфометрии русла после проведения мелиоративных работ (рис. 2).

Основные изменения коснулись устьевой части и транзитной зоны р. Промысловая: средняя глубина в устьевой части увеличилась с 1,0 м до 1,4 м (на 40%), в транзитной зоне – с 1,3 м до 1,7 м (на 31%), минимальная глубина увеличилась до 1,1 м (на 80%), максимальная – до 1,8 м и 2,8 м в устьевой и транзитной зонах, соответственно (рис. 3).

За транзитной зоной (зона нерестилищ и Грибова пруда) глубины, ожидаемо, не претерпели серьезных изменений, ввиду изначального отсутствия в данной части р. Промысловая мелководных участков: максимальные глубины достигают 5 м, минимальные составляют порядка 2 м, средняя глубина – около 4 метров. В Грибовом пруду минимальные, максимальные и средние глубины характеризуются значениями 1,3 м, 3,5 м и 2,8 м, соответственно.

Детальный анализ шести репрезентативных поперечных профилей подтвердил комплексный характер трансформации русла р. Промысловая (рис. 4, табл.). Наибольшие изменения отмечены в профилях, расположенных в устьевой и транзитной зонах, где изначально наблюдалось наиболее интенсивное заиливание

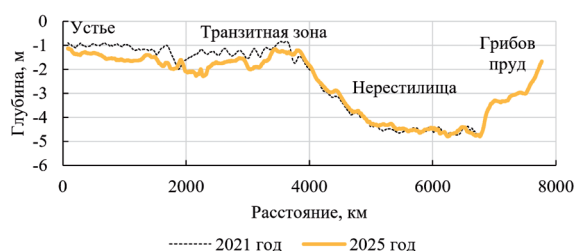


Рисунок 3. Продольные профили русла р. Промысловая, по данным батиметрических съемок 2021 и 2025 годов

Figure 3. Longitudinal profiles of the Promyslovaya River channel based on bathymetric surveys in 2021 and 2025

и обмеление русла. Профили 1 и 2 (устьевая зона) демонстрируют увеличение максимальной глубины с 0,8 м до 0,9 м и с 1,4 м до 1,6 м, соответственно. Особенно значительные изменения зафиксированы в профиле 2, где ширина русла увеличилась в 2,4 раза – с 17,9 до 42,7 м, а площадь поперечного сечения выросла на 176% – с 14,1 до 38,9 м².

Профили 3 и 4 (транзитная зона рассматриваемого участка) показывают разнонаправленную динамику максимальных глубин, при значительном расширении русла в 2,5 и 1,8 раза, соответственно. Площадь поперечного сечения увеличилась на 171% и 103%, что свидетельствует о комплексном переформировании русловых процессов.

Таблица. Морфометрические параметры русла реки, по данным шести поперечных профилей / **Table.** Morphometric parameters of the river channel based on six cross-sectional profiles

Профиль поперечного сечения	Год	Максимальная глубина, м	Средняя глубина, м	Ширина русла, м	Площадь поперечного сечения, м ²
Профиль 1	2021	0,8	0,5	54,4	24,6
	2025	0,9	0,7	53,0	36,8
Профиль 2	2021	1,4	0,8	17,9	14,1
	2025	1,6	0,9	42,7	38,9
Профиль 3	2021	1,5	0,7	17,4	12,3
	2025	1,2	0,8	43,4	33,5
Профиль 4	2021	1,5	0,8	22,7	16,7
	2025	1,4	0,8	41,5	34,0
Профиль 5	2021	1,1	0,6	21,9	12,7
	2025	1,3	1,0	55,9	55,2
Профиль 6	2021	2,4	1,2	14,9	18,2
	2025	1,8	1,4	43,2	58,7

Профили 5 и 6 (верхняя часть участка реки) демонстрируют наиболее выраженные изменения: в профиле 5 ширина русла увеличилась в 2,6 раза, а площадь сечения – в 4,3 раза; в профиле 6, при некотором уменьшении максимальной глубины, наблюдается увеличение ширины в 2,9 раза и площади сечения в 3,2 раза.

Обобщенный анализ всех шести профилей выявил общую закономерность, заключающуюся в значительном увеличении площади поперечного сечения (от 50% в профиле 1 до 333% в профиле 5) и расширении русла. Сред-

ний прирост площади сечения по всем профилям составил 176%, что свидетельствует о кардинальном улучшении пропускной способности русла.

В контексте условий нерестовой миграции, полученные данные демонстрируют, что мелиоративные работы коренным образом изменили условия на ключевых участках миграционного пути. Резкое увеличение ширины, отмечаемое практически во всех профилях, устранило существовавшие ранее узкости, которые могли создавать скопления рыб

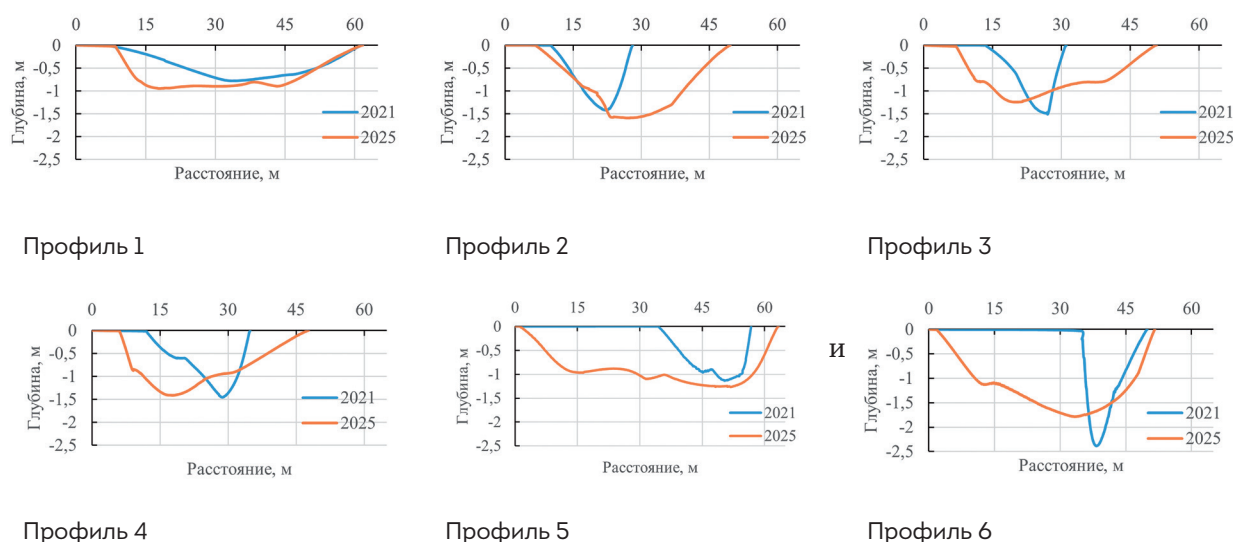


Рисунок 4. Поперечные профили русла р. Промысловая в шести репрезентативных створах, по данным батиметрических съемок 2021 и 2025 годов

Figure 4. Cross-sectional profiles of the Promyslovaya River bed at six representative cross-sections based on bathymetric surveys from 2021 and 2025

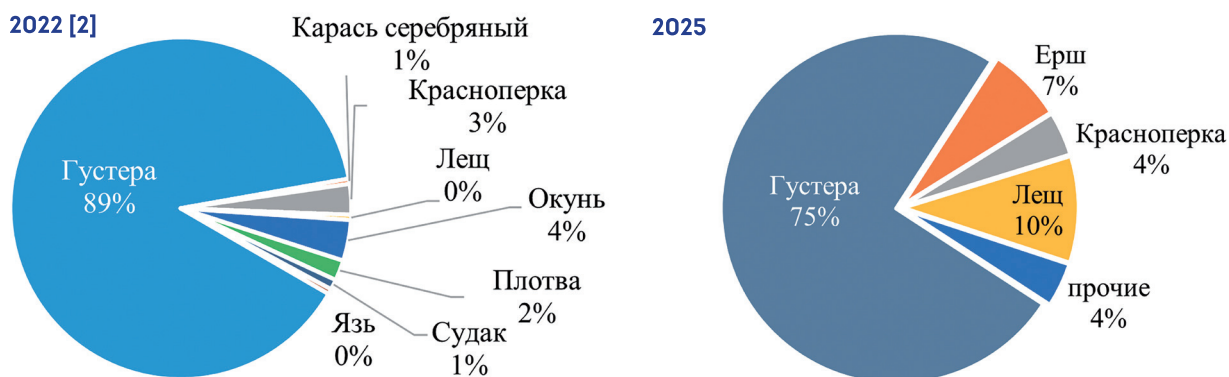


Рисунок 5. Видовая структура рыбного сообщества р. Промысловая по результатам контрольных обловов в транзитной зоне (2022 и 2025 гг.)

Figure 5. Species composition of the fish community in the Promyslovaya River based on control fishing in the transition zone (2022 and 2025)

являться фактором беспокойства. Значительное увеличение площади сечения и, как следствие, объема водной массы на единицу длины реки создает более стабильные гидрологические условия для нереста, снижая риск гибели икры при колебаниях уровня воды. Таким образом, произошедшие преобразования морфометрии русла носят комплексный характер и направлены на улучшение условий нерестовой миграции по всей длине расширенного участка реки.

Полученные результаты полностью соответствуют целям проведения мелиоративных работ – устранению препятствий для нерестовых миграций рыб за счет увеличения глубин и расширения русла. Устранение мелководных участков особенно значимо для обеспечения беспрепятственного прохода производителей ценных промысловых видов к нерестилищам,

расположенным в верхней части реки и Грибовом пруду.

С целью оценки влияния выявленных морфометрических изменений на рыбное сообщество р. Промысловая, был проведен сравнительный анализ данных контрольных обловов до и после проведения мелиоративных работ.

Качественный видовой состав р. Промысловая за период с 2018 по 2025 гг. в целом не претерпел серьезных изменений и был представлен 20 видами рыб [2]. Обловы в начале транзитной зоны (1,5-2 км от устья), выполненные в 2025 г., показали, что основу рыбного сообщества составляют четыре вида рыб со значительным преобладанием густеры. В сравнительном аспекте до и после мелиоративных работ видовая структура претерпела незначительные изменения (рис. 5). В целом, можно сделать вывод, что за период с 2022

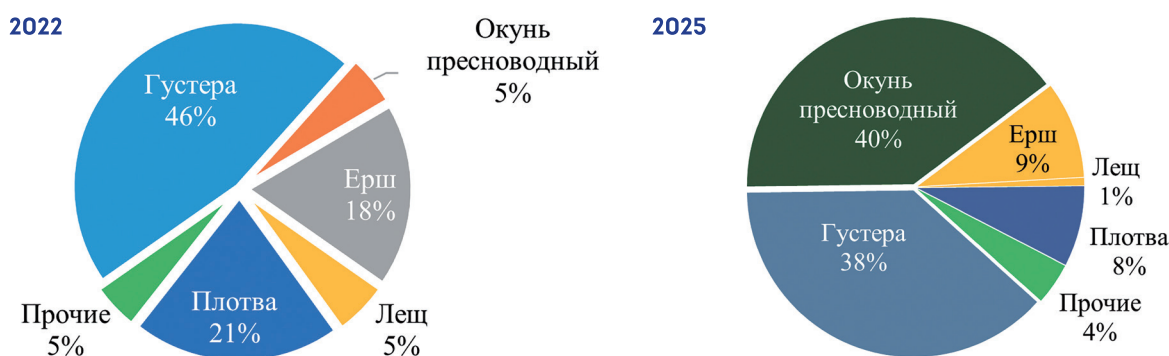


Рисунок 6. Видовая структура рыбного сообщества р. Промысловая по результатам контрольных обловов в зоне нерестилищ, включая Грибов пруд

Figure 6. Species composition of the fish community in the Promyslovaya River based on control fishing in the spawning grounds area, including Gribov Pond

по 2025 годы сохранилось доминирование густеры, но увеличилась доля леща, совершающего нерестовую миграцию в р. Промысловая.

В районе нерестилищ и Грибова пруда в видовой структуре рыбного сообщества в 2025 г. по сравнению с 2022 г. можно отметить доминирование окуня пресноводного и густеры и снижение численности плотвы, ерша, леща и прочих видов (рис. 6). К группе прочие виды относятся вьюн, голавль, горчак, жерех, карась золотой, карась серебряный, карп, корюшка европейская, красноперка, линь, пескарь, рыбец, укля, щука, язь. Следует отметить, что в 2025 г. впервые была отмечена корюшка европейская, которая является ценным промысловым видом в бассейне Куршского залива. Это позволяет сделать вывод о благоприятных условиях р. Промысловая с точки зрения нерестовых миграций проходных и полупроходных ценных видов рыб после проведения мелиоративных работ.

Анализ размерно-видовой структуры, полученной на основании контрольных обловов, выполненных в 2025 г., показал, что основную долю по численности среди размерных групп 7-11 см составляют окунь и ерш. Особи с длиной тела 13-25 см в подавляющем большинстве представлены густерой. Размерные группы свыше 26 см, а также размерная группа 23 см представлены в подавляющем большинстве исключительно лещом. Среди крупных особей, помимо леща, также отмечается щука. Основные изменения в размерно-видовой структуре, по сравнению с 2022 г., коснулись мелкоразмерных особей: так, если в 2022 г. основу размерных групп составляли плотва и густера, то в 2025 г. основная доля пришлась на окуня и ерша (рис. 7).

Сравнительный анализ данных контрольных обловов до и после мелиоративных работ выявил определенные качественные изменения в ихтиоценозе р. Промысловая. Наиболее значимый результат – первая регистрация в 2025 г. корюшки европейской – ценного проходного вида, индикатора хорошей проточности и удовлетворительного кислородного режима. Это косвенно свидетельствует об улучшении условий среды на миграционном пути после проведения мелиорации.

Кроме того, произошли заметные изменения в видовой структуре сообщества. В тран-

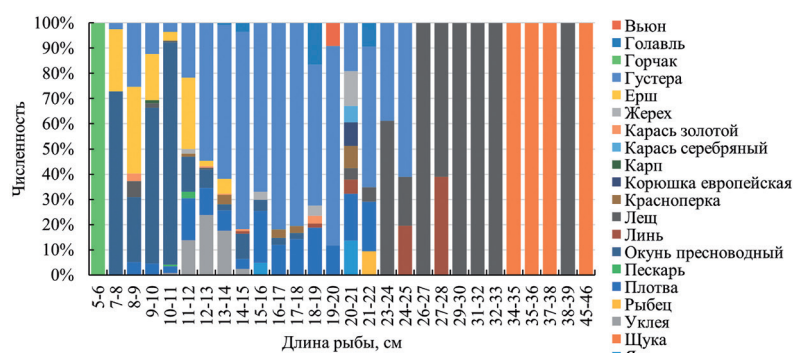


Рисунок 7. Размерно-видовая структура рыбного сообщества р. Промысловая по результатам контрольных обловов в зоне нерестилищ, включая Грибов пруд

Figure 7. Species composition of the fish community in the Promyslovaya River based on control fishing in the spawning grounds area, including Gribov Pond

зитной зоне сохранилось доминирование густеры, но увеличилась доля леща, что может указывать на улучшение условий для миграции более крупных производителей. В зоне нерестилищ, напротив, возросла доля окуня пресноводного и густеры при снижении численности плотвы, ерша и леща. Изменения в размерно-видовой структуре, выразившиеся в увеличении доли окуня и ерша среди мелкоразмерных особей, также свидетельствуют о перераспределении видов по биотопам после преобразования русла.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные исследования позволили дать комплексную количественную оценку трансформации русла р. Промысловая после масштабных мелиоративных работ. Установлено, что мероприятия по расчистке и углублению привели к значительным изменениям морфометрических характеристик на протяжении всего реабилитированного участка. Произошло кардинальное улучшение пропускной способности русла, что выразилось в увеличении средней глубины на 30-40%, ширины русла в 1,8-2,9 раза и площади поперечного сечения в среднем на 194%, по данным шести контрольных створов. Наиболее сильная трансформация была зафиксирована в ранее сильно заиленных устьевой и транзитной зонах, где были устранены узкие мелководные участки, создававшие потенциальные препятствия для нерестовой миграции.

Биологическая часть исследования подтвердила комплексное влияние изменений морфометрии на ихтиоценоз. Наиболее значимый ре-

зультат – первая регистрация в р. Промысловая после проведения работ корюшки европейской – ценного проходного вида, что служит индикатором улучшения условий среды на миграционном пути. Также были отмечены изменения в видовой структуре сообщества, выразившиеся в увеличении доли леща в транзитной зоне и перераспределении доминирующих видов на нерестилищах. Эти качественные изменения в структуре ихтиоценоза, наряду с выравниванием профиля русла и ликвидацией пространственных барьеров, свидетельствуют о достижении основной цели мелиоративных работ – улучшении условий для нерестовых миграций рыб.

Однако, следует подчеркнуть, что эффект от мелиоративных мероприятий носит временный характер и во многом зависит от последующих процессов руслоформирования. В связи с этим целесообразно организовать долгосрочный мониторинг морфометрических и биологических параметров, включающий регулярные батиметрические съёмки и проведение обловов рыбного населения данного водотока, что позволит как своевременно выявлять возможные тенденции к заиливанию или деградации, так и наоборот – отмечать улучшение условий для миграции промысловых видов рыб в р. Промысловая к местам нереста.

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад авторов в работу: **Алдушин А.В.** – идея работы, сбор и анализ данных, построение инфографики, подготовка статьи (введение, материалы и методы исследований, результаты исследований и их обсуждение); **Алдушина Ю.К.** – идея работы, анализ данных, подготовка текста статьи (результаты исследований и их обсуждение, заключение), построение инфографики.*

*The authors declare that there is no conflict of interest. Author Contributions: **Aldushin A.V.** – conception of the work, data collection and analysis, infographics design, article preparation (introduction, materials and methods, results and discussion); **Aldushina Y.K.** – conception of the work, data analysis, article text preparation (results and discussion, conclusion), infographics design.*

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Ляхов А. В., Алдушин А. В. Особенности нерестовой миграции рыб на р. Промысловая бассейна Куршского залива в 2023 г. // Вестник молодежной науки. 2025. № 1(48). С. 9. [https://doi.org/10.46845/2541-8254-2024-1\(48\)-9-9](https://doi.org/10.46845/2541-8254-2024-1(48)-9-9).
2. Алдушин А. В., Алдушина Ю. К., Бурбах А. С. Характеристика нерестовой миграции рыб в реках бассейна Куршского залива на примере реки Промы-

- ловая // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 71-78. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-2-71-78>.
3. Ляхов А. В., Алдушин А. В. Динамика нерестового хода рыб на реке Промысловая бассейна Куршского залива весной 2023 года // Рыбохозяйственная наука в XXI веке: ключевые направления развития: III Междунар. науч.-практ. конф. и V Школа молодых ученых и специалистов (Москва, 7–10 апр. 2025 г.). – М.: ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО». 2025. С. 251-255.
4. Завершена расчистка реки Промысловая в Славском округе // Правительство Калининградской области: [сайт]. – 2025. – URL: https://gov39.ru/press/375998/?sphrase_id=2758133 (дата обращения: 09.11.2025).
5. Дегтев А.И. [и др.] Количественная оценка проходных рыб гидроакустическим методом на мелководных водотоках // Рыбное хозяйство. 2007. № 6. С. 102.
6. Алдушин А.В., Новозhilов О.А. Гидроакустическая оценка условий нерестовых миграций рыб на примере р. Прохладной Калининградской области // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 110-113. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-6-110-114>.

LITERATURE AND SOURCES

1. Lyakhov A.V., Aldushin A.V. (2025). Features of fish spawning migration in the Promyslovaya River of the Curonian Lagoon basin in 2023. // Bulletin of Youth Science. No. 1(48). P. 9. [https://doi.org/10.46845/2541-8254-2024-1\(48\)-9-9](https://doi.org/10.46845/2541-8254-2024-1(48)-9-9). (In Russ.)
2. Aldushin A.V., Aldushina Yu.K., Burbakh A.S. (2024). Characteristics of fish spawning migration in the rivers of the Curonian Lagoon basin on the example of the Promyslovaya River. // Fisheries. No. 2. Pp. 71-78. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-2-71-78>. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Lyakhov A.V., Aldushin A.V. (2025). Dynamics of the fish spawning run in the Promyslovaya River of the Curonian Lagoon basin in the spring of 2023. In: *Fisheries Science in the 21st Century: Key Development Directions: III International Scientific and Practical Conference and V School of Young Scientists and Specialists (Moscow, April 7-10, 2025)*. – Moscow: VNIRO Publishing. Pp. 251-255. (In Russ.)
4. Cleaning of the Promyslovaya River in the Slavsk District has been completed. (2025). Government of the Kaliningrad Region: [website]. URL: https://gov39.ru/press/375998/?sphrase_id=2758133 (accessed: 09.11.2025). (In Russ.)
5. Degtev A.I. [et al.] (2007). Quantitative assessment of migratory fish by the hydroacoustic method in shallow watercourses. // Fisheries. No. 6. P. 102. (In Russ., abstract in Eng.)
6. Aldushin A.V., Novozhilov O.A. (2023). Hydroacoustic assessment of the conditions for fish spawning migrations on the example of the Prokhladnaya River in the Kaliningrad Region. // Fisheries. No. 6. Pp. 110-113. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-6-110-114>. (In Russ., abstract in Eng.)

Материал поступил в редакцию / Received 11.11.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 12.11.2025



Демография, таксономия, генетика модели енисейского осетра. 20 лет спустя.

Часть 4. Полиморфизм микросателлитных локусов сибирского осетра (*Acipenser baerii*)

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-86-96>

Научная статья УДК 577.472

EDN: ILCHLD

Гайденок Николай Дмитриевич – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры «Природообустройство», Институт землеустройства, кадастров и природообустройства ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия
E-mail: ndgay@mail.ru

Пережилин Александр Иванович – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры «Природообустройство», Институт землеустройства, кадастров и природообустройства ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет», Красноярск, Россия
E-mail: alexpr_1982@mail.ru

Адрес :

1. Институт землеустройства, кадастров и природообустройства ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» – Россия, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 70

Аннотация. На основе результатов факторного анализа морфометрических признаков, микросателлитных локусов и митообъектов осетров сектора «Понт – Пацифика», рассмотрена семантическая интерпретация взаимодействия ядерного (менделеевская генетика) и цитоплазматического (митообъектный состав) геномов в виде единой целостности – плоскость в пространстве трех главных факторов. Построены регрессионные зависимости «вес – гаплообъектный состав», «вес – состав аллелей микросателлитных локусов» и «состав аллелей микросателлитных локусов – гаплообъектный состав». Детерминированы прямые и обратные морфометрические, митообъектные и волны аллелей микросателлитных локусов по результатам факторного анализа выборок различных водоемов сектора «Понт – Пацифика».

Ключевые слова: осетры сектора «Понт – Пацифика», митообъект, гаплотип, гаплогруппа, полиморфизм микросателлитных локусов, факторный анализ, морфометрические признаки, митообъектные волны, морфометрические волны, волны аллелей микросателлитных локусов, ядерный, цитоплазматический геном, взаимодействие ядерного и цитоплазматического геномов, зависимость «вес – гаплообъектный состав», зависимость «вес – состав аллелей микросателлитных локусов», «состав аллелей микросателлитных локусов – гаплообъектный состав»

Для цитирования: Гайденок Н.Д., Пережилин А.И. Демография, таксономия, генетика модели енисейского осетра. 20 лет спустя. Часть 4. Полиморфизм микросателлитных локусов сибирского осетра (*Acipenser baerii*) // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 86-96.
<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-86-96>

DEMOGRAPHY, TAXONOMY, GENETICS MODEL OF THE YENISEI STURGEON – 20 YEARS LATER. PART 4. POLYMORPHISM OF MICROSATELLITE LOCI OF THE SIBERIAN STURGEON (*ACIPENSER BAERII*)

Nikolay D. Gaidenok – Doctor of Biological Sciences, Professor, Professor of the Department of Environmental Management, Institute of Land Management, Cadastre and Environmental Management, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Alexander I. Perezhilin – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Environmental Management, Institute of Land Management, Cadastre and Environmental Management, Krasnoyarsk State Agrarian University, Krasnoyarsk, Russia

Address:

1. Institute of Land Management, Cadastre and Environmental Management, Krasnoyarsk State Agrarian University – Russia, 660041, Krasnoyarsk, Svobodny Ave. 70

Annotation. Based on the results of a factor analysis of morphometric features, microsatellite loci and mitoobjects of sturgeons of the Pontypatic sector, the semantic interpretation of the interaction of nuclear (Mendeleev genetics) and cytoplasmic (mitoobject composition) genomes in the form of a single integrity is considered – a plane in the space of three main factors. Regression dependences “weight – haploobject composition”, “weight – composition of alleles of microsatellite loci” and “composition of alleles of microsatellite loci – haploobject composition” are constructed. Direct and reverse morphometric, mitoobject, and allele waves of microsatellite loci are determined based on the results of factor analysis of samples from various reservoirs in the Pont Pacifica sector.

Keywords: sturgeons of the Pont – Pacifica sector, mitoobject, haplotype, haplogroup, polymorphism of microsatellite loci, factor analysis, morphometric features, mitoobject waves, morphometric waves, waves of alleles of microsatellite loci, nuclear, cytoplasmic genome, interaction of nuclear and cytoplasmic genomes, dependence «weight – haploobject composition», the relationship «weight – the composition of alleles of microsatellite loci», «the composition of alleles of microsatellite loci – haploobject composition»

For citation: Gaidenok N.D, Perezhilin A.I. (2025). Demography, taxonomy, genetics model of the Yenisei sturgeon. 20 years later. *Part 4. Polymorphism of microsatellite loci of the Siberian sturgeon (Acipenser baerii)* // Fisheries. No. 6. Pp. 86-96. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-86-96>

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

ВВЕДЕНИЕ

Прежде чем перейти к заключительной части исследования сибирского осетра – полиморфизма микросателлитных локусов – сделаем замечание следующего плана: результаты исследования данной области главным образом необходимы для целей искусственного воспроизводства, ибо знание этих вопросов – какое стадо (субпопуляцию популяционного континуума) и какими объемами и темпами необходимо воспроизводить определяет количество, мощность и размещение нересто-выростных хозяйств осетровых.

На данном шаге исследований сибирского осетра продолжается изучение взаимосвязи результатов генетических и морфометрических исследований сибирского осетра, включая взаимодействие ядерного (менделеевская генетика) и цитоплазматического (митобъектный состав)

геномов, а именно – в третьей части исследований сибирского осетра [2; 4], на основе факторного и регрессионного анализа, были проанализированы взаимоотношения экспериментального распределения митотипов – (митов Mt) [1; 5], как с географической локализацией – митотипные волны, так и с морфометрическими показателями (морфы Mr) зависимости среднего веса от долей мито - гаплообъектов.

Взаимодействие ядерного и цитоплазматического геномов в настоящее время еще не столь достаточно изучено, и представлено в печати довольно ограниченным числом работ, преимущественно на растениях, и тем самым является для ихтиологии и, особенно для осетроводства, актуальной задачей. В числе основополагающих фактов, полученных в результате исследований, в данном разделе генетики выявлено, что:

- митохондрии передаются только по материнской линии без расщепления и скрещивания с отцовскими;
- изменения мтДНК возможны за счет мутаций с частотой $10^{-8} \div 10^{-6}$ на поколение;
- сохранение новой мутации (жизнеспособность новой зиготы) происходит под контролем вновь созданной в результате скрещивания ядерной ДНК.

Ввиду того, что, с одной стороны, особенности передачи мтДНК существенно отличаются от особенностей взаимодействия ядДНК, а с другой – как, выше отмеченное, наличие митотипных волн, так и известный факт вызывают потребность в установлении определенной эквивалентности между рассматриваемыми процессами, являющимися иллюстрацией взаимодействия ядерного и цитоплазматического геномов, которое на примере митотипа «baerii – like» у русского осетра в Каспийском море рассмотрено в работе [4].

В данном исследовании приводятся результаты факторного анализа второго раздела генетических исследований – полиморфизма микросателлитных локусов (миксатов Ms), данные по которому были заимствованы из работы [1], и их сопоставление с результатами факторного анализа митов и морфов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве материалов были заимствованы результаты генетических исследований из работ [1; 5], где, по мнению А.Е. Барминцевой [1], положение дел характеризуется следующим: «За последнее время значительно расширилась база генетических образцов сибирского осетра и стерляди из Енисея, а, соответственно, и обнаружили много новых митохондриальных гаплотипов, как свойственных только енисейской группе осетров, так и общих предковых гаплотипов. Подтверждено, что, в отличие от енисейской стерляди, которая дифференцируется как от европейской, так и от обско-иртышской со 100% вероятностью, сибирский осетр Енисея ни по митохондриальным, ни по ядерным маркерам с такой большой вероятностью не дифференцируется от других популяций сибирского осетра». И далее цитируемый автор предлагает проводить уже сравнение, но не отдельных экземпляров, а выборку водоемов по статистическим критериям согласия – Колмогорова-Смирнова или χ^2 .

Приводим результаты морфометрических исследований из широкого круга классических работ, ссылки на которых даны в работе [4].

К методам применено использование многомерного статистического анализа, аналитической геометрии и линейной алгебры.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

К основной стратегии использования вышеупомянутых разделов математики стоит отнести не столько их номинацию, сколько организацию.

Общая схема анализа здесь следующая:

- на основе факторного анализа происходит инъективное отображение многомерного пространства показателей в 3D. Для митов имеем размерность 51 [1]; морфов – 11 классических меристических признаков, которые в ряде случаев дополняются пятью пластическими, т.е. размерность 6 или 11; в случае миксатов размерность уже составляет 96-109 [1];
- на основе классического линейного отображения осуществляется биекция 3D в единичный неотрицательный октант $R_3 + - 3E$;
- все дальнейшее сравнение локализаций наборов, соответствующих рассматриваемой области исследований, происходит в 3E.

Базисной идеей здесь послужила гомология (подобие) локализации результатов факторного анализа митов, морфов и миксатов в единичной области первого неотрицательного октанта $R_3 +$ (рис. 42)

Действительно, здесь для митов, морфов и миксатов наблюдается практически одна картина – крайними точками, как на географической карте, являются Обь и Лена (рис. 43), а меж ними – близкорасположенные Енисей с Байкалом и, отдаленная от Енисея с Байкалом, Колыма (рис. 30-33 и рис. 37) 40 из [4]. Здесь стоит отметить, Ms имеет крайне мало отличий от рис. 3.10.6 [1] (рис. 42).

Что практически подобно «врезанию» волн тихоокеанской ветви (клады) в волну атлантической ветви (клады) осетров (рис. 43 или рис. 37 из [2; 3]) и подтверждается морфологическим сходством по крайней мере амурского и енисейского осетра (рис. 29-30) из [4], который во время мегацунами попал из Байкала в Енисей.

При другой ориентации осей в первом единичном октанте пространства R_3 , определяемого факторными векторами (f_1, f_2, f_3) в базисах митов, миксатов и морфов, получаются следующие результаты, не столь очевидные на исходных данных. Например, все комплексы показателей (морфы, миты и миксаты) имеют следующую геометрическую структуру – 4 из 5 точек, отражающих водоемы, принадлежат одной плоскости (рис. 44), что является иллюстрацией определенной феноменологической целостности.

Из рассматриваемого сопоставления полученных результатов факторного анализа миксатов, митов и морфов отчетливо видно

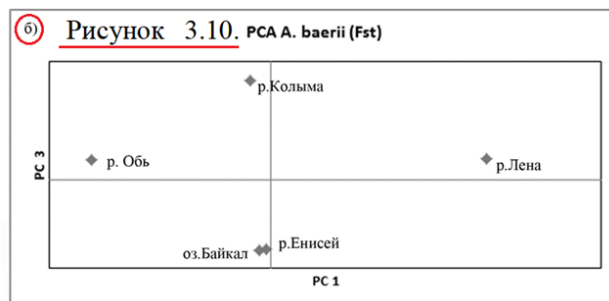
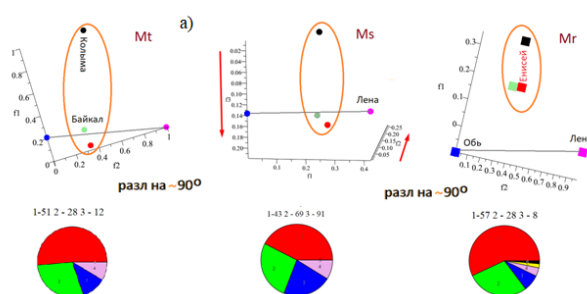


Рисунок 42. Соответствие результатов факторного анализа митов Mt, морфов Mr и миксатов Ms данного исследования результатам рис. 3.10.б. из [1]

Figure 42. Correspondence of the results of factor analysis of mit Mt, morphs Mr and mixats Ms of this study to the results of Fig. 3.10.b. from [1]

наличие довольно подобной геометрической локализации данных.

Кроме того, из рисунка 44 также заметно, что плоскости митов и миксатов, которым принадлежат водоемы Оби, Енисея, Байкала и Лены, довольно гомологичны друг другу, в то время как плоскость морфов, по отношению к плоскостям митов и миксатов, имеет обратную ориентацию самих плоскостей (на 90°) и точек, соответствующих Енисею и Лене.

Для набора морфов также наблюдается закономерность с отдалением одной точки, но только здесь отдалена уже Обь и данный факт соответствует вышеотмеченному классическому подразделению вида сибирского осетра.

В то же время Колыма для обоих типов генетических исследований – митов и миксатов – находится довольно далеко от рассматриваемых плоскостей и отражает иллюстрацию к задаче нахождения расстояния от точки до плоскости. Такое положение дел возможно в двух случаях – это либо некорректно взятая проба или осетр Колымы принадлежит другому типу осетровых, а именно – тихоокеанской ветви (кладе), в то время как остальные точки относятся к атлантической ветви осетров.

Последний случай не только наиболее вероятен, но и представляется наиболее реаль-

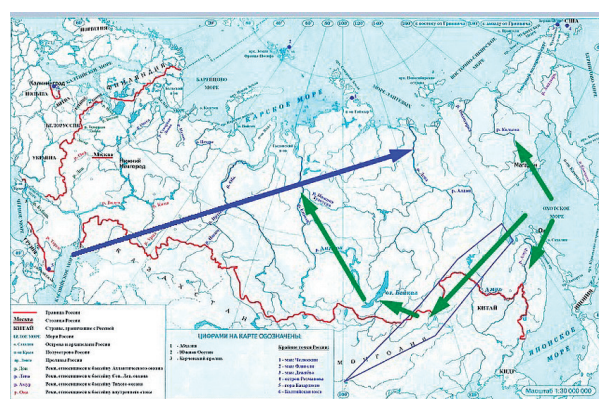


Рисунок 43. Палео-движение волн в секторе «Понт – Пацифика»

Figure 43. Paleo-wave movement in the Pont-Pacific sector

ным в силу базового принципа выделения сибирского осетра как вида, предложенного Г.И. Рубаном [4], имеющего следующую смысловую нагрузку: «Внутрибассейновая дисперсия элементов соответствующих популяционных континуумов перекрывает межбассейновую дисперсию. Поэтому всю разнород-

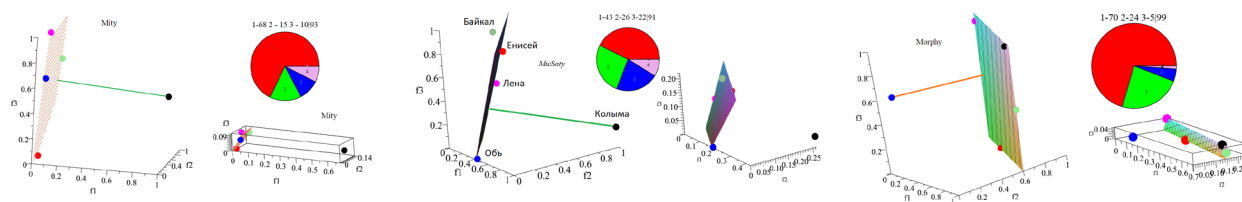


Рисунок 44. Результаты факторного анализа митов Mt, морфов Mr и миксатов Ms

Figure 44. Results of factor analysis of Mt mitoses, Mr morphs, and Ms mixats

ность от Урала до Колымы следует называть сибирским осетром». Что вполне повторяет историческую реальность определения русской нации в XIX веке, когда элементы набора национальностей – «поляк, остзейский немец, татарин, грузин, узбек и прочие нации не из восточных славян, входящих в состав Российской империи – все вместе являются русскими».

В соответствии с выше сказанным, в настоящее время вид *Acipenser baerii* Brandt, 1869, либо считают монотипическим, либо выделяют в нем, что более реально, до четырёх подвидов:

Подвид	Локализация
<i>Acipenser baeri baerii</i> Brandt, 1869	Обской бассейн
<i>Acipenser baeri stenorrhynchus</i> Nikolsky, 1896	Енисей
<i>Acipenser baeri baicalensis</i> Nikolsky, 1896	озеро Байкал
<i>Acipenser baeri chatys</i> Drjagin, 1948	Гыда, Пясины, Хатанга; Лена, Яна, Индигирка, Колыма под вопросом

Однако данное положение дел вполне характерно для того случая, когда географическое пространство от Урала до Колымы (рис. 43) является экотопом или, если сказать более категорично, ареной гибридизации между тихоокеанской и атлантической ветвями осетров. И здесь напрашивается мнение, что «заверхожанские» осетры, как минимум – гибриды указанных ветвей.

Дальнейшим шагом анализа является детализация взаимодействия ядерного и цитоплазматического геномов СО формальным путем установления количественной эквивалентности данных по Оби, Енисею, Байкалу и Лене для митов и миксатов.

Визуальное совмещение локализаций митов Mt и миксатов (отражает взаимодействие цитоплазматического и ядерного геномов) из рисунка 42 или рисунка 44 дает следующую картину в базисе (f_1, f_2) для Mt и в базисе (f_1^s, f_2^s) для Ms (рис. 45).

Что естественным образом приводит к необходимости прибегнуть к преобразованию координат (поворота и растяжения) для приведения базисов Mt и Ms к некоторому единому, с целью максимальной близости координат точек объектов, в первом единичном октанте пространства R3, задаваемого в зависимости от типа объектов тройками векторов (f_1, f_2, f_3) для митов – (f_1^t, f_2^t, f_3^t) и миксатов – (f_1^s, f_2^s, f_3^s), путем решения задачи минимизации (1):

$$\sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^3 |f_i^j - f_i^{#j}| \rightarrow \min, i = 1, 2, 3; \quad (1)$$

$j = 1 : N$ – число объектов

$f_i^* = f_i^{\#}, p[Mr_j], p[Mt_i], p[Ms_j]$, – частоты соответствующих морфов, митов и миксатов

$$f_1^t = (r_1^1 p[Dr_1] + r_1^2 p[Da^2] + \dots + r_1^n p[PrFront_n]), Nr = 11,$$

$$f_1^t = (t_1^1 p[BaeH_1] + t_1^2 p[BaeH_2] + \dots + t_1^n p[BaeH_n]), Nt = 51,$$

$$f_1^s = (s_1^1 p[An20145] + s_1^2 p[An20149] + \dots + s_1^n p[Afug41261]), Ns = 96$$

Иллюстрации результатов решения задачи минимизации (1) представлены на рисунке 46. Здесь отчетливо видны, как для Сибири, так и в результатах анализа различных коллективов исследователей – генетики и ихтиоморфологи – для экспериментальных данных, принадлежности соответствующим плоскостям «миты – миксаты» только для Сибири и «морфы – миксаты» для Сибири и сектора Голарктики

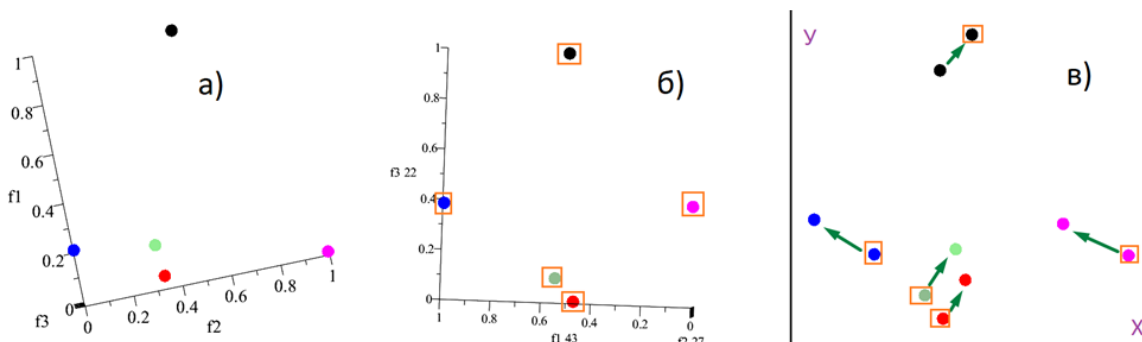


Рисунок 45. Идеи сравнения морфом, митов и миксатов
Figure 45. Comparison ideas for morphs, myths, and mixats

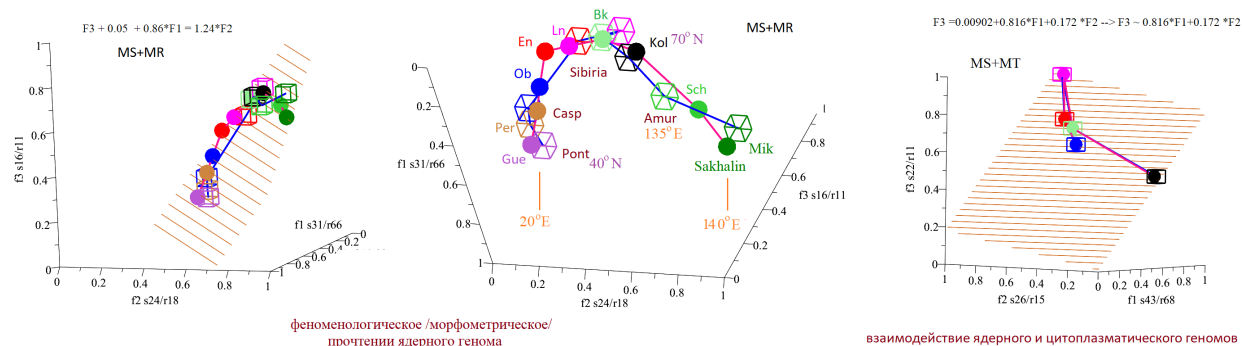


Рисунок 46. Результаты решения задачи (1): а – «Понт – Пацифика», б – Сибирь

Figure 46. Solution of problem (1): a – Pont-Pacific, b – Siberia

«Понт – Пацифика» и кривым второго порядка, расположенным в этих плоскостях. Это позволяет предполагать наличие уже функциональной зависимости между морфами, митами и миксатами и получить представление как о взаимодействии ядерного и цитоплазматического геномов, так и о феноменологическом (экологическом) прочтении ядерного генома. Что в свою очередь проливает свет на степень важности замен нуклеотидов, точнее – столь ли они существенны, ибо формальное прочтение генома, как это уже упоминалось в части 3 [4] представляет собой яркий аналог «манускрипта Войнича»: все символы известны, а предметный смысл – загадка, как и вытекающие отсюда предположения, определяемые рисунками растений.

Кроме того, взаимосвязь «миты – миксаты» для Сибири качественно напоминает вышеупомянутое отдаление Колымы от других водоемов.

Итак, получено, пусть даже формальным образом, равенство координат в базисах митов, миксатов и морфов в первом единичном октанте пространства R3 для точек как главных сибирских рек, так и для сектора Голарктики «Понт – Пацифика». На рисунке 46 даже видна, для случая морфов и миксатов, корреляция

локализации точек с географической локализацией «дуги» рассматриваемых бассейнов (рис. 47). Впрочем, в прошлой части исследования (митотипический полиморфизм) это было показано для митов по данным (Поб) для сибирского региона без Байкала.

Здесь стоит отметить тот факт, что, к глубокому сожалению, геоморфология и гидрография морей и рек в периоды Оligocene 34-23 млн лет назад, Miocene 23-5,3 млн лет назад, Pliocene 5,3-2,58 млн лет назад, Pleistocene 2,58 млн лет назад – 11,7 тыс лет назад на настоящий момент времени слабо изучена для азиатской части Евразии и несомненно была иной в плане общностей водных бассейнов, как Понта и Каспия даже с Обью, не говоря об амурском бассейне, так и для Байкала и Колымы с Тихоокеанским бассейном.

Однако здесь остается загадкой отдаление осетра Колымы от Оби, Енисея, Лены и Байкала для митов и миксатов по данным [1] (рис. 44) и Оби от Енисея, Лены, Колымы и Байкала для морфов по данным о морфометрии сибирского осетра. Получение решения данной проблемы реализуем путем сравнительного анализа данных по митам и миксатам [1] и морфам для осетров сектора «Понт – Пацифика».



Рисунок 47. Географическая локализация «дуги» рассматриваемых бассейнов

Figure 47. Geographical localization of the «arc» of the basins under consideration

1. «Понт – Пацифика» – «0 1 0 0 1 0»
и «0 1 0 0 1 1» – 2, 5 и 6 факторы;
2. «Пацифика – Понт» – «1 0 1 1 0 0»
и «1 0 1 1 0 1» – 1, 3, 4 и 6 факторы,

объединение которых дает «1 1 1 1 1 1», а пересечение – «0 0 0 0 0 0», они дополняют друг друга. Причем доминирующим в волне «Понт – Пацифика» является фактор 2, а в волне «Пацифика – Понт» – фактор 3. Первый главный фактор появляется в фронтах обеих волн только в совокупности с 4-6 факторами.

При построении булеана или показательного множества (множество, состоящее из всех подмножеств данного множества) для 6 факторов, дающих 97% факторной нагрузки, было обнаружено 8 фронтов волн (ниже приводятся отдельные):

На рисунках 51 и 52 показаны результаты регрессионного анализа фронтов волн рассматриваемых объектов по типу «Восходящая волна от восходящей, нисходящая от нисходящей» где получены высокие коэффициенты детерминации – они не ниже 0,71.

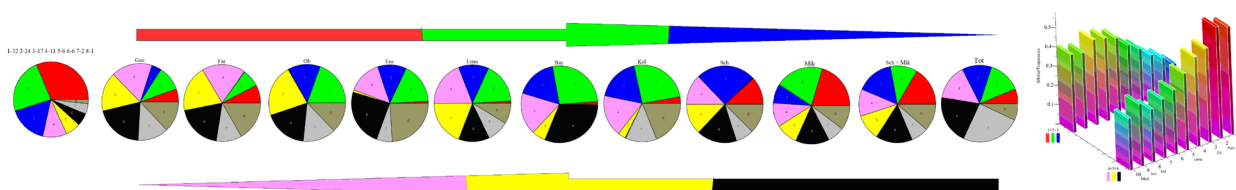


Figure 48. Information picture of factor load for mixats: a – diagram for sturgeons of all reservoirs; b – for specific reservoirs; c – graphical representation of waves

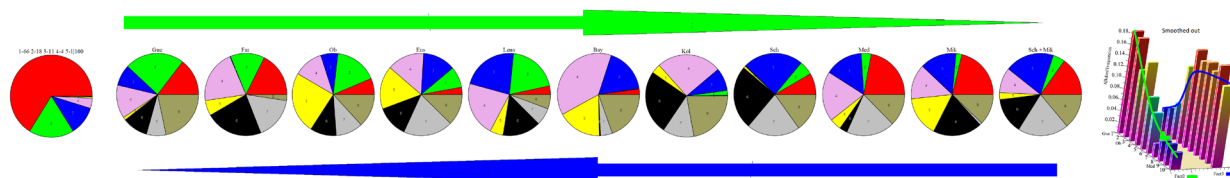


Figure 49. Same for morphs as in Figure 48

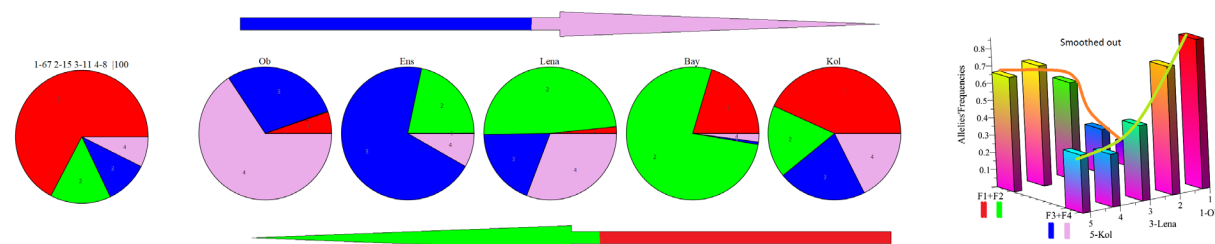


Figure 50. Same for myths as in Figure 48

Если сравнивать представление прямых и обратных волн в графической форме (рис. 48-50), то здесь будем иметь следующие соотношения между комбинациями факторов (табл. 1). При этом необходимо отдавать себе отчет в том, что фактически здесь в виде указанных в табл. 1 комбинаций имеется всего одно следующее соотношение:

$$j=1^{97}\sum_j a_j S_j = j=1^{51}\sum_j b_j T_j = j=1^{11}\sum_j c_j R_j,$$

где a_j , b_j , c_j – коэффициенты в соответствующих наборах показателей миксатов, митов и морфов из интервала (-3,3).

Теперь вернемся к сопоставлению возрастных распределений веса осетров Оби, Енисея, Байкала, Лены и Колымы. Здесь на рисунке 53 результаты регрессионных зависимостей их среднего веса в диапазоне возрастов 20+ - 40+ от первых трех факторов морфов, митов и миксатов – (3).

$$W_j = \sum a_i F_j^i \quad i=1, 2, 3 \quad (3)$$

Получены хорошие результаты для троек «Обь – Енисей – Лена» и «Байкал – Енисей – Лена» по морфам и миксатам, но миты «выбивают». Анализ четверки «Обь – Енисей – Лена –

Байкал» показал отличные результаты восстановления даже по митам для всех водоемов, кроме Колымы. Что говорит об эволюционных различиях Колымы от других водоемов, за счет более высокого содержания генетического материала от осетров Пацифики – сложная смесь генетических показателей *Ac. medirostris* и *Ac. mikadoi*.

Перейдем к рассматриваемому анализу для всего списка осетров от Понта – Каспия до Пацифики по двум имеющимся объектам – морфам и миксатам (рис. 54). Здесь имеются гораздо лучшие результаты, чем для осетров только Сибири, ибо в морфах и миксатах участвуют все осетры от Понта до Пацифики, а в митах – только Сибирь, поэтому, в соответствии с движением волн (рис. 48–50), Колыма и «выбивает» из «доверхожанского» комплекса осетров, в связи с тем, что в результатах исследований [1] нет митотипического базиса Пацифики.

ВЫВОДЫ

Стоит отметить три факта:

1. Общую схему анализа. Здесь на основе факторного анализа производится инъективное отображение пространств экспериментальных данных, размерности N которых из-

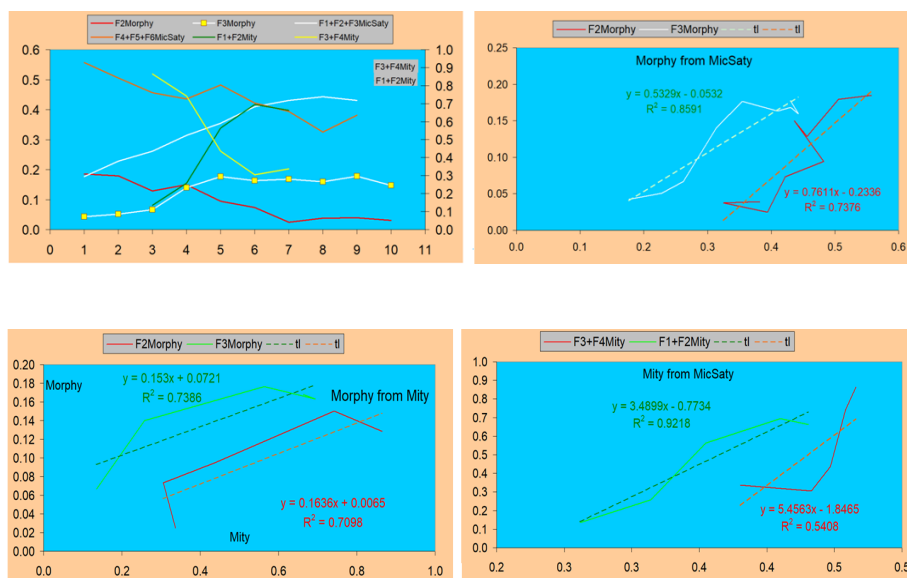


Рисунок 51. Результаты регрессионного анализа фронтов волн на рис.48-50

Figure 51. Results of regression analysis of wave fronts in Figs. 48-50

Рисунок 52. Результаты регрессионного анализа фронтов волн на рис.48-50

Figure 52. Results of regression analysis of wave fronts in Figs. 48-50

Таблица 1. Взаимное соответствие комбинациями факторов миксатов, митов и морфов / **Table 1.** Mutual correspondence between combinations of mixats, myths, and morphs

Волна	миксаты	миты	морфы
«Понт – Пацифика»	$f_1^s + f_2^s + f_3^s =$	$f_3^s + f_4^s =$	f_m^1
«Пацифика – Понт»	$f_4^s + f_5^s + f_6^s =$	$f_1^s + f_2^s =$	f_m^3

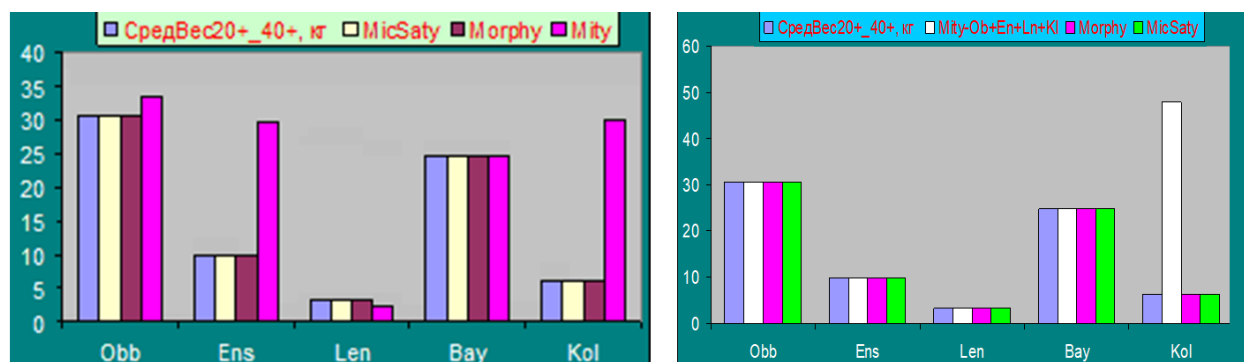


Рисунок 53. Зависимости среднего веса осетров в диапазоне возрастов 20+ - 40+ от первых трех факторов морфов и митов для сибирского осетра

Figure 53. Dependences of the average weight of sturgeons in the age range of 20+ to 40+ on the first three factors of morphs and mites for the Siberian sturgeon

меняются от десятков до сотен показателей в пространстве с размерностью их линейных комбинаций:

$$M \sim \min(3/4 * \text{Число_Объектов}, N^{1/2}).$$

Далее производится анализ в пространствах из трех факторов. Важность 3D анализа вытекает из следующего: сравним правый фрагмент (рис. 46) с его «гистограммной» реализацией (рис. 55). На гистограмме ярко отражается количественная степень соответствия ядерного и цитоплазматического геномов сибирского осетра. Однако при этом совершенно уходит из поля внимания тот факт, что анализируемые показатели образуют определенную целостность – плоскость, в которой они расположены, говорящей, как минимум, о регрессионной и, по всей вероятности, о функциональной зависимости, где три линейно независимые факторы объединены

в целое – фактор F3 линейно зависит факторов F1 и F2.

Это подобно случаю с формой полотен картин Великих Мастеров, где также независимые показатели – длина и высота полотна связаны отношением близким к Золотой Пропорции, которой также подчинены длительности периода эксплуатации и запретов енисейского осетра [3].

2. Семантическую интерпретацию системы (1), определяющую как особенности взаимодействия ядерного и цитоплазматического геномов, так и феноменологическое (экологическое) прочтение ядерного генома. С формальных позиций она представляет собой приравнивание гиперплоскости митов к гиперплоскости миксатов. Здесь уже нет традиционного для регрессий случая, когда один показатель равен некой функции от ряда переменных. В иллюстративном примере демонстрируется в виде трансформации формулы логарифма

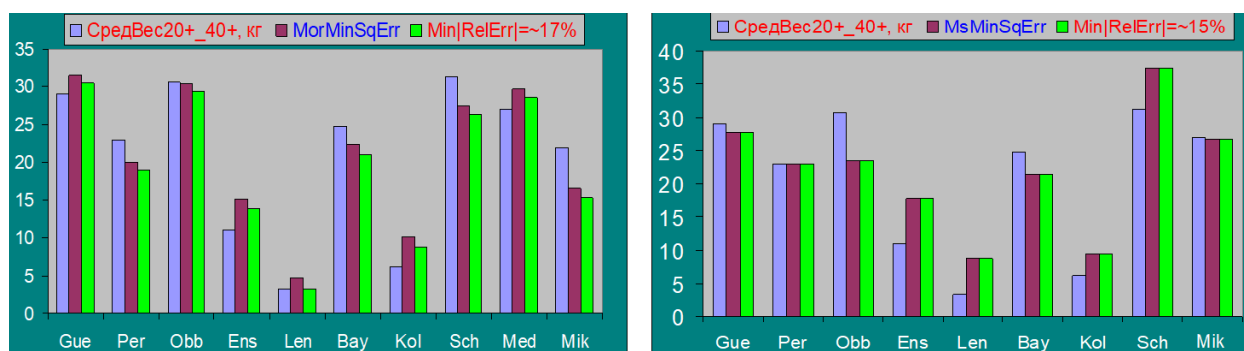
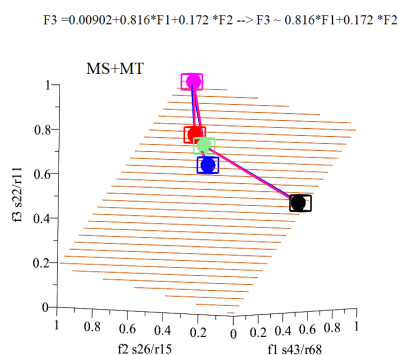


Рисунок 54. Зависимости среднего веса осетров в диапазоне возрастов 20+ - 40+ от первых трех факторов морфов и миксатов сектора «Понт – Пацифика»

Figure 54. Dependences of the average weight of sturgeons in the age range of 20+ to 40+ on the first three factors of morphs and mixats in the Pontic-Pacific sector



взаимодействие ядерного и цитоплазматического геномов

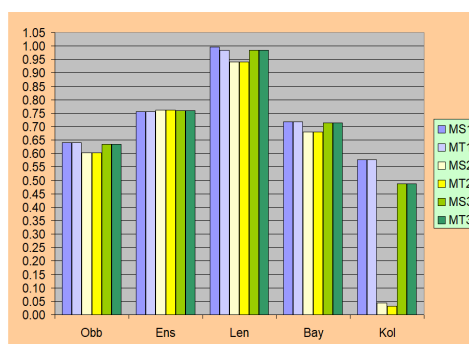


Рисунок 55.
Информативность
сопоставления 3D
и «гистограммной»
реализации

Figure 55. Information
content of 3D
and «histogram»
implementation
comparison

от классического выражения вычисления объема параллелепипеда:

$$V = LBH \rightarrow \ln V = \ln L + \ln B + \ln H \leftrightarrow \ln V - \ln L = \ln B + \ln H$$

В, Н – длина, ширина и высота параллелепипеда, когда в левой и правой частях выражения стоит более одного слагаемого с тем или иным знаком.

С учетом выше сказанного, по типу генных взаимодействий выражение (1.1):

$$f_1^* = f_1^{\#}, p[Mr_j], p[Mt_i], p[Ms_j] - \text{частоты соответствующих морфов, митов и миксатов (1.1)}$$

наиболее близко соответствует кумулятивной полимерии, где в зависимости от числа, иначе говоря, суммы аллелей определяется интенсивность исследуемого признака (рис. 56).

3. На основе факторов миксатов и митов возможно восстановление среднего веса осетров, как для Сибири (рис. 53), так и всего сектора «Понт – Пацифика» (рис. 54).

ядерная дит миксатов locus

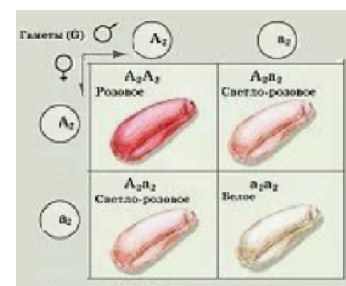
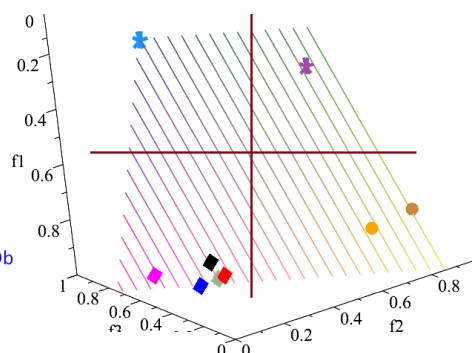
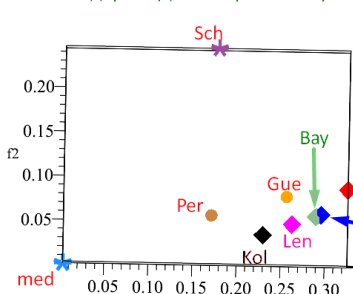


Рисунок 56. Проекция осетров сектора «Понт – Пацифика» в пространстве факторов [F1, F2, F3] и кумулятивная полимерия

Figure 56. Projection of sturgeon in the Pontic-Pacific sector in the factors [F1, F2, F3] space and cumulative polymerization

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Н.Д. Гайденок** – идея статьи, сбор и обработка материала, корректировка текста и ее окончательная проверка; **А.И. Пережилин** – подготовка статьи, корректировка текста, подготовка обзора литературы, сбор и обработка материала.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **N.D. Gaidenok** – the idea of the article, gathering and processing of material, text editing and final verification; **A.I. Perezhilin** – article preparation, text editing, literature review preparation, gathering and processing of material.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Барминцева А.Е. Филогеография и внутривидовой генетический полиморфизм сибирского осетра *Acipenser baerii* Brandt, 1869 в природе и аквакультуре – М., 2017, дисс. ... кбн. 120 с.
2. Гайденок Н.Д. Волны гаплообъектов. Современные методы оценки и рационального использования водных биологических ресурсов. Тезисы международной научно-практической конференции. – М.: Изд-во ВНИРО. 2023. С.45-47



3. Гайденок Н.Д., Пережилин А.И. Демография таксономия генетика модели енисейского осетра – 20 лет спустя. Часть 2. Морфометрический полиморфизм сибирского осетра // Рыбное хозяйство 2025. № 3. С 57-64. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-104-115>
4. Гайденок Н.Д., Пережилин А.И. Демография таксономия генетика модели енисейского осетра – 20 лет спустя Часть 3. Митотипический полиморфизм сибирского осетра// Рыбное хозяйство 2025. № 4. С 86-97. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-4-86-97>
5. Побединцева М.А. Молекулярно-генетическое разнообразие речных и озерных полиплоидных рыб Северной Евразии – Новосибирск. 2022. дисс. ... к.б.н. 120 с.
2. Gaidenok N.D. (2023). Waves of haploobjects. Modern methods of assessment and rational use of aquatic biological resources. Abstracts of the International Scientific and Practical Conference. – Moscow: VNIRO Publishing House. Pp. 45-47. (In Russ.)
3. Gaidenok N.D. and Perezhilin A.I. (2025). Demography, Taxonomy, and Genetics of the Yenisei Sturgeon Model: 20 Years Later. Part 2. Morphometric Polymorphism of the Siberian Sturgeon // Fisheries. No. 3. Pp. 57-64. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-104-115>. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Gaidenok N.D. Perelilin A.I. (2025). Demography Taxonomy Genetics of the Yenisei Sturgeon Model – 20 Years Later Part 3. Mitotipic Polymorphism of the Siberian Sturgeon// Fisheries. No. 4. Pp. 86-97. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-4-86-97> (In Russ., abstract in Eng.)
5. Pobeditseva M.A. (2022). Molecular and Genetic Diversity of River and Lake Polyploid Fishes of Northern Eurasia – Novosibirsk. PhD thesis. 120 p. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Barmintseva A.E. (2017). Phylogeography and intraspecific genetic polymorphism of the Siberian sturgeon, *Acipenser baerii* Brandt, 1869, in nature and aquaculture – Moscow. PhD thesis. 120 p.

Материал поступил в редакцию/ Received 02.07.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025



Определение информативных гидрохимических параметров среды водных объектов при организации садкового рыбоводного хозяйства в Астраханской области

Научная статья
УДК 639.313; 54.064; 574.22

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-97-107>
EDN: HUPJVL

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

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

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

Макарова Елена Викторовна – старший специалист лаборатории водных проблем и токсикологии
E-mail: makarovaev@kaspnirh.vniro.ru

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

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

Аннотация. Проведены комплексные исследования трех водных объектов Астраханской области на разном удалении от мест расположения действующих рыбоводных хозяйств. Для определения гидрохимических параметров использовали стандартные методы химического лабораторного анализа. В результате исследований определено, что качество водной среды, исследуемых природных водных объектов, неоднородно. Это обусловлено как естественным перераспределением значений рассматриваемых гидрохимических параметров среды, так и изменением их количества, вследствие деятельности садковых рыбоводных хозяйств. Наиболее информативными параметрами воды природных водных объектов Астраханской области, на этапе организации рыбоводных хозяйств, являлись определение особенностей кислородного режима, степени органического загрязнения и количества таких биогенных элементов как минеральный азот и фосфор в водотоках, потенциально рассматриваемых для садкового рыбоводства. На этапе функционирования рыбоводных хозяйств садкового типа вышеперечисленные параметры среды, а также взвешенные вещества могут быть рекомендованы при проведении производственного экологического мониторинга. Выделены гидрохимические параметры среды, определение которых рекомендовано в водотоках Астраханской области на этапе организации и при функционировании садковых рыбоводных хозяйств.

Ключевые слова: рыбоводное хозяйство, садковая аквакультура, гидрохимические параметры, Астраханская область

Для цитирования: Пятикопова О.В., Бедрицкая И.Н., Сапахова Л.Х., Макарова Е.В. Определение информативных гидрохимических параметров среды водных объектов при организации садкового рыбоводного хозяйства в Астраханской области // Рыбное хозяйство. 2025 № . С. 97-107. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-97-107>

DETERMINATION OF INFORMATIVE HYDROCHEMICAL PARAMETERS OF WATER BODIES — WHEN ORGANIZING A CAGE-BASED FISH FARM IN THE ASTRAKHAN REGION

Olga V. Pyatikorova – Candidate of Biological Sciences, Head of the Aquaculture Center

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

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

Elena V. Makarova – Senior Specialist at the Laboratory of Water Problems and Toxicology

Volga-Caspian branch of the State Scientific Center of the «VNIRO»

Address: Russia, 414056, Astrakhan, Savushkina St., 1

Annotation. Comprehensive studies were carried out on three water bodies in the Astrakhan region at different distances from the locations of active fish farms. Standard methods of chemical laboratory analysis were used to determine the hydrochemical parameters. As a result of the studies it has been determined that the quality of the aquatic environment of the studied natural water bodies is heterogeneous. This is due both to the natural redistribution of the values of the hydrochemical parameters under consideration and to the change in their quantity as a result of the activities of arable fish farms. The most informative water parameters of natural water bodies of Astrakhan region at the stage of organization of fish farms were determination of characteristics of oxygen regime, degree of organic pollution and quantity of such biogenic elements, as mineral nitrogen and phosphorus in the water of streams potentially considered for cropping fish. The above-mentioned environmental parameters, as well as weighted substances, can be recommended for productive ecological monitoring in the operation phase of agricultural fish farms. The hydrochemical parameters of the environment, the definition of which is recommended in watercourses of the Astrakhan region at the stage of organization and operation of farm fish farms.

Keywords: fish farming, cage aquaculture, hydrochemical parameters, Astrakhan region

For citation: Pyatikopova O.V., Bedritskaya I.N., Sapakhova L.H., Makarova E.V. (2025). Determination of informative hydrochemical parameters of water bodies when organizing a cage-based fish farm in the Astrakhan Region // Fishing industry. No. P. 97-107. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-97-107>

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

ВВЕДЕНИЕ

Одной из проблем организации и ведения садкового выращивания объектов аквакультуры может являться исходно низкое качество среды и неудовлетворительное санитарное состояние отдельных водных объектов Астраханской области [1-5].

При развитии рыбоводных хозяйств и, соответственно, увеличении количества и биомассы содержащихся в садках рыб, вышеперечисленные моменты в совокупности могут создать предпосылки возникновения заболеваний различной этиологии, повышения процента элиминации выращиваемых объектов аквакультуры, ухудшения качества товарной продукции и среды природных водотоков [6-11].

С целью определения наиболее информативных гидрохимических параметров среды, позволяющих на этапе планирования садкового хозяйства минимизировать возможные риски рыбоводства, проведены комплексные исследования водных объектов Астраханской области в местах расположения действующих рыбоводных хозяйств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Работы по определению гидрохимических параметров среды осуществляли в 2024 г. на проточных водных объектах Астраханской области. Исследования проводили на трёх водотоках: пр. Три Ерика, р. Хурдун, р. Царев,

в районе расположения четырех садковых рыбоводных хозяйств № 1, № 2, № 3, № 4 (рис. 1).

Отбор проб воды на каждом участке осуществляли в 6 точках относительно садковых хозяйств: выше по течению в 500 м и ниже по течению в 50, 300, 800 и 1000 метров.

Рыбоводные хозяйства, в районе которых проводили исследования, различались различной производительностью, исходя из общей площади садков: 2698,0 м² (пр. Три Ерика), 3007,0 м² (р. Хурдун), 180,0 м² (р. Царев 1), 75,0 м² (р. Царев 2).

Для определения наиболее информативных гидрохимических параметров среды были выделены 10 показателей (из них 2 – расчётных): водородный показатель pH [12], количество взвешенных веществ [13], абсолютное и относительное содержание кислорода [14], величина перманганатной окисляемости (ПО) [15], химическое потребление кислорода (БО) [16], соотношение ПО/БО, концентрации азота нитритного [17] и аммонийного [18], фосфора фосфатного [19].

При оценке результатов использовали нормативы, разработанные для водных объектов рыбохозяйственного значения [20], поверхностных водоисточников [21]. При оценке относительного содержания растворённого кислорода и соотношения ПО/БО руководствовались данными литературных источников [22-24].



Рисунок 1. Карта-схема отдельных рыбоводных хозяйств Астраханской области

Figure 1. Map-scheme of fish-farming facilities on specific water bodies in the Astrakhan region

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения наиболее информативных гидрохимических параметров среды, позволяющих на этапе планирования садкового хозяйства минимизировать возможные риски рыбоводства, проведены комплексные исследования на 3 водных объектах Астраханской области в местах расположения 4 действующих рыбоводных хозяйств по 10 показателям.

Водородный показатель, или pH среды – это величина, характеризующая активную кислотность растворов [25]. В норме величина pH должна соответствовать фоновому значению показателя для воды любой категории водного объекта рыбохозяйственного значения. Для водотоков Астраханской области характерна слабощелочная среда (7,8-8,6 ед.) [24].

Исследования pH-среды природных водотоков Астраханской области показали, что значение величины изменялось в слабощелочном диапазоне от 8,0(±0,5) до 8,5(±0,3) ед., достигая максимально 8,8 ед. В результате деятельности садковых хозяйств не зарегистрировано дальнейшего защелачивания воды.

Значения pH, которые непосредственно не вызывают гибель рыб, находятся в пределах 5-9 ед., хотя и в этом интервале могут увеличивать токсичность загрязнителей. Высокие значения (9 ед. и выше), в сочетании с высокой температурой и перенасыщением воды газами, могут в той или иной степени увеличивать смертность рыб [26].

При наличии фактов увеличения pH до 8,8 ед. и учитывая, что подщелочная группа вод (pH 8,6-9,5) опасна для рыб при длительном действии [27], определение этого показателя в период организации садковых рыбоводных хозяйств и в ходе их дальнейшей работы будет считаться необходимым условием.

Кислород. В соответствии с нормативом, содержание кислорода (O₂) в воде должно быть не менее 6,0 мг/дм³. Равновесной концентрацией считается величина, равная 100% [28]. Для рыб диапазон кислородных потребностей лежит в пределах от 50 до 90% нормального насыщения [29].

При оценке загрязнения водных объектов при 80-95%-м насыщении вода считается чистой [30; 28].

В период исследований в целом кислородный режим на всех рассматриваемых участках был удовлетворительный для выращиваемых объектов аквакультуры (выше 6,8 мг/дм³, при насыщении более 80%) (табл. 1).

Несмотря на это, в отдельных точках отмечено снижение растворённого кислорода летом ниже 6,0 мг/дм³ – минимально 5,33 мг/дм³ на хозяйстве № 4 и падение относительного содержания в осенний период <80% – минимально 48% на хозяйстве № 2. Зарегистрировано перенасыщение воды кислородом (выше 100%) в летний период на хозяйстве № 2 (рис. 2).

Учитывая зарегистрированные случаи ухудшения кислородного режима исследуемых водотоков, контроль абсолютного и относительного содержания растворённого кислорода в воде будет необходимым условием, как на этапе подбора участков водных объектов для организации садковых хозяйств, так и в садках в период их функционирования.

Взвешенные вещества (ВВ) в толще воды. Как правило, это частицы минерального и органического происхождения, которые могут оказывать не только механическое воздействие на гидробионты, но и токсикологический эффект, за счет сорбированных на них поллютантов [31].

Взвешенные вещества относятся к нормируемым показателям рыбохозяйственных водных объектов. При производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться, по сравнению с естественными условиями, более чем на 0,25 мг/дм³ для высшей и первой и на 0,75 мг/дм³ для второй категории водного объекта рыбохозяйственного значения. При содержании в межень более 30 мг/дм³ природных взвешенных веществ допускается увеличение содержания их в воде в пределах 5%, согласно нормативу.

Таблица 1. Средние значения содержания растворённого в воде кислорода на исследуемых водных объектах / **Table 1.** Average values of dissolved oxygen in the studied water bodies

Концентрация кислорода	№ садкового хозяйства			
	1	2	3	4
	M(±б)			
Абсолютная, мг/дм ³	8,6(±1,3)	9,0(±1,9)	9,4(±0,7)	8,1(±3,1)
Относительная, %	81,3(±11,8)	87,0(±22,1)	89,7(±18,2)	77,0(±22,5)

В результате исследований выявлено, что фоновое содержание взвешенных веществ, на рассматриваемых водных объектах, относительно невысокое и не может выступать фактором, ограничивающим организацию таких рыбоводных хозяйств в регионе (табл. 2).

Принимая во внимание ухудшение качества водной среды после рыбоводных хозяйств по содержанию взвеси (более чем на $0,25 \text{ мг/дм}^3$), определение данного параметра среды должно входить в перечень веществ, подлежащих контролю при функционировании.

Перманганатная и бихроматная окисляемость. Значения химической окисляемости воды, получаемые с использованием таких окислителей как перманганат и бихромат калия, позволяют косвенно судить о содержании органических веществ в природных водах. Бихроматная окисляемость (БО) характеризует общее количество органических веществ в воде, перманганатная окисляемость (ПО) – содержание легкоокисляемой органики.

Нормирование данных параметров в рыбохозяйственной практике не предусмотрено, но, в соответствии с СанПиН 1.2.3685-21 [21], значения ПО не должны превышать $7,0 \text{ мг/дм}^3$, БО (ХПК) – $15,0 \text{ мг/дм}^3$.

В среднем, по результатам исследований, определено, что общее количество органических веществ было близко к значениям санитарного показателя, с незначительным его превышением на хозяйствах № 1, № 3 и № 4. Количество легкоокисляемой и, как правило, более биодоступной органики в их составе было относительно высоким, но превышало норматив только на хозяйстве № 2, свидетельствуя о хроническом органическом загрязнении данного водотока. Это подтверждается расчётными данными соотношения ПО/БО (табл. 3).

О качественном составе органического вещества вод можно получить представление по соотношению указанных параметров. Чем выше отношение ПО/БО, тем больше в воде легкоокисляющихся органических веществ. В течение года соотношение может возрастать в период половодья и снижаться в период межени [23].

В сезонной динамике пространственного распределения общего количества органических веществ чёткой закономерности не выявлено. При этом концентрации биодоступных органических веществ в их составе летом были наиболее низкими, вследствие их потребления

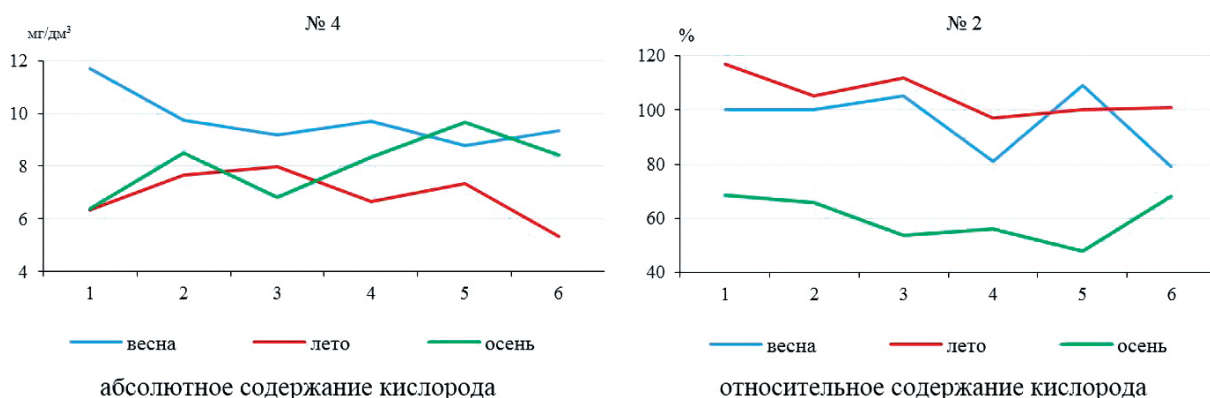


Рисунок 2. Карта-схема отдельных рыбоводных хозяйств Астраханской области

Figure 2. Map-scheme of fish-farming facilities on specific water bodies in the Astrakhan region

Таблица 2. Средние значения содержания взвешенных веществ на исследуемых водных объектах / Table 2. Average values of suspended matter content in the studied water bodies

Территориальная привязка к садкам	№ садкового хозяйства			
	1	2	3	4
	М(±σ), мг/дм³			
500 м выше садков (фон)	8.43(±4.49)	7.50(±1.27)	6.87(±0.12)	6.0(±5.92)
50-1000 м после садков	11.07(±9.75)	11.45(±8.91)	12.95(±8.81)	10.98(±9.51)
	превышение на 30%	превышение на 50%	превышение на 80%	превышение на 80%

активно развивающейся биотой. Исключая половодный период (весна), характеризующийся активным перемешиванием, скоростью и исходно повышенным насыщением водных масс органикой, в летне-осенний период отмечено увеличение органической нагрузки на водотоки, ввиду работы рыбоводных хозяйств. Это, в отсутствие других источников, прослеживали как в непосредственной близости от садков (хозяйство №1, осень), так и на различном удалении от них, вплоть до 1,0 км ниже по течению (хозяйство №1, лето; хозяйство № 2, лето, осень) (рис. 3).

Учитывая относительно высокие значения химического потребления кислорода (БО, ПО), в природных водотоках в осенний период и факты повышения легкоокисляемых веществ ниже по течению от рыбоводных хозяйств, определение данных параметров среды является обязательным, как на этапе организации, так и в ходе функционирования рыбоводных хозяйств.

Соединения азота (нитрит, аммоний). В водоёмах азот находится в нескольких переходных формах: органического (альбуминового) азота, аммонийных солей, свободного аммиака, солей азотистой (нитритов) и азотной (нитратов) кислоты. Они образуются в процессе минерализации органического азота и дополнительно при поступлении промышленных, коммунально-бытовых, сельскохозяйственных стоков [32].

Допустимое содержание нитрит-анионов и ионов аммония в водных объектах рыбо-

хозяйственного значения, в соответствии с нормативом, должны составлять 0,08 мг/дм³ (0,02 мг/дм³ – в пересчёте на азот нитритов) и 0,5 мг/дм³ (0,4 мг/дм³ – в пересчёте на азот аммония), соответственно.

По результатам исследований содержания этих элементов в рассматриваемых водотоках выявлено, что ни в одном из них в среднем превышения ПДК_{рх} концентраций азота (нитритного, аммонийного) зарегистрировано не было (табл. 4).

Учитывая достаточно низкое содержание нитритов в проточных водных объектах, определение данного параметра среды, на этапе предварительных исследований, для организации рыбоводных хозяйств нецелесообразно.

При этом в сезонной динамике биогенных веществ отмечено превышение ПДК_{рх} аммония в осенний период, как в фоновых точках хозяйств № 1 и № 2, так и на удалении от рыбоводного хозяйства № 2 ниже по течению. Несмотря на относительно низкие значения аммонийного азота в районе рыбоводного хозяйства № 4, независимо от сезона, зарегистрировано увеличение концентраций в непосредственной близости от садков, что свидетельствует о прямом воздействии деятельности рыбоводного хозяйства на водоток (рис. 4).

Выявленные факты увеличения концентраций азота аммонийного выше норматива на отдельных водотоках диктуют необходимость их определения, как в период планирования организации рыбоводных хозяйств, так

Таблица 3. Средние значения содержания органических веществ на исследуемых водных объектах / **Table 3.** Average values of organic matter content in the studied water bodies

Окисляемость	№ садкового хозяйства			
	1	2	3	4
	М(±σ)			
Бихроматная, мг/дм ³	17,06(±2,13)	14,4(±0,9)	15,8(±2,5)	16,0(±3,5)
Перманганатная, мг/дм ³	6,53(±1,29)	7,5(±0,8)	6,8(±1,8)	5,8(±1,3)
Соотношение ПО/БО, %	38,68(±8,04)	51,7(±3,9)	44,4(±14,3)	37,3(±8,3)

Таблица 4. Средние значения содержания минерального азота на исследуемых водных объектах / **Table 4.** Average values of mineral nitrogen content in the studied water bodies

Биогенный элемент	№ садкового хозяйства			
	1	2	3	4
	М(±σ)			
Азот нитритный, мг/дм ³	0,009(±0,003)	0,01(±0,003)	0,01(±0,002)	0,01(±0,002)
Азот аммонийный, мг/дм ³	0,3(±0,2)	0,2(±0,1)	0,2(±0,1)	0,2(±0,1)

и в ходе проведения производственного контроля качества условий выращивания.

Соединения фосфора (фосфор фосфатный). В поверхностные воды фосфорные соединения попадают со стоками предприятий, смываются с полей, обрабатываемых фосфорными удобрениями, полифосфаты входят в состав многих моющих средств [32]. Дополнительную нагрузку по этому показателю могут вносить недоиспользованные комбикорма в районе расположения садковых рыбководных хозяйств.

Концентрации фосфат-ионов в пересчёте на фосфор ($P-PO_4$) являются одной из характеристик трофности водоёмов, согласно нормативу, характеризуются: $0,05 \text{ мг/дм}^3$ – олиготрофные, $0,15 \text{ мг/дм}^3$ – мезотрофные, $0,2 \text{ мг/дм}^3$ – эвтрофные водоёмы.

Концентрации минерального фосфора в период исследований в среднем характеризовали водотоки как олиготрофные (табл. 5).

Это касалось практически всех исследованных водных объектов, за исключением хозяйства № 2, где в осенний период количество фосфора на удалении 300-500 м от садков увеличивалось, достигая границы, свойственной более высокому трофическому уровню (мезотрофные, начало эвтрофирования). В целом содержание фосфатов, независимо от района исследований, было более высоким осенью (рис. 5).

Несмотря на то, что в среднем содержание фосфора было относительно невысоким, увеличение концентраций в осенний период свидетельствовало о начальном этапе эвтрофика-

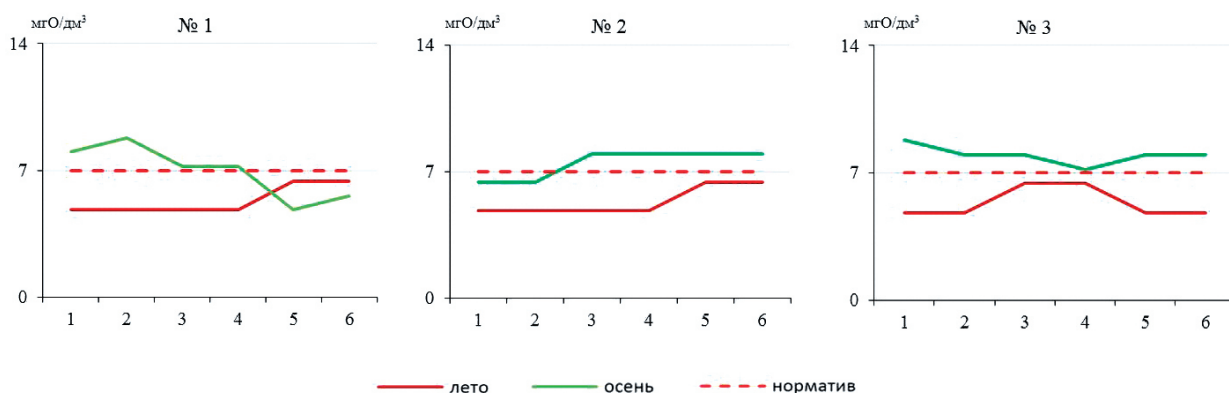


Рисунок 3. Динамика перманганатной окисляемости воды исследуемых участков водных объектов Астраханской области

Figure 3. Dynamics of permanganate oxidizability of water in the studied sections of water bodies in the Astrakhan region

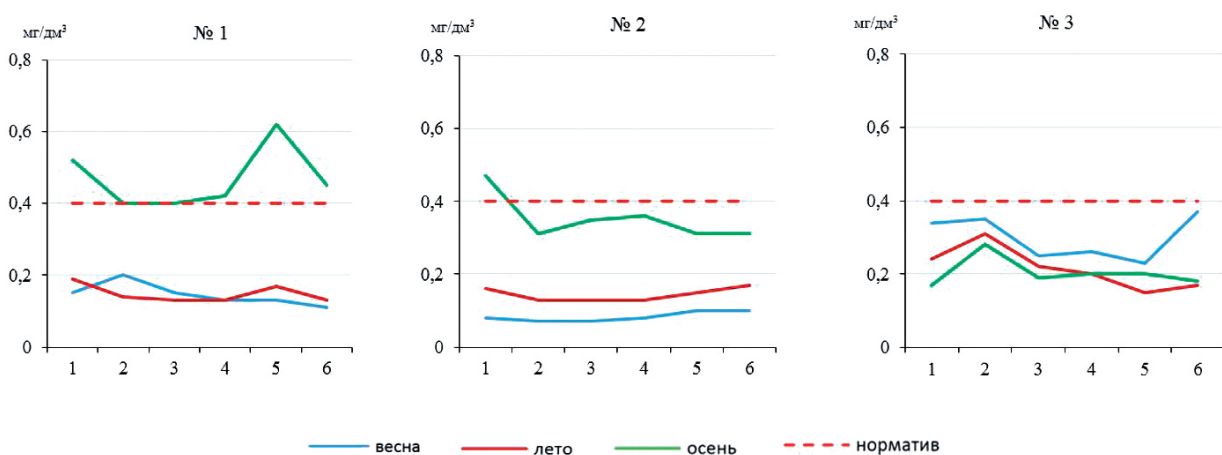


Рисунок 4. Сезонная динамика азота аммонийного в воде исследуемых водных объектов

Figure 4. Seasonal dynamics of ammonium nitrogen in the water of the studied water bodies

ции отдельных водных объектов. Содержание фосфора 0,15 мг/дм³ и выше, характеризующего водоток как мезотрофный, будет выступать ограничивающим фактором при организации и необходимым параметром при контроле деятельности садковых хозяйств.

По результатам исследований выделены наиболее информативные гидрохимические параметры среды, рекомендованные к контролю на этапе организации и при функционировании рыбоводных садковых хозяйств на водных объектах (табл. 6).

В результате оценки гидрохимического режима 3 водных объектов на 4 действующих садковых рыбоводных хозяйствах по 10 параметрам среды выявлено, что только по одному показателю – концентрация азота (нитритного, аммонийного), в среднем превышения норматива зарегистрировано не было.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенные комплексные исследования водных объектов Астраханской области, в местах расположения действующих рыбоводных хозяйств, позволили определить наиболее ин-

формативные гидрохимические параметры среды, изучение которых еще на этапе планирования садкового хозяйства позволяет принять правильное решение и минимизировать возможные риски рыбоводства.

Наиболее значимыми, согласно исследованиям, являются такие показатели, как концентрация кислорода, количество биогенных элементов, а именно – минерального азота и общего фосфора, величина ПО/БО, характеризующих воду из водотоков, потенциально рассматриваемых для садкового рыбоводства. На этапе эксплуатации рыбоводных хозяйств садкового типа перечисленные параметры среды, вместе с количеством взвешенных веществ, могут быть рекомендованы при проведении производственного экологического контроля.

Для исследованных водных объектов особо необходимо отметить неоднородность качества водной среды по определявшимся гидрохимическим параметрам в пространственном отношении, что обусловлено как естественными колебаниями значений рассматриваемых параметров среды, так и изменением их значений вследствие хозяйственной деятельности.

Таблица 5. Средние значения содержания фосфатного фосфора на исследуемых водных объектах / **Table 5.** Average values of phosphate phosphorus content in the studied water bodies

Биогенный элемент	№ садкового хозяйства			
	1	2	3	4
	M(±σ)			
Фосфор фосфатный, мг/дм ³	0,10(±0,02)	0,10(±0,03)	0,11(±0,02)	0,10(±0,02)

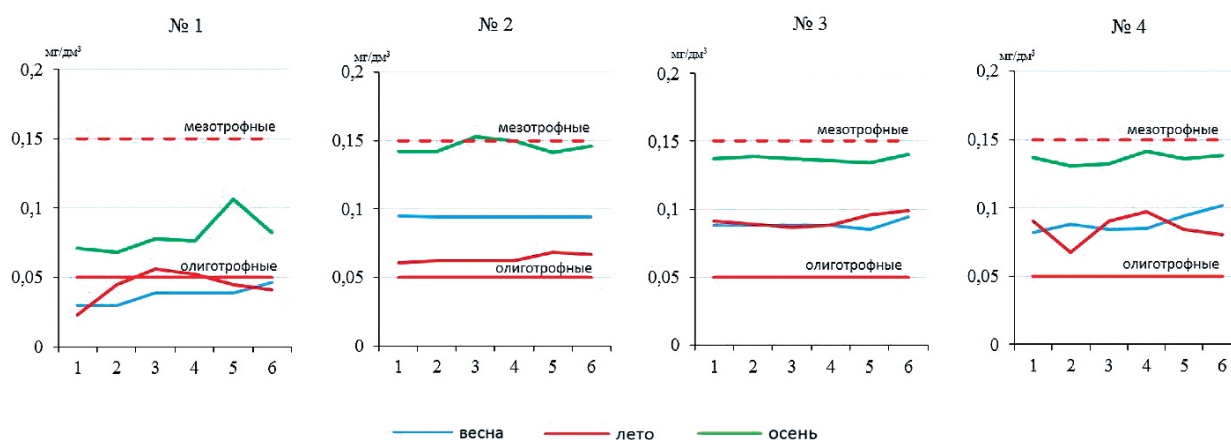


Рисунок 5. Сезонная динамика фосфора фосфатного в воде исследуемых участков природных водных объектов Астраханской области

Figure 5. Seasonal dynamics of phosphate phosphorus in the water of the studied sections of natural water bodies in the Astrakhan region

Таблица 6. Параметры среды, рекомендованные к контролю на этапе организации и при функционировании рыбоводных садковых хозяйств / **Table 6.** Environmental parameters recommended for monitoring at the stage of organization and during the operation of fish farming cage farms

Параметры	pH	O ₂	O ₂	ВВ	ПО	БО	NO ₂ ⁻	NH ₄ ⁺	P-PO ₄
ед. изм.	ед.	%				мг/дм ³			
Норматив	не более 8,6	не менее 80,0	не менее 6,8	не более чем на 0,25 мг/дм ³ относительно фона	не более 7,0	не более 15,0	не более 0,08	не более 0,5	не более 0,15
Организация садкового хозяйства	+	+	+	-	+	+	-	+	+
Функционирование садкового хозяйства	+	+	+	+	+	+	-	+	+

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **О.В. Пятикопова** – идея работы, обобщение результатов и выводы, подготовка статьи; **И.Н. Бедрицкая** – обработка и анализ данных, подготовка статьи; **Л.Х. Сапахова** – сбор, обработка и анализ данных, подготовка статьи; **Е.В. Макарова** – сбор и обработка данных.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **O.V. Pyatikopova** – the idea of the work, generalization of results and conclusions, preparation of the article, **I.N. Bedritskaya** – data processing and analysis, 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. Зайцев В.Ф., Тарасова О.Г. Оценка экологического состояния водотоков дельты Волги по структуре донных сообществ // Юг России: экология, развитие. 2014. Т. 9. № 3. С. 126-132.
2. Карыгина Н.В., Попова О.В., Галушкина Н.В., Львова О.А., Галлей Е.В., Яцун Е.В., Тарасова О.Г., Бедрицкая И.Н. Особенности гидрохимической и токсикологической обстановки в водотоках низовьев Волги в современный период // Современное экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты рационального природопользования. II Межд. науч.-практ. интернет-конф. Прикаспийский НИИ аридного земледелия. С. Солёное Займище, Астраханская обл. 2017. С. 154-158.
3. Карабаева А.З., Ююков С.С. Экологическая ситуация и рекомендуемые мероприятия по восстановлению речной сети Волги на территории Астраханской области // Естественные науки: актуальные вопросы и социальные вызовы. Мат. IV Межд. науч.-практ. конф. Астрахань, 26 ноября 2021 г. АГУ. Астрахань: Астраханский университет. 2021. С. 88-92.
4. Карабаева А.З., Бикчурева А.И., Ююков С.С. Геоэкологическая оценка состояния акватории реки Волги на территории Нижнего Поволжья // Геология, география и глобальная энергия. 2022. № 2(85). С. 74-84. https://doi.org/10.54398/20776322_2022_2_74.
5. Бедрицкая И.Н., Пятикопова О.В., Чехомов С.П., Дьякова С.А. Оценка состояния водной среды в местах расположения действующих рыбоводных хозяйств Астраханской области // Проблемы сохранения экосистемы Каспия в условиях освоения нефтегазовых месторождений. Мат. IX науч.-практ. конф. с межд. участием, Астрахань, 10 ноября 2023 г. Астрахань: ВНИРО. 2023. С. 43-49.
6. Садковая аквакультура. Региональные обзоры и всемирное обозрение. 2010. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству № 498. Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная организация Объединённых Наций (ФАО). Приводятся на стр.: 8-14.
7. Рыжков Л.П., Дзюбук И.М., Горохов А.В., Марченко Л.П., Артемьева Н.В., Иешко Т.А., Рябинкина М.Г., Раднаева В.А. Состояние водной среды и биоты при функционировании садковых форелевых хозяйств // Водные ресурсы. 2011. Т. 38, № 2. С. 239-247.
8. Васильева Л.М., Горкина О.В., Лозовская М.В., Щербатова Т.Г. Лечебно-профилактические мероприятия при выращивании осетровых в садках // Естественные науки. 2012. № 2(39). С. 154-159.
9. Карачев Р.А., Липпо Е.В. Садковое рыбоводство и экология: возможно ли эффективное компромиссное решение? // Рыбное хозяйство. 2010. № 6. С. 89-92.
10. Старко А.В. 2013. Влияние садкового рыбоводства на структурно-функциональные характеристики и накопление донных отложений в водоёмах-охладителях // Рыбохозяйственная наука Украины. № 3. С. 26-34.
11. Mohsen A.T., Mohamed M.N., Seyed H.H. (2019). Fish response to hypoxia stress: growth, physiological and immunological biomarkers // Fish Physiology and Biochemistry. Vol. 45. Pp. 997-1013.
12. ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97 Количественный химический анализ вод. Методика выполнения измерений pH в водах потенциометрическим методом <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293730/4293730055.htm>

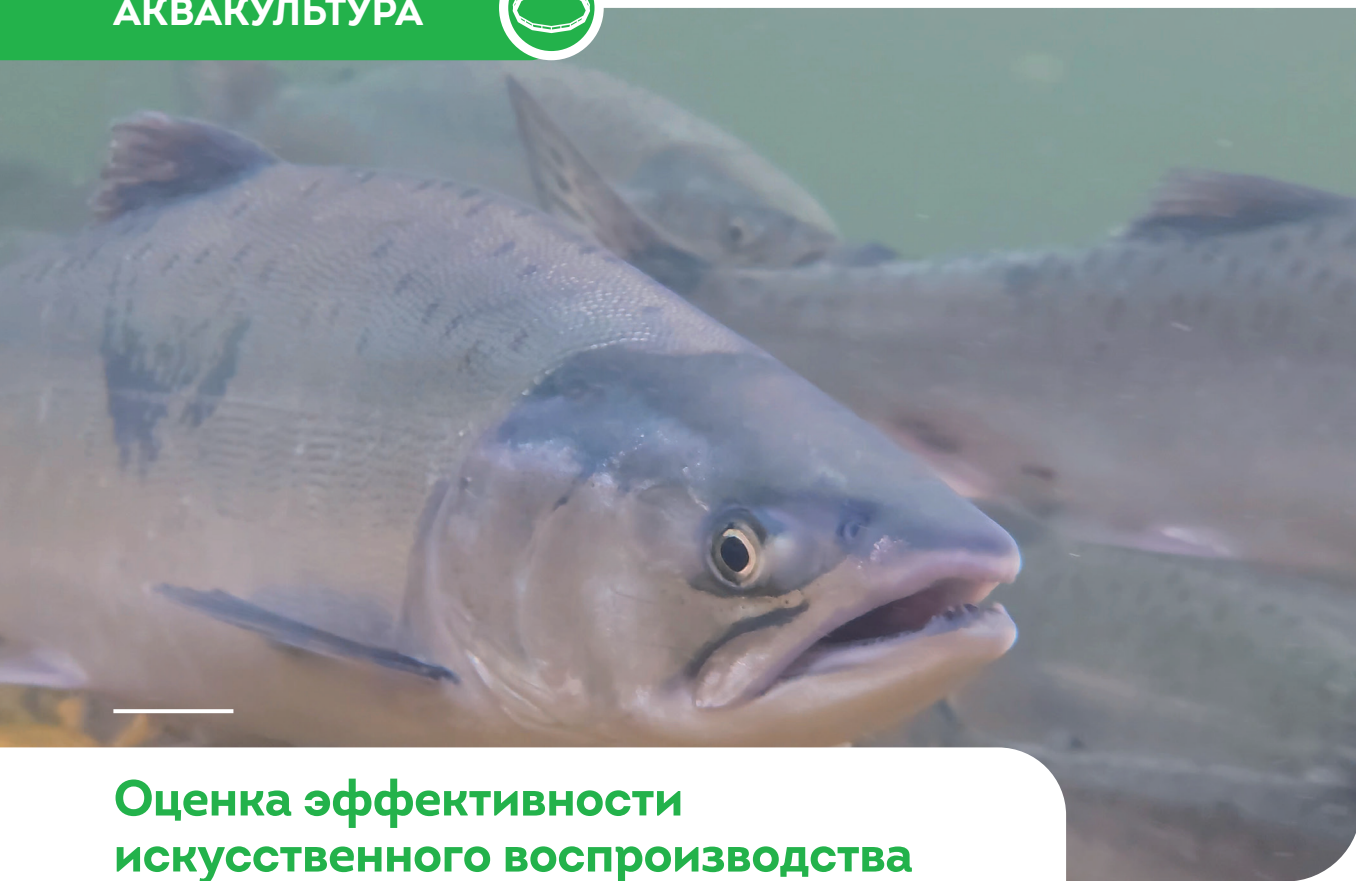
13. ПНД Ф 14.1:2.3.110-97 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации взвешенных веществ в пробах природных и сточных вод гравиметрическим методом <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293751/4293751544.htm>
14. РД 52.24.419-2019 Массовая концентрация растворенного кислорода в водах. Методика измерений йодометрическим методом <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293726/4293726785.htm>
15. ГОСТ Р 55684-2013 Вода питьевая. Метод определения перманганатной окисляемости. <https://files.stroyinf.ru/Index/55/55514.htm>
16. ПНД Ф 14.1:2.3.100-97 Методика измерений химического потребления кислорода в пробах природных и сточных вод титриметрическим методом <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293751/4293751545.htm?ysclid=lj2ow7rzy4456972095>
17. РД 52.24.381-2017 Массовая концентрация нитритного азота в водах. Методика измерений фотометрическим методом с реактивом Грисса <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293739/4293739151.htm>
18. ПНД Ф 14.1:2.3.1-95 Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации ионов аммония в природных и сточных водах фотометрическим методом с реактивом Несслера <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293850/4293850892.htm>
19. РД 52.24.382-2019 Фосфатный фосфор <https://meganorm.ru/Data2/1/4293729/4293729845.pdf>
20. 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)
21. СанПиН 1.2.3685-21 Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания <https://docs.cntd.ru/document/573500115?ysclid=lj2ngtiy7v118116124>
22. Маммаев М.А., Шихшабеков М.М., Рабазанов Н.И. 2018. Влияние экологических факторов на рыбоводно-биологические показатели осетровых в условиях замкнутого цикла водоснабжения в аридных условиях // Аридные экосистемы. Т. 24. № 1(74). С. 95-100.
23. Смирнов М.П., Тарасов М.Н. 1983. Соотношение перманганатной и бихроматной окисляемости воды в реках СССР // Гидрохимические материалы. Т. 91. С. 3-10.
24. Смирнов М.П. 2019. Органические вещества и минерализация речных вод гор России и сопредельных стран // Известия РАН. Сер. географическая. № 1. С. 99-106. <https://doi.org/10.31857/S2587-55662019199>
25. Кнуляниц И.Л. 1961. Краткая химическая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия. 1228 с.
26. Алабастр Дж. Л.Р. 1984. Критерии качества воды для пресноводных рыб. М: Лег. и пищ. пром-сть. Приводятся на стр.: 42-49
27. ГОСТ 17.1.2.04-77 Охрана природы. Гидросфера. Показатели состояния и правила таксации рыбохозяйственных водных объектов <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294835/4294835641.pdf>
28. Дорошевич В.И., Мощик К.В., Руденя Н.В. 2010. Индикаторы возможного загрязнения воды патогенными микроорганизмами // Военная медицина. № 2(15). С. 70-73
29. Алиев И.Х., Каримов Б.Х., Каримов Ш.Б., Юлдошаев Д.К. 2022. Промышленные и альтернативные азотаторы на основе зелёной энергетики для рыбных водоёмов и озёр. М.: ЛитРес. Приводятся на стр.: 6-8.
30. Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д. 2003. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН. 463 с.
31. Попов А.Н. 2021. К вопросу о нормировании допустимого привнесения в водные объекты взвешенных веществ // Чистая вода России-2021. Сб. мат. XVI Межд. науч.-практ. симп. и выставки. Екатеринбург, 17-20 мая 2021 г. Екатеринбург: Джил-Лайм. С. 126-131.
32. Васильков Г.В., Грищенко Л.И., Енгашев В.Г. и др. 1989. Болезни рыб. Справочник. Под ред. В.С. Осетрова. 2-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат. Приводятся на стр.: 244-245.

LITERATURE AND SOURCES

1. Zaitsev V.F., Tarasova O.G. (2014). Assessment of the ecological state of the Volga Delta watercourses by the structure of bottom communities // South of Russia: ecology, development. V. 9. № 3. Pp. 126-132. (in Russ.)
2. Karygina N.V., Popova O.N., Galushkina N.V., Lvova O.N., Halley E.V., Yatsuna E.V., Tarasova O.G., Bedritskaya I. N. (2017). Features of the hydrochemical and toxicological situation in the lower Volga watercourses in the modern period // Modern ecological state of the natural environment and scientific and practical aspects of rational use of natural resources: II International scientific and practical internet conference / Compiled by N.A. N. Shcherbakova. FGBNU "Caspian Research Institute of Arid Agriculture". St. Saline Zaymishche, Astrakhan region. Pp. 154-158. (in Russ.)
3. Karabayeva A.Z., Yuyukov S.S. (2021). The ecological situation and recommended measures for the restoration of the Volga river network in the Astrakhan region // Natural Sciences: current issues and social challenges: proceedings of the IV International Scientific and Practical Conference, Astrakhan, November 26, 2021 / Astrakhan State University. Astrakhan: Astrakhan University Publishing House. Pp. 88-92. (in Russ.)
4. Karabayeva A.Z., Bikchurayeva A.I., Yuyukov S.S. (2022). Geoecological assessment of the condition of the Volga River water area in the Lower Volga region // Geology, Geography and Global Energy. № 2(85). Pp. 74-84. https://doi.org/10.54398/20776322_2022_2_74. (in Russ.)
5. Bedritskaya I.N., Pyatikopova O.V., Chekhomov S.P., Dyakova S.A. (2023). Assessment of the state of the aquatic environment in the locations of operating fish farms in the Astrakhan region // Problems of preserving the Caspian ecosystem in the context of oil and gas field development: Proceedings of the IX Scientific and

- practical conference with international participation, Astrakhan, November 10, 2023 Astrakhan: All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography. Pp. 43-49. (in Russ.)
6. Cage aquaculture. Regional reviews and a worldwide review. 2010. FAO Technical Report on Fisheries №. 498. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). Pp. 8-14 (in Russ.)
 7. Ryzhkov L.P., Jubuk I.M., Gorokhov A.V., Marchenko L.P., Artemieva N.V., Yeshko T.A., Ryabinkin M.G., Radnyaeva V.A. (2011). The state of the aquatic environment and biota in the functioning of cage trout farms // *Water resources*. V. 38, № 2. Pp. 239-247. (in Russ.)
 8. Vasilyeva L.M., Gorkina O.V., Lozovskaya M.V., Shcherbatova T.G. (2012). Therapeutic and preventive measures in the cultivation of sturgeon in cages // *Natural Sciences*. № 2(39). Pp. 154-159. (in Russ.)
 9. Karachev R.A., Lippo E.V. (2010). Cage fish farming and ecology: is an effective compromise solution possible? // *Fisheries*. №. 6. Pp. 89-92. (in Russ.)
 10. Starko A.V. (2013). The influence of cage fish farming on the structural and functional characteristics and accumulation of bottom sediments in cooling reservoirs // *Fisheries Science of Ukraine*. № 3. Pp. 26-34. (in Russ.)
 11. Mohsen A.T., Mohamed M.N., Seyed H.H. (2019). Fish response to stress from hypoxia: growth, physiological and immunological biomarkers // *Physiology and Biochemistry of fish*. V. 45. P. 997
 12. PND F 14.1:2:3:4.121-97 Quantitative chemical analysis of water. Method for measuring pH in water using potentiometric method <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293730/4293730055.htm> (in Russ.)
 13. PND F 14.1:2:3.110-97 Quantitative chemical analysis of water. Method for measuring the mass concentration of suspended substances in samples of natural and wastewater using gravimetric method <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293751/4293751544.htm> (in Russ.)
 14. RD 52.24.419-2019 Mass concentration of dissolved oxygen in water. Method for measuring using iodometric method <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293726/4293726785.htm> (in Russ.)
 15. GOST R 55684-2013 Drinking water. Method for determining permanganate oxidisability. <https://files.stroyinf.ru/Index/55/55514.htm> (in Russ.)
 16. PND F 14.1:2:3.100-97 Method for measuring chemical oxygen demand in samples of natural and wastewater using titrimetric method <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293751/4293751545.htm?ysclid=l-j2ow7rzy4456972095> (in Russ.)
 17. RD 52.24.381-2017 Mass concentration of nitrite nitrogen in water. Method for measuring using photometric method with Griss reagent <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293739/4293739151.htm> (in Russ.)
 18. PND F 14.1:2:3.1-95 Quantitative chemical analysis of water. Method for measuring the mass concentration of ammonium ions in natural and wastewater using photometric method with Nessler reagent <https://files.stroyinf.ru/Index2/1/4293850/4293850892.htm> (in Russ.)
 19. RD 52.24.382-2019 Phosphate phosphorus <https://meganorm.ru/Data2/1/4293729/4293729845.pdf> (in Russ.)
 20. Order of the Ministry of Agriculture of the Russian Federation No. 552 dated 13.12.2016 "On the approval of water quality standards for aquatic objects of fisheries significance, including the standards for maximum permissible concentrations of harmful substances in the waters of aquatic objects of fisheries significance" (with amendments and additions) (in Russ.)
 21. SanPiN 1.2.3685-21 Hygienic standards and requirements for ensuring safety and/or harmlessness to humans of environmental factors <https://docs.cntd.ru/document/573500115?ysclid=lj2ngtiy7v118116124-1013>. (in Russ.)
 22. Mammaev M.A., Shikhshabekov M.M., Rabazanov N.I. (2018). The influence of environmental factors on the fish-breeding and biological parameters of sturgeon in a closed water supply cycle in arid conditions // *Arid ecosystems*. V. 24. № 1(74). Pp. 95-100. (in Russ.)
 23. Smirnov M.P., Tarasov M.N. (1983). Comparison of permanent and digital information about water in the Republic of the USSR // *Hydrometeorological materials*. Vol. XCI. Pp. 3-10. (in Russ.)
 24. Smirnov M.P. (2019). Organic substances and mineralization of river waters of the mountains of Russia and neighboring countries // *Proceedings of the Russian Academy of Sciences. Geographical series*. № 1. Pp. 99-106. DOI 10.31857/S2587-55662019199. (in Russ.)
 25. Knunyants I.L. (1961). Brief chemical encyclopedia. M.: Soviet Encyclopedia. 1228 p. (in Russ.)
 26. Alabaster J. L. R. (1984). Criteria of water quality for freshwater fish. M: Leg. and food. prom-st. Pp. 42-49 (in Russ.)
 27. GOST 17.1.2.04-77 Nature Protection. Hydrosphere. Indicators of the Condition and Rules for Taxation of Fishery Water Bodies. <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4294835/4294835641.pdf> (in Russ.)
 28. Doroshevich V.I., Moshchik K.V., Rudenya N.V. (2010). Indicators of possible contamination of water by pathogenic microorganisms // *Military medicine*. № 2(15). Pp. 70-73. (in Russ.)
 29. Aliev I.H., Karimov B.H., Karimov S.B., Yuldoshaliev D.K. (2022). Industrial and alternative aerators based on green energy for fish ponds and lakes. Moscow: LitErs. Pp. 6-8 (in Russ.)
 30. Shitikov V.K., Rozenberg G.S., Zinchenko T.D. (2003). Quantitative hydroecology: methods of system identification. Tolyatti: IEVB RAS. 463 p. (in Russ.)
 31. Popov A.N. (2021). On the issue of rationing the permissible introduction of suspended substances into water bodies // *Clean Water of Russia-2021: collection of materials of the XVI International Scientific and Practical Symposium and Exhibition, Yekaterinburg, May 17-20, 2021 Yekaterinburg: Gilaym LLC*. Pp. 126-131. (in Russ.)
 32. Vasilkov G.V., Grishchenko L.I., Engashev V.G. (1989). Diseases of fish. Guide. Edited by V.S. The sturgeon. 2, revised and additional M.: Agropromizdat. Pp. 244-245 (in Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 16.09.2025
 Принят к публикации / Accepted for publication 05.11.2025



Оценка эффективности искусственного воспроизводства видов *Oncorhynchus* в Магаданской области на базе отолитного маркирования

Научная статья
УДК 639.3.03

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-108-117>
EDN: EJPOND

Калякина Мария Евгеньевна – ведущий специалист лаборатории лососевых рыб и аквакультуры
E-mail: kalyakiname@magadan.vniro.ru

Игнатов Николай Николаевич – руководитель группы аквакультуры лаборатории лососевых рыб и аквакультуры
E-mail: ignatovnn@magadan.vniro.ru

Литанюк Евгения Ярославовна – ведущий специалист группы аквакультуры лаборатории лососевых рыб и аквакультуры
E-mail: litanyukey@magadan.vniro.ru

Магаданский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («МагаданНИРО»)

Адрес: Россия, 685000, г. Магадан, ул. Портовая, д. 36/10

Аннотация. Проведен анализ продуктивности, осуществляемых в регионе, мероприятий по искусственному воспроизводству тихоокеанских лососей, выращиваемых на региональных рыбоводных предприятиях, подведомственных Охотскому филиалу ФГБУ «Главрыбвод». Используемые в исследовании оценочные данные представлены краткими обобщенными результатами научного сопровождения отолитного маркирования в период 1998-2023 годов.

Ключевые слова: искусственное воспроизводство, тихоокеанские лососи, отолитное маркирование, возврат производителей, эффективность заводов

Для цитирования: Калякина М.Е., Игнатов Н.Н., Литанюк Е.Я. Оценка эффективности искусственного воспроизводства видов *Oncorhynchus* в Магаданской области на базе отолитного маркирования // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 108-117. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-108-117>

EVALUATION OF THE EFFICIENCY OF ARTIFICIAL REPRODUCTION OF *ONCORHYNCHUS* — SPECIES IN THE MAGADAN REGION BASED ON OTOLITH MARKING

Maria E. Kalyakina – Leading specialist of the Laboratory of Salmon Fish and Aquaculture

Nikolai N. Ignatov – Head of the Aquaculture Group the Salmon Fish and Aquaculture Laboratory

Evgeniya Y. Litanyuk – Leading specialist of the Aquaculture Group the Salmon Fish and Aquaculture Laboratory

Magadan branch of SSC RF FSBI «VNIRO» («MagadanNIRO»)

Address: 36/10 Portovaya Str., Magadan, Russia, 685000

Annotation. An analysis was made of the productivity of the measures implemented in the region for the artificial reproduction of Pacific salmon grown at regional fish farms under the jurisdiction of the Okhotsk branch of the Federal State Budgetary Institution “Glavrybvod”. The assessment data used in the study are presented as brief summary results of scientific support for otolith marking in the period 1998-2023.

Keywords: artificial reproduction, Pacific salmon, otolith marking, return of fish producers, efficiency of hatcheries

For citation: Kalyakina M.E., Ignatov N.N., Litanyuk E.Y. (2025). Evaluation of the efficiency of artificial reproduction of *Oncorhynchus* species in the Magadan region based on otolith marking // Fisheries. No. 6. Pp. 108-117. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-108-117>

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

Поддержкой и развитием рыбоводной отрасли в Магаданской области занимается небольшое количество коммерческих предприятий и филиалов федеральных организаций, в сравнении с другими субъектами Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. На текущий момент товарная аквакультура в регионе представлена большей частью хозяйствами пастбищного рыбоводства и единичным – индустриального типа. Основные объекты культивирования – тихоокеанские лососи, разведение которых зачастую сопровождаются комплексом научно-исследовательских работ. Для местности характерны экстремаль-

ные природно-климатические условия и недостаточно развитая транспортная логистика вблизи водных объектов рыбохозяйственного назначения, что в совокупности снижает рентабельность и целесообразность проводимых рыбоводных мероприятий [4]. При постоянной разработке государством различного рода финансовых поддержек предпринимательства, в 2019 г. начали появляться частные организации, заинтересованные в воспроизводстве местных видов. В связи с непродолжительностью осуществления деятельности в регионе, оценить степень их влияния на рекреационное развитие экономики, продовольственную без-

опасность или же экологическое восстановление природных популяций пока не представляется возможным [2].

Снижение запасов дальневосточных лососей, вследствие высокой антропогенной нагрузки (интенсивность промышленного и ННН-промысла), повлияло на необходимость восстановления численности представителей нативных популяций рода *Oncorhynchus*. Искусственное воспроизводство лососей в регионе сосредоточено на трех действующих предприятиях государственной формы собственности, сочетающее заводское выращивание с дальнейшим нагулом выпущенной молоди до половозрелой особи за счет естественной кормовой базы. При данном виде рыбоводства целесообразно использовать механизм клеймения, способствующий безошибочному выявлению искусственно выведенных рыб на любой возрастной периодизации, каким выступает маркирование регистрирующих возраст структур. Аprobация и внедрение отолитного мечения в Магаданской области началось вначале 1990-х годов, впоследствии именно принцип «сухого» нанесения уникальной метки прочно закрепился на производствах [10]. Все федеральные заводы области функционируют на грунтовой воде из глубинных скважин, реже – водозаборного колодца. Отсутствие резкого градиента температур у водоисточников способствует качественной архитектуре полос метки и формированию микроструктуры отолита с минимальным присутствием случайных флуктуаций в период инкубации. На практике рыбоводные предприятия регулярно допускают различные отклонения от утвержденных режимов мечения, не обеспечивая необходимый уровень реализации маркера у выпускаемой продукции. Идентификация таких искусственных включений зачастую сопровождается сравнением найденного образца с референсным цифровым изображением или готовым препаратом.

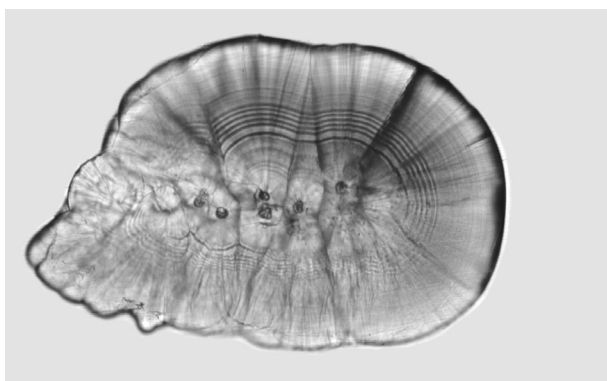
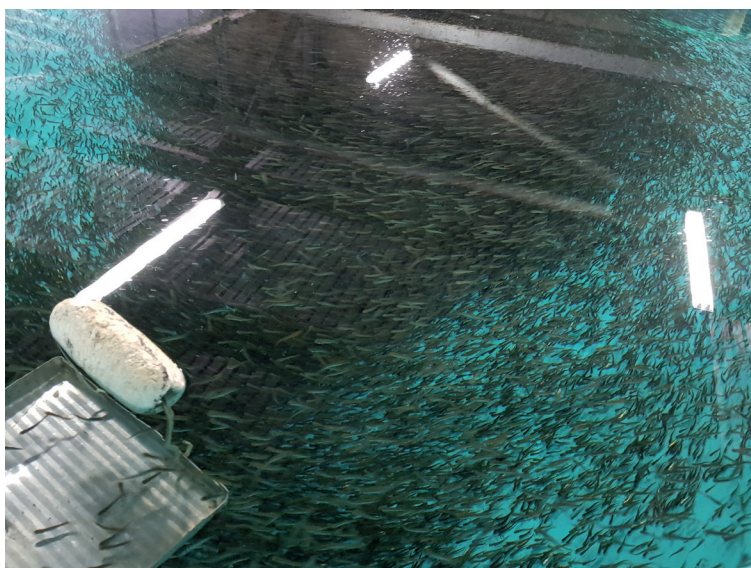
Актуальные научные исследования отолитов тихоокеанских лососей включают в себя контроль факторов окружающей среды, действующих на формирование слуховых структур в период инкубации, разработку индивидуальных режимов маркирования, а также – последующую дифференциацию половозрелых производителей по наличию и типу меток для различных рыбохозяйственных целей (рис. 1).

За весь доступный период наблюдений расчет эффективности деятельности рыбоводных организаций по искусственному воспроизводству производился с помощью материалов государственных НИР базовых водоемов.

Под эффективностью, в первую очередь, понимают биологическую продуктивность рыбоводного цикла, а не экономическую. Наряду с реками материкового побережья, в перечень мониторинговых работ входили непродолжительные совместные дрейтерные съемки преднерестовых общих скоплений тихоокеанских лососей акваторий четырех промысловых подзон, направленных на изучение морского периода жизни и исследований в рамках межправительственных соглашений. Потребность в идентификации стад североохотоморского происхождения наступила в связи с аккумулярованием в Охотском море (и за его пределами) заводских рыб, где суммарно нагуливалось порядка 50 млн экз. кеты Магаданских ЛРЗ. В дрейтовых пробах присутствие особей, несущих на сагиттальных отолитах маркеры, по неполным данным, не превышало 0,6%. Систематическое дублирование меток между странами-участницами НПАФК (NPAFC – North Pacific Anadromous Fish Commission) и отсутствие коллекций отолитов молоди у ряда дальневосточных институтов, отразилось на достоверности полученных данных. Оработанный материал характеризовался невысокой информативностью для его дальнейшего использования в научных изысканиях [8].

В многочисленных водотоках побережья Тайской губы сосредоточены запасы четырех промысловых видов тихоокеанских лососей: горбуши (*O. gorbuscha*), кеты (*O. keta*), кижуча (*O. kisutch*) и нерки (*O. nerka*). Важными объектом воспроизводства с 1983 г. на Магаданских заводах является кета, поэтому основное внимание уделялось именно ей. Спустя двадцать лет началось наращивание объемов выпусков горбуши и лососей с длительным пресноводным периодом жизни, выпускаемых преимущественно в возрасте сеголетка. Нерку культивировали в малых объемах и непродолжительное время (в общей сложности выпустили около 3,0 млн меченых рыб), целенаправленный мониторинг по ней никогда не проводился [7].

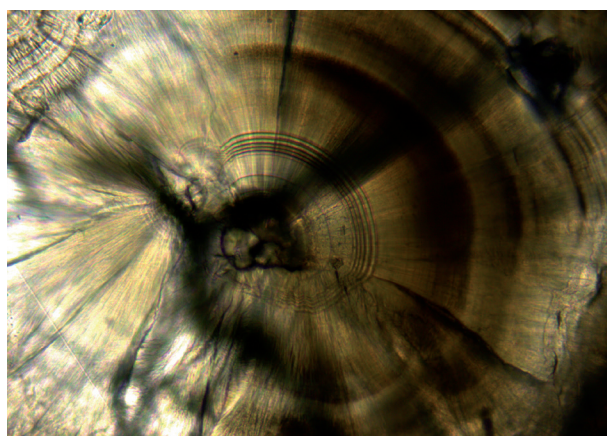
В результате длительного влияния процессов искусственного воспроизводства на лососевую ихтиофауну, современные популяции базовых рек различаются по своему происхождению, интенсивности воздействия на них рыбоводных мероприятий и эколого-географическими условиями существования. Реки Армань и Ола с начала периода функционирования ЛРЗ в больших объемах зарыблялись рыбопосадочным материалом из соседних водоемов путем перевозок оплодотворенной икры. В результате подобного рода манипуляций образовались смешанные популяции



A. Заводской мониторинг выращиваемой
рыбоводной продукции

A. Factory monitoring of farmed fish products

лососей из особей естественного и искусственного происхождения, кроме того, вследствие панмиксии, рыбы в реках гибридные и по генетическому составу. По мнению ряда исследователей, искусственное смешивание различных генотипов является скорее отри-



Б. Внезаводской мониторинг производителей на нерестилищах и забойках ЛРЗ

B. Off-site monitoring of producers in the spawning grounds and culls of the LRZ

Рисунок 1. Цикл работ по отолитометрии и маркированию в Магаданской области (фото М. Е. Калякиной)

Figure 1. A series of works on otolithometry and marking in the Magadan region (photo by M. E. Kalyakina)

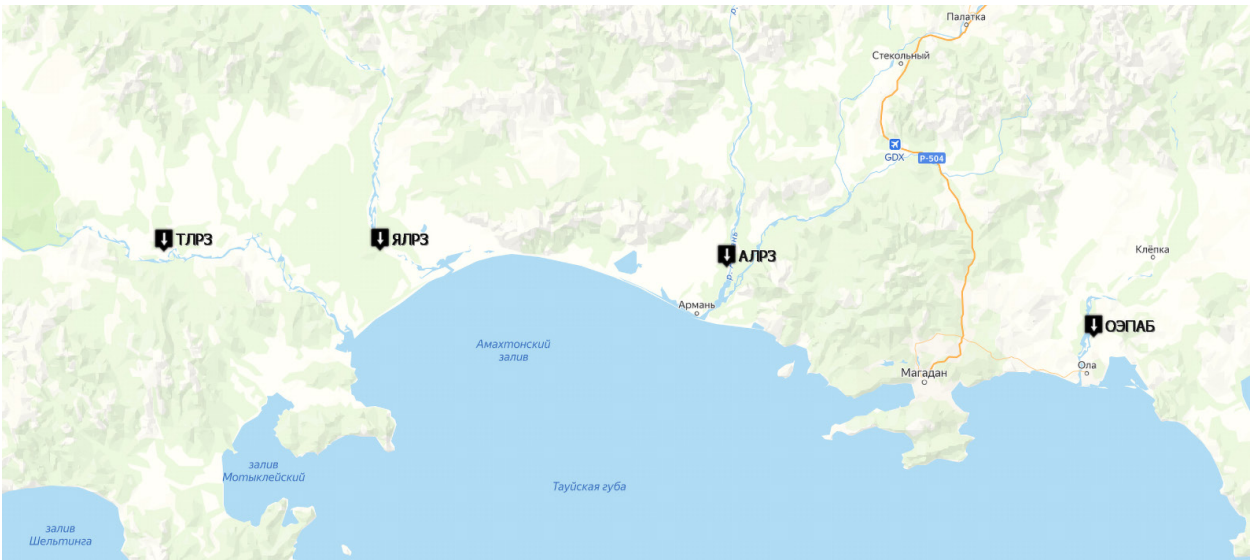
цательным, чем положительным фактором – в результате образуются низко-продуктивные популяции, давление естественного отбора на которые может привести к катастрофическому результату. Видовые популяции р. Яна, смешанные только по типу воспроизводства, генезис которых, в сущности, остался практически неизменным. Река Тауй, из-за непродолжительной на нем деятельности, всегда

оценивался как условно естественный водоем (рис. 2, табл. 1).

Основываясь на сравнительном анализе динамики численности заводских лососей, в незначительной степени влиянию искусственного воспроизводства подверглась р. Тауй (базовый водоем ТЛРЗ – Тауйского лососевого рыбноводного завода, проработавшего с 1996-2012 гг., характеризовался самой большой про-

Таблица 1. Сводная таблица данных научного сопровождения маркированных выпусков в период 1998–2023 годов / **Table 1.** Summary table of scientific support data for labeled issues in the period 1998–2023

Завод	Вид ВБР	Объем маркированных выпусков, млн экз.	Коллекции отолитов, гг.	Проанализировано отолитов, экз.
ТЛРЗ	кета	8,82	2006 – 2011	4 860
	кижуч	3,71		597
	горбуша	37,63		362
АЛРЗ	кета	45,42	2003 – 2023	2 541
	кижуч	9,07		464
	горбуша	42,93		998
ЯЛРЗ	кета	36,58	1998 – 2023	5 686
	кижуч	15,34		1 436
	горбуша	40,05		3 471
ОЭПАБ	кета	87,21	1999 – 2023	7 653
	кижуч	10,01		4 858



ТЛРЗ – Туйский лососевый
рыбоводный завод



ОЭПАБ – Ольская экспериментальная
производственно-акклиматизационная база



ЯЛРЗ – Янский лососевый
рыбоводный завод



АЛРЗ – Арманский лососевый
рыбоводный завод

Рисунок 2. Внешний вид и схема расположения государственных ЛРЗ в Магаданской области (фото Н. Н. Игнатова)

Figure 2. The appearance and layout of state-owned salmon hatchery in the Magadan Region (photo by N. N. Ignatov)

тяжностью и площадью водосбора). Практика по изъятию отоликов производителей ввелась после полномасштабного маркирования, поэтому долю заводских рыб в нерестовых подходах долгое время не определяли. Работы по идентификации меченых экземпляров проводились с 2006 г. и продолжались вплоть до прекращения функционирования завода, несмотря на внушительную коллекцию собранного отолитного материала кеты и кижуча, метки в выборках были зафиксированы единично, процент встречаемости варьировался от 0,0-1,0%, что связывали с несущественными объемами выпусков молоди с Тауйского ЛРЗ.

На Арманском рыболовном заводе (АЛРЗ) апробирование и внедрение мечения произошло позже всех рыболовных предприятий, до 2005 г. уровень промышленного возврата давался только на основе экспертной оценки, где среднескользящая величина для кеты была достаточно низкой – 0,06%. Ввиду географического расположения реки, предполагалось, что часть заводских особей мигрирует в р. Ойра, русло которой имеет общее устье с р. Армань, вероятно, показатель возврата заводской рыбы с учетом стрейнга мог быть выше. Следует отметить, что количество выращенной и количество выпущенной молоди с завода в базовую реку было неодинаково, вследствие периодических перевозок части мальков в другие водоемы (оз. Глухое, бухты Старая Веселая и Речная). До 1994 г. плановые показатели по выпуску малька превы-

полнялись, однако в последующие годы для загрузки производственных мощностей стало катастрофически не хватать численности производителей, зашедших на нерест [5]. В настоящее время АЛРЗ осваивает выделяемые лимиты закладки лососей только по горбуше. Несмотря на сложившуюся гидрологическую картину, научный мониторинг отолитного маркирования проводится только на базовом водоеме при малых отолитных выборках неполных временных рядов. Полученный процент искусственно выращенных рыб, в проанализированных материалах, не превышал 3,4 для горбуши, кеты и кижуча – 1,9, где фактический уровень возврата по отоликам оказался немногим меньше среднескользящей рассчитанной величины. Исходя из предоставленных сагиттальных отоликов с забоек, установлено, что ежегодно закладываемая на ЛРЗ икра относится к природным популяциям тихоокеанского лосося. Очевидно, что после ввода в эксплуатацию завода существенного увеличения подходов водных биологических ресурсов так и не произошло. Систематическое отсутствие искусственных элементов в собираемых материалах, вероятно, связано с низким качеством мечения и выживаемостью заводских особей на ранних этапах онтогенеза.

Наиболее полный хронологический ряд исследований имеется для рек Ола и Яна (базовые водоемы ЯЛРЗ – Янского рыболовного завода и ОЭПАБ – Ольской экспериментальной производственно-акклиматизационной



базы). Выпуски значимых видов тихоокеанских лососей не всегда были многочисленными, поэтому идентификация рыб с заводской маркировкой и расчет промыслового возврата производились далеко не для всех поколений. Первые меченые особи в Магаданской области были зарегистрированы в 1998 г. в небольшой выборке янской популяции кеты. Выявленная на практике научного сопровождения рентабельность ЯЛРЗ, указывает на более эффективное использование водных биологических ресурсов среди других рыбоводных филиалов. В ретроспективных материалах Янского ЛРЗ пик встречаемости отмечен для заводской кеты, в отдельные годы он достигал до 11,0% при среднемноголетней величине возврата 0,4%. У горбуши и кижуча полученные доли не поднимались выше 2,3%, при коэффициенте 0,2% по горбуше, где в основу расчетов использовали отолиты, изымаемые с русла базовой реки. Значительным достижением янских рыбоводов можно считать массовый возврат кеты и кижуча в заводскую протоку, начиная с поколений 2018 г., что ранее не наблюдалось, хотя предприятие сконструировано таким образом, чтобы рыба заходила непосредственно к производственному цеху в период анадромной миграции. Согласно собранным биологическим материалам, долевое соотношение заводских особей было крайне высоким – до 90,0% в обследованных годах, это единственно зафиксированный факт закладки икры непосредственно от вернувшихся производителей.

Ольская ЭПАБ – первый рыбоводный завод, построенный в регионе, мощностью до 20 млн прокатной молоди в год. Для р. Ола характерна особенность массового хода заводской кеты в конце нерестовой миграции, расчет численности ранее строился на экстраполированных данных, которые увеличивают ошибку вычислений и не дают полного представления

о подходах меченой кеты, поэтому, при формировании статистики, принимали во внимание только минимально рассчитанные коэффициенты. Первые метки начали регистрировать в начале 2000 г., в ранний период исследований доли заводской кеты, выпущенной с ОЭПАБ, в подходах отдельных поколений достигали 14,0-17,0%. Анализ микроструктур отолитов поздних возрастных генераций выявил, что соотношение искусственных рыб в природных скоплениях, по сравнению с прошлыми годами, сильно уменьшилось. Одной из проблем работы ОЭПАБ можно считать выпуск малька с низким качеством меток, что постоянно затрудняет идентификацию части изымаемых производителей. Полученный среднемноголетний промысловый возврат тихоокеанских лососей в базовом водоеме держится на уровне в 0,15% и 0,4%, где наибольший показатель относится к горбуше. Выделяющей особенностью р. Ола можно считать единичный заход производителей искусственно выращенной кеты и горбуши, идентифицируемой предприятиями Сахалинской области [1].

ВЫВОДЫ

До середины 1990-х гг. критерием эффективности искусственного воспроизводства служили количественные показатели выпускаемой молоди, численность вернувшихся в регион от этой молоди производителей не определяли, в связи с отсутствием способов, допускающих однозначно идентифицированность заводских рыб в смешанных нерестовых скоплениях. Используемые на тот момент, косвенные методики не позволяли делать однозначные выводы, поэтому по инициативе «МагаданНИРО» на государственных рыбоводных предприятиях области была введена практика тотального мечения отолитов у оплодотворяемой икры, что дало возмож-



ность объективно оценить уровень возврата лососей североохотоморского побережья и результативность проводимых мероприятий на конкретном рыбоводном заводе. Повсеместное применение массового маркирования на производстве позволяет решать различные практические и теоретические задачи.

Проблема повышения эффективности искусственного разведения тихоокеанских лососей Магаданских ЛРЗ остается более чем актуальной, в связи с тем, что большинство базовых рек интенсивно эксплуатируются рыбопромышленными организациями, при этом популяции в этих реках состоят преимущественно из рыб естественного происхождения, чей показатель продуктивности выше коэффициента возврата заводских производителей. Объемы выпусков молоди культивируемых тихоокеанских лососей не способствовали увеличению численности возвратов. В общей сложности в 1984-2025 гг. Охотским филиалом «Главрыбвод» было выпущено порядка 1,072 млрд экз. (из них 350,0 млн маркированного малька) с четырех предприятий, но ожидаемого подъема запасов, за счет комплекса проводимых рыбоводных мероприятий, не произошло. Долгосрочная эксплуатация, без серьезных своевременных реконструкций, привела к сильной ветхости заводов (производственных помещений), повлиявшей на снижение объемов закладываемой икры и числа выпусков. Актуальное освоение мощностей ЛРЗ составляет менее 25% от первоначально заложенной величины, что сопоставимо 16,5 млн малькам в год, при этом положение ухудшается за счет устойчивого дефицита производителей на нерестилищах. Другой причиной столь низкого возврата лососей искусственного происхождения является выпуск предприятиями ослабленной молоди, с низкими адаптивными возможностями к резким изменениям окружающей среды. Применяемые приемы и методы биотехники не совершенны, условия содержания лососей зачастую не соответствует оптимальным [6]. Часто применяемая практика по перевозке икры из рек-доноров себя не оправдывала, низкие возвраты заводских рыб, оцененные с помощью отолитного маркирования, показали ее низкую эффективность. За весь период работы рыбоводные заводы не смогли сформировать искусственные устойчивые популяции тихоокеанских лососей на базовых или каких-либо других реках.

По состоянию рыбоводного комплекса Магаданской области на 2025 г. можно констатировать, что государственные предприятия не справляются с поставленными задачами по увеличению естественных популяций тихоо-

кеанских лососей, динамика подходов в реки в большей степени зависит от флуктуации численности особей естественного происхождения. По нашему мнению, только привлечение частного сектора промышленности и внедрение различных программ опытно-производственных работ поможет выйти из кризисной ситуации, сложившейся с лососеводством в регионе [3; 9].

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад работы авторов: М.Е. Калякина – идея статьи, анализ ретроспективных данных, подготовка текста и цифровых материалов, обзор литературы; Н.Н. Игнатов – редакция и корректировка текста, подготовка цифровых материалов, обзор литературы; Е.Я. Литанюк – техническая подготовка и обработка материалов.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution of the authors: M.E. Kalyakina – the idea of the article, the analysis of retrospective data, the preparation of text and digital materials, literature review; N.N. Ignatov – editing and correction of the text, the preparation of digital materials, literature review; E.Y. Litanyuk – technical preparation and processing of materials.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Акиничева Е.Г. Использование маркирования отолитов лососевых рыб для определения эффективности рыбоводных заводов // Состояние и перспективы рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря: Сборник научных трудов / Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии; под редакцией кандидата биологических наук И.Е. Хованского. Том Выпуск 1. – Магадан: Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2001. С. 288-296
2. Игнатов Н.Н., Калякина М.Е. О перспективах развития товарного (пастбищного) рыбоводства в условиях негосударственных рыбоводных предприятий на территории Магаданской области // Рыбное хозяйство. 2024. № 6. С. 63-69. doi: org/10.36038/0131-6184-2024-6-63-69.
3. Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л., Игнатов Н.Н., Смилянский И.К. Искусственное формирование локальных популяций тихоокеанских лососей – новая перспектива развития рыбоводства в Магаданской области // Бюллетень изучения тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке. 2011. № 6. С. 65-72
4. Овчинников В.В. Современное состояние, проблемы и перспективы искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей в Магаданской области // Искусственное воспроизводство тихоокеанских лососей на Дальнем Востоке России: Тезисы докладов научной конференции, Южно-Сахалинск, 29-30 мая 2018 года. – Южно-Сахалинск:

- Сахалинский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2018. С. 21-27
5. Рябуха Е.А., Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л. [и др.] Проблемы искусственного воспроизводства тихоокеанских лососей на Арманском лососевом рыбобоводном заводе и возможные пути их решения // Состояние рыбохозяйственных исследований в бассейне северной части Охотского моря: Сборник научных трудов. Том Выпуск 3. – Магадан: Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2009. С. 233-242
 6. Сафроненков Б. П. Состояние лососеводства в Магаданской области. Обзор 30-и летней деятельности // Отчётная сессия ФГУП «МагаданНИРО» по результатам научных исследований 2013 года: материалы докладов, Магадан, 28-31 января 2014 года. – Магадан: Типография. 2014. С. 142-154
 7. Сафроненков Б.П., Хованская Л.Л., Волобуев В.В. Современное состояние лососеводства и пути увеличения ресурсной базы лососевого рыболовства в Магаданской области // Проблемы формирования инновационной экономики региона: Материалы I научно-практической конференции, Магадан, 02-03 декабря 2010 года / Администрация Магаданской области, Северо-восточный государственный университет. – Магадан: Новая типография. 2010. С. 199-202
 8. Фомин Е.А. Отолитное маркирование как инструмент доказательства права производителя на произведенную продукцию аквакультуры // Отчётная сессия ФГУП «МагаданНИРО» по результатам научных исследований 2012 года: Материалы докладов, Магадан, 06 февраля 2013 года. – Магадан: Новая полиграфия. 2013
 9. Сафроненков Б.П., Яковлев К.А., Рогатных А.Ю., Акиничева Е.Г. Патент № 2370028 C1 Российская Федерация, МПК A01K 61/00. Способ создания искусственной промыслово-маточной популяции тихоокеанских лососей: № 2008107650/12: заявл. 27.02.2008; опубл. 20.10.2009. Заявитель Федеральное государственное унитарное предприятие Магаданский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» ФГУП «МагаданНИРО»
 10. Сафроненков Б.П., Акиничева Е.Г., Рогатных А.Ю. Патент № 2150827 C1 Российская Федерация, МПК A01K 61/00. Способ массового мечения рыб: № 99101432/13: заявл. 26.01.1999; опубл. 20.06.2000; заявитель Магаданское отделение Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра
- enterprises in the Magadan Region // Fisheries. No. 6. Pp. 63-69. doi.org/10.36038/0131-6184-2024-6-63-69. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Safronenkov B.P., Khovanskaya L.L., Ignatov N.N., Smilyansky I.K. (2011). Artificial formation of local populations of Pacific salmon - a new prospect for the development of fish farming in the Magadan region // Bulletin of the study of Pacific salmon in the Far East. No. 6. Pp. 65-72. (In Russ.)
 4. Ovchinnikov V.V. (2018). Current state, problems and prospects of artificial reproduction of Pacific salmon in the Magadan region // Artificial reproduction of Pacific salmon in the Russian Far East: Abstracts of reports of the scientific conference, Yuzhno-Sakhalinsk, May 29-30, 2018. – Yuzhno-Sakhalinsk: Sakhalin Research Institute of Fisheries and Oceanography. Pp. 21-27. (In Russ.)
 5. Ryabukha E.A., Safronenkov B.P., Khovanskaya L.L. [et al.] (2009). Problems of artificial reproduction of Pacific salmon at the Arman salmon hatchery and possible solutions // The state of fisheries research in the northern part of the Sea of Okhotsk: Collection of scientific papers. Volume 3. – Magadan: Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography. Pp. 233-242. (In Russ.)
 6. Safronenkov B.P. (2014). The state of salmon farming in the Magadan region. Review of 30 years of activity // Reporting session of the Federal State Unitary Enterprise “MagadanNIRO” on the results of scientific research in 2013: materials of reports, Magadan, January 28-31, 2014. – Magadan: Printing House. Pp. 142-154. (In Russ.)
 7. Safronenkov B.P., Khovanskaya L.L., Volobuev V.V. (2010). Current state of salmon farming and ways to increase the resource base of salmon fisheries in the Magadan region // Problems of formation of innovative economy of the region: Materials of the 1st scientific and practical conference, Magadan, December 2-3, 2010 / Administration of Magadan Region, North-Eastern State University. – Magadan: New Printing House. Pp. 199-202. (In Russ.)
 8. Fomin E.A. (2013). Otolith marking as a tool for proving the producer's right to manufactured aquaculture products // Reporting session of the Federal State Unitary Enterprise “MagadanNIRO” on the results of scientific research in 2012: Materials of reports, Magadan, February 6, 2013. – Magadan: New Printing. (In Russ.)
 9. Safronenkov B.P., Yakovlev K.A., Rogatnykh A.Y., Akinicheva E.G. (2009). Patent No. 2370028 C1 Russian Federation, IPC A01K 61/00. Method for creating an artificial commercial broodstock population of Pacific salmon: No. 2008107650/12: declared 27.02.2008: published 20.10.2009 /; applicant Federal State Unitary Enterprise “Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography” FSUE “MagadanNIRO”. (In Russ.)
 10. Safronenkov B.P., Akinicheva E.G., Rogatnykh A.Y. (2000). Patent No. 2150827 C1 Russian Federation, IPC A01K 61/00. Method for mass tagging of fish: No. 99101432/13: declared 26.01.1999: published 20.06.2000; applicant Magadan branch of the Pacific Fisheries Research Center. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Akinicheva E.G. (2001). Use of marking of salmon otoliths to determine the efficiency of fish hatcheries // Status and prospects of fisheries research in the northern part of the Sea of Okhotsk: Collection of scientific papers / Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography; edited by candidate of biological sciences I. E. Khovansky. Volume Issue 1. – Magadan: Magadan Research Institute of Fisheries and Oceanography. Pp. 288-296. (In Russ.)
2. Ignatov N.N., Kalyakina M.E. (2024). On the prospects for the development of commercial (pasture) fish farming in the conditions of non-state fish farming

Материал поступил в редакцию/ Received 15.10.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 05.11.2025



Методы диагностики и лечения некоторых эктопротозойных инвазий рыб

Научная статья
УДК 619.616.993.1

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-118-122>
EDN: HKRQYS

Кожаева Джульетта Каральбиевна – доктор биологических наук, профессор кафедры «Зоотехния и ветеринарно-санитарная экспертиза», Нальчик, Россия
E-mail: Kozhaeva-52@mail.ru

Махова Индира Хасановна – кандидат биологических наук, доцент кафедры «Зоотехния и ветеринарно-санитарная экспертиза», Нальчик, Россия
E-mail: makhova.indira@mail.ru

Гузоев Эрменбий Махтиевич – аспирант факультета ветеринарной медицины и биотехнологий, Нальчик, Россия
E-mail: ermenbii@gmail.com

Кеккезов Алим Ахматович – студент специальности «Ветеринария», факультета ветеринарной медицины и биотехнологий, Нальчик, Россия
E-mail: kekkezovalim@mail.ru

Кабардино-Балкарский ГАУ

Адрес: Россия, 360030, Кабардино-Балкарская Республика, Нальчик, проспект Ленина, 1В

Аннотация. Ихтиофтириоз *Ichthyophthirius multifiliis* – инвазионное заболевание, наносящее высокий экономический ущерб для рыбоводов. Ихтиофтириозу восприимчивы как промысловые, так и аквариумные рыбы. В статье приведены результаты лечения, методы определения, а также – правила подсчёта при определении интенсивности инвазии (ИИ). Было выявлено, что применение малахитового зеленого в концентрации 0,3 г/л оказалось более эффективным, чем метиленовая синь. При выявлении заболевания на ранних стадиях и своевременном лечении процент выживаемости достигает 100%.

Ключевые слова: ихтиофтириоз, инвазия, рыбы, малахитовый зеленый, метиленовая синь, выживаемость

Для цитирования: Кожеева Д.К., Махова И.Х., Гузов Э.М., Кеккезов А.А. Методы диагностики и лечения некоторых эктопротозойных инвазий рыб // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 118-122. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-118-122>

METHODS OF DIAGNOSIS AND TREATMENT OF SOME ECTOPROTOZOAL FISH INVASIONS —

Julietta K. Kozhaeva – Doctor of Biological Sciences, Professor, Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Nalchik, Russia

Indira K. Makhova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Department of Animal Science and Veterinary and Sanitary Expertise, Nalchik, Russia

Ermenbiy M. Guzoev – Postgraduate student at the Faculty of Veterinary Medicine and Biotechnology, Nalchik, Russia

Alim A. Kekkezev – student of Veterinary Medicine, Faculty of Veterinary Medicine and Biotechnology, Nalchik, Russia

Kabardino-Balkarian State Agrarian University

Address: Russia, 360030, Kabardino-Balkarian, Nalchik, Republic, Lenin Avenue, 1B

Annotation. Ichthyophthiriosis *Ichthyophthirius multifiliis* is an invasive disease that causes high economic damage to fish farmers. Both commercial and aquarium fish are susceptible to ichthyophthiriosis. The article presents the results of treatment, methods of determination, as well as counting rules for determining the intensity of invasion (AI). It was found that the use of malachite green at a concentration of 0.3 g /l was more effective than methylene blue. With early detection of the disease and timely treatment, the survival rate reaches up to 100%.

Keywords: ichthyophthiriosis, invasion, fish, malachite green, methylene blue, survival.

For citation: Kozhaeva D.K., Makhova I.Kh., Guzoev E.M., Kekkezev A.A. (2025). Methods of diagnosis and treatment of some ectoprotzoal fish invasions // Fisheries. No. 6. Pp. 118-122. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-118-122>

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

ВВЕДЕНИЕ

Одним из опасных инвазионных заболеваний аквариумных и пресноводных рыб является ихтиофтириоз, его возбудитель – инфузория из отряда *Tetrachimenidas*, семейства *Ophryoglenidae*, рода *Ichthyophthirius*. Ихтиофтириоз вызывает воспаление эпителиального слоя кожи, жабр и роговой оболочки глаз. К инвазии восприимчивы все возрастные группы рыб, чаще поражаются молодые рыбы, за-

болевание при сильной инвазии опасно также для взрослой рыбы [1].

Возбудитель – разноресничная инфузория, имеет почти круглое тело крупного размера (у больных рыб обнаруживается невооружённым взглядом) от 0,5 до 0,9 мм. Заражение происходит в цисте, в которой образуются молодые инфузории «Бродяжки», затем они покидают цисту, переходят в толщу воды и заражают встретившихся им рыб (рис. 1).

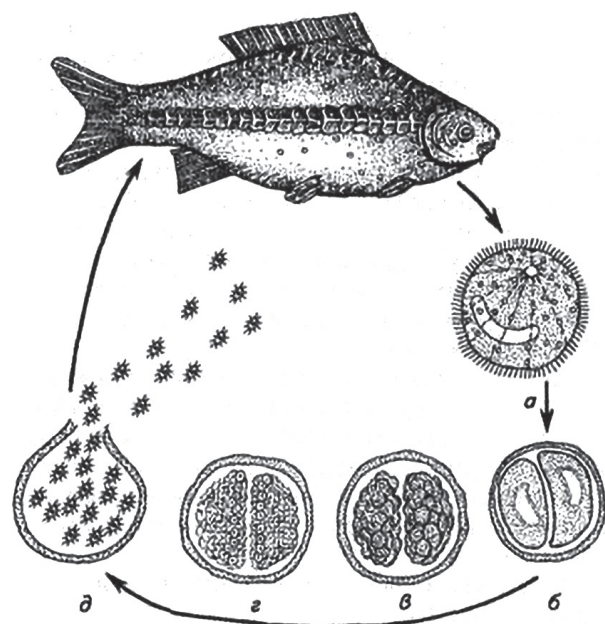


Рисунок 1. *Ichthyophthirius multifiliis*: а – зрелый трофонт; б, в, г – деление паразита; д – выход «бродяжек» цисты (из Бауера, 1977)

Figure 1. *Ichthyophthirius multifiliis*: а – mature trophont; б, в, г – division of the parasite; д – exit of the «vagant» cysts (from Bauer, 1977)

По данным ряда авторов, оптимально для размножения инфузорий является температура от 17-22 и от 24-26 °С. В зависимости от температуры, развитие паразита длится от трех дней до нескольких недель [2]. Массовое заболевание рыб ихтиофтириозом наблюдается в апреле-июне, так как температура водоёмов достигает 16-22 °С. При более высоких температурах, которые держатся с июля по сентябрь, размножение паразита ослабевает или полностью прекращается [3].

Ихтиофтириоз также нередко встречается у аквариумных рыб (рис. 2). В отличие от промысловых, в аквариумах температура воды держится в пределах от 17-25 °С.

В связи с этим данное инвазионное заболевание у аквариумных рыб встречается в любое время года. Заражение связано с занесением возбудителя вместе с больной рыбой в водоём или аквариум. Разведение аквариумных рыб, прудовых, а также – про-

мысловых имеет огромное значение для экономики страны [4].

МАТЕРИАЛЫ МЕТОДЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились на факультете ветеринарной медицины и биотехнологий на кафедрах ветеринарной медицины и зоотехнии и ветеринарно-санитарной экспертизы. Для определения уровня заражения проводили подсчет уровня ихтиофтириусов под увеличением лупы. Метод подсчета заключается в определении количества паразитов в 1 кв. см. Для определения уровня заражения использовали следующие данные (табл. 1).

Для исследований проводили отлов рыбы из 5 озер закрытого типа в весенне-летний период. В среднем с каждого озера было выловлено по 15-17 карпов годовиков и старше, в общем было изучено п-79. Также были иссле-

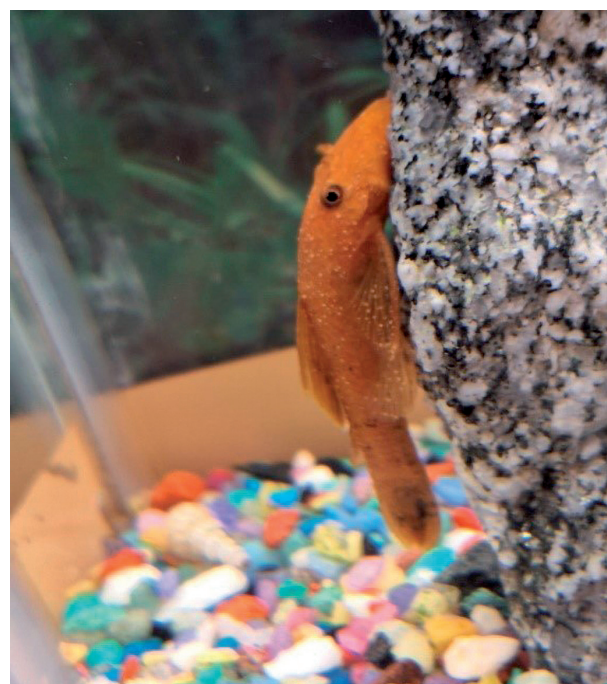


Рисунок 2. Клинический случай ихтиофтириоза у аквариумных рыб (На фото – золотой анциструс)

Figure 2. Clinical case of ichthyophthiriosis in aquarium fish (pictured is a golden ancistrus)

Таблица 1. Определение уровня заражения / **Table 1.** Determination of the infection rate

Количество паразитов в 1 кв. см	Интенсивность заражения
1-5	Слабая
6-10	Средняя

Таблица 2. Группа, схема лечения и процент гибели /
Table 2. Group, treatment regimen, and death rate

Группа	Препарат концентрация время, курс (дней)	Гибель после лечения %
Группа № 1 n-9	Метиленовая синь 0,7-0,8 г/л Длительность 15-20 минут 6 дней	Единичный
Группа № 2 n-9	Малахитовый зеленый 0,2-0,3 г/л Длительность 15-20 минут 5 дней	100 %
Группа № 3 n-9	Контроль	36 %

дованы аквариумные рыбы из зоомагазинов, у которых были клинические признаки ихтиофтириоза в количестве n-9. При выявлении больных ихтиофтириозом рыб были сформированы 3 опытные группы по 8 особей в каждой [5;].

Для изучения патологоанатомических изменений внутренних органов, при гибели рыб проводили неполное гельминтологическое вскрытие. Для количественной оценки зараженности рыб использовали показатели – экстенсивность инвазии (ЭИ) и интенсивность инвазии (ИИ). В период лечения клинически больных рыб использовали 2 общепринятых метода – метиленовая синь и малахитовый зеленый, 3 группа – контроль [6].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В ходе проведения исследований были сформированы 3 группы и подобран следующий курс лечения (табл. 2).

При изучении клинически больных ихтиофтириозом рыб паразиты обнаруживались невооружённым глазом под микроскопом при изучении слизи, при малом увеличении паразитов можно увидеть детально, во всех трёх группах ИИ была сильной. (рис. 3).

При проведении неполного гельминтологического вскрытия павших рыб особых изменений внутренних органов не наблюдали. Были незначительные повреждения кожного покрова рыб и в некоторых местах частичное отсутствие чешуи.

Для проведения курса лечения в двух группах (табл. 2) использовали вёдра, в которых готовили раствор и пересаживали рыбу, как по схеме (рис. 1) в среднем на 15-20 мин. (рис. 4).

ВЫВОДЫ

После проведения курса лечения были получены следующие данные:

1. При своевременном выявлении и лечении процент выздоровления может достигать до 100%.

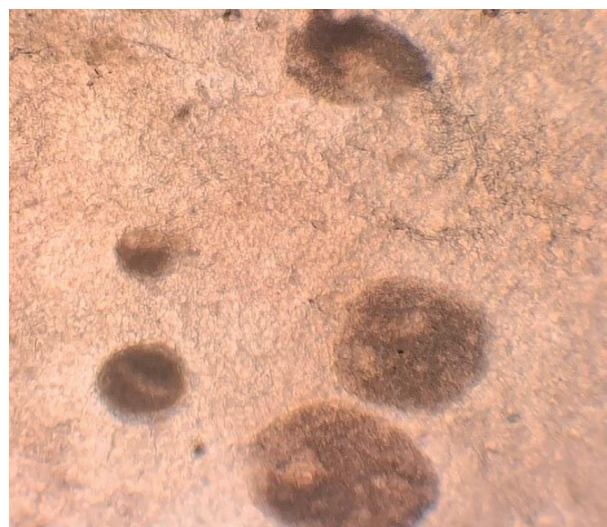


Рисунок 3. *Ichthyophthirius multifiliis* под микроскопом

Figure 3. *Ichthyophthirius multifiliis* under a microscope

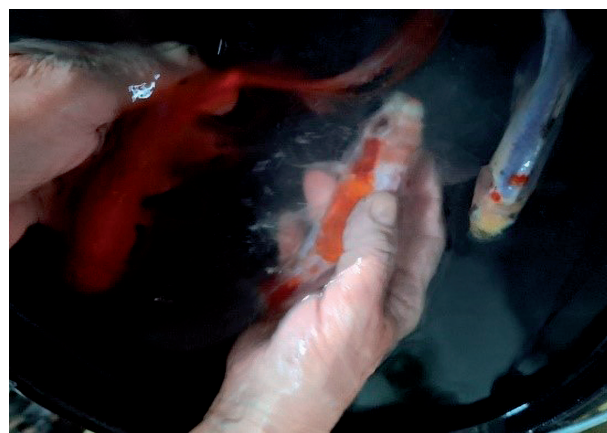


Рисунок 4. Процесс обработки рыб в растворе малахитовый зеленый

Figure 4. The process of processing fish in a solution of malachite green

2. Применение малахитового зеленого в концентрации 0,2-0,3 г/л в течении 5 дней показал хороший результат в проведении терапии.
3. Неоказание терапевтического лечения приводит к большому проценту гибели рыб, что, в условиях рыбоводческих предприятий, является экономически невыгодным.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад авторов в работу: **Д.К. Кожеева** – подготовка обзора литературы, подготовка статьи и ее окончательная проверка, систематизация и анализ данных, корректировка текста; **И.Х. Махова** – анализ данных, корректировка текста; **Э.М. Гузоев** – сбор и анализ данных **А.А. Кеккезов** – идея статьи, корректировка текста, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest. The authors' contribution to the work: **D.K. Kozhaeva** – preparation of a literature review, preparation of the article and its final verification, systematization and analysis of data, correction of the text; **I.H. Makhova** – data analysis, correction of the text; **E.M. Guzoev** – collection and analysis of data **A.A. Kekkezev** – idea of the article, correction of the text, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Судейкина А.С., Сысоева Н.Ю. Диагностика и лечение ихтиофтириоза аквариумных рыб // Приоритетные направления научно-технологического развития агропромышленного комплекса России. Материалы Национальной научно-практической конференции. – Рязань. 2019. С. 264-267.
2. Гаврилин К.В. Бактериальные осложнения при эндопротозойных инвазиях рыб // Материалы докладов научной конференции Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями. – М.: 2011. Выпуск 12. С. 109-112.
3. Новиков А.А. Роль проточности в профилактике и лечении ихтиофтириоза, вызываемого *Ichthyophthirius multifiliis* в условиях аквакультуры и аквариумистики // Мат. X межд. науч.-практ. конф. «Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса». – М.: ВНИРО. 2022. С. 235-237.
4. Ивонина П.С. Ихтиофтириоз аквариумных рыб // Проблемы диагностики болезней рыб. Сборник статей. – Екатеринбург. 2023. С. 153-157.
5. Сорокин П.А., Енгашев С.В. Новое в лечении карповых рыб при // Современные проблемы общей и частной паразитологии. материалы IV Международного паразитологического симпозиума. – Санкт-Петербург. 2022. С. 240-243.
6. Кудрин Л.П. Профилактика и лечение ихтиофтириоза декоративных рыб // Современные проблемы паразитологии и эпизоотологии. Сборник статей IX Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 85-летию создания кафедры паразитологии и эпизоотологии Воронежского ГАУ. ФГБОУ ВО Воронежский государственный аграрный университет им. императора Петра I; Воронежское отделение Паразитологического Общества РАН ФГБУ «Воронежский государственный заповедник». – Воронеж: ФГБОУ ВПО Воронежский ГАУ. 2016. С. 75-78.
7. Меренкова Н. В. Акопян Е.Э., Жучок А.Ю. [и др.] Гельминтологическое исследование промысловых видов рыб, его влияние на качество и безопасность рыбной продукции // Вестник КрасГАУ. 2022. № 4(181). С. 89-97. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-4-89-97>. EDN IMFYAH.

LITERATURE AND SOURCES

1. Sudeikina A.S., Sysoeva N.Yu. (2019). Diagnosis and treatment of ichthyophthiriosis of aquarium fish // Priority areas of scientific and technological development of the agro-industrial complex of Russia. Materials of the National Scientific and Practical Conference. – Ryazan. Pp. 264-267. (In Russ.)
2. Gavrilin K.V. (2011). Bacterial complications in endoparasitosis of fish // Proceedings of the scientific conference Theory and practice of combating parasitic diseases. Moscow: Issue 12. Pp. 109-112. (In Russ.)
3. Novikov A.A. (2022). The role of flow in the prevention and treatment of ichthyophthiriosis caused by *Ichthyophthirius multifiliis* in conditions of aquaculture and aquariums // Mat. X International Scientific and Practical Conference "Modern problems and prospects for the development of the fisheries complex." – M.: VNIRO. Pp. 235-237. (In Russ.)
4. Ivonina P.S. (2023). Ichthyophthiriosis in aquarium fish // Problems of diagnosis of fish diseases. Collection of articles. – Yekaterinburg. Pp. 153-157. (In Russ.)
5. Sorokin P.A., Engashev S.V. (2022). New in the treatment of cyprinid fish // Modern problems of general and private parasitology. Proceedings of the IV International Parasitological Symposium. – St. Petersburg. Pp. 240-243. (In Russ.)
6. Kudrin L.P. (2016). Prevention and treatment of ichthyophthiriosis of ornamental fish // Modern problems of parasitology and epizootology. Collection of articles of the IX All-Russian Scientific and Practical Conference dedicated to the 85th anniversary of the establishment of the Department of Parasitology and Epizootology of the Voronezh State Agrarian University. Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter I; Voronezh Branch of the Parasitological Society of the Russian Academy of Sciences Voronezh State Nature Reserve. Voronezh: Voronezh State University of Economics. Pp. 75-78. (In Russ.)
7. Merenkova N. V. Hakobyan E.E., Zhuchok A.Yu. [et al.] (2022). Helminthological research of commercial fish species, its impact on the quality and safety of fish products // Bulletin of KrasGAU. № 4(181). Pp. 89-97. <https://doi.org/10.36718/1819-4036-2022-4-89-97>. EDN IMFYAH. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию / Received 30.09.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 05.11.2025



Качество кормовой рыбной муки, используемой при производстве комбикормов для объектов аквакультуры

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-123-131>
EDN: KPXWNI

Научная статья УДК 664.957:639.3.043.2

Усков Тимур Николаевич – кандидат технических наук, старший научный сотрудник отдела кормов и кормовых компонентов, Москва, Россия
E-mail: uskov@vniro.ru

Арнаутов Максим Владимирович – кандидат технических наук, начальник отдела кормов и кормовых компонентов, Москва, Россия
E-mail: arnautov@vniro.ru

Артемов Роман Викторович – кандидат технических наук, доцент, директор Департамента прикладных исследований комбикормов и научного сопровождения производств, Москва, Россия
E-mail: artemov@vniro.ru

Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»)

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

Аннотация. Проведено комплексное исследование качественных характеристик 100 образцов кормовой рыбной муки отечественного производства, используемой в комбикормах для объектов аквакультуры. Методом кластерного анализа образцы разделены на пять групп по химическому составу: наибольшая группа (>50%) характеризовалась содержанием сырого протеина $70,2 \pm 0,2\%$, сырого жира $9,40 \pm 0,17\%$, золы $13,7 \pm 0,13\%$. Аминокислотный анализ выявил полноценность белкового состава: сумма незаменимых аминокислот составляла 28,38-31,65 г/100 г продукта, заменимых – 34,55-38,02 г/100 г продукта. Анализ соотношений незаменимых аминокислот подтвердил отсутствие фальсификации в исследованных образцах. Липидный профиль характеризовался высоким содержанием эйкозапентаеновой и докозагексаеновой жирных кислот, сумма которых составляла не менее 25% от общего содержания жирных кислот. Кислотное число жира в 95% образцов не превышало 20 мгКОН/г, что свидетельствует о высоком качестве липидов. Полученные данные могут служить основой для разработки нормативов качества рыбной муки для использования в кормах для объектов аквакультуры.

Ключевые слова: рыбная мука, комбикорма для рыб, аминокислотный состав белка, показатели качества, кластерный анализ, жирные кислоты, фальсификация, аквакультура

Для цитирования: Усков Т.Н., Арнаутов М.В., Артемов Р.В. Качество кормовой рыбной муки, используемой при производстве комбикормов для объектов аквакультуры // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 123-131. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-123-131>

QUALITY OF FISH MEAL AS A COMPONENT OF AQUACULTURE FEED QUALITY OF FISH MEAL AS A COMPONENT OF AQUACULTURE FEED

Timur N. Uskov – Candidate of Technical Sciences, Senior researcher, VNIRO.

Maksim V. Arnautov – Candidate of Technical Sciences, Head of department, VNIRO.

Roman V. Artemov – Candidate of Technical Sciences, Director of department, VNIRO.

State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries
and Oceanography (VNIRO)

Address: Russia, 105187, Moscow, Okruzhnoy proezd, 19

Annotation. A comprehensive study of 100 samples of fish meal produced in Russia in 2022-2024 and used in the production of compound feeds for aquaculture was conducted. The samples were divided via cluster analysis into five groups according to chemical composition: the largest group (>50%) was characterized by crude protein content $70.2 \pm 0.2\%$, crude fat $9.40 \pm 0.17\%$, ash $13.7 \pm 0.13\%$. Amino acid analysis revealed high value of protein composition: the sum of essential amino acids was 28.38-31.65 g/100 g of product, non-essential – 34.55-38.02 g/100 g of product. Analysis of essential amino acid ratios confirmed the absence of falsification in the studied samples. The lipid profile was characterized by the sum of eicosapentaenoic and docosahexaenoic acids at least 25% of the total fatty acid content. The acid value of fat in 95% of samples did not exceed 20 mgKOH/g, indicating high lipid quality. The obtained data can serve as a basis for developing specialized quality standards for fish meal for aquaculture feeds.

Keywords: fish meal, fish compound feeds, amino acid composition of protein, quality indicators, cluster analysis, fatty acids, falsification, aquaculture

For citation: Uskov T.N., Arnautov M.V., Artemov R.V. (2025). Quality of fish meal as a component of aquaculture feed // Fisheries. No. 6. Pp. 123-131. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-123-131>

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

ВВЕДЕНИЕ

Кормовая рыбная мука является одной из важнейших составляющих комбикормов для объектов аквакультуры. Она служит уникальным источником полноценного сбалансированного по аминокислотному профилю белка, жира, содержащего незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты, такие как эйкозапентаеновая и докозагексаеновая, широкого спектра макро- и микроэлементов, прежде всего – кальция и фосфора, витаминов группы В [1]. Кормовая ценность муки зависит от вида рыбы, использованной для переработки, технологии, места вылова, сезона года [2]. Мировое производство рыбной муки находится на уровне 5 млн т за последние 20 лет [3]. В России производство рыбной муки последние 10 лет показывает стабильный рост [4; 5; 6], при этом объем производства колеблется в зависимости от сезона года, например, в июне 2024 г. произвели 13,0 тыс. т рыбной муки, что больше на 25,2%, чем за предыдущий

месяц, и на 8,6% больше, чем в июне 2023 г. [7]. Рост производства муки напрямую связан с увеличением вылова водных биоресурсов, например, в 2023 г. российский вылов составил 5,3 млн т, превысив на 8,7% показатель 2022 г., в частности вылов сардины иваси в 2023 г. был в 1,9 раза больше, чем в 2022 [8; 9]. Динамика объемов производства рыбной муки в мире и России за период 2014-2024 гг. представлена на рисунке 1.

В мировой практике рыбная мука в основном используется при производстве кормов для сельскохозяйственных животных, например, в 2021 г. 86% пришлось на комбикорма для аквакультуры, 2% – для свиноводства, 8% – для птицеводства и 4% – для прочих животных, в том числе непродуктивных (рис. 2) [10].

Из произведенного объема рыбной муки в производственном цикле России используется около 20%, основная часть ее экспортируется, например, в 2023 г. экспорт составил 82% (143 тыс. т), в 2024 г. экспорт со-

ставил уже 89,4% (173 тыс. т) [11; 12]. В связи с тем, что большая часть муки идет на экспорт, на внутреннем рынке присутствует определенная доля низкокачественной продукции [13]. Учитывая, что потребности птиц и свиней по уровню белка составляют от 12 до 25%, а нормы ввода кормовой рыбной муки в рецепты варьируют от 2 до 10%, в кормах для сельскохозяйственных животных допускается использовать рыбную муку различного качества, в том числе – с низким уровнем белка (50%) и высоким уровнем золы, что недопустимо при производстве комбикормов для аквакультуры [14].

Поскольку в комбикормах для аквакультуры доля ввода рыбной муки составляет 10-55%, она является одним из основных компонентов, который формирует качество готовой продукции, поэтому к ней предъявляются более жесткие требования.

В связи с этим целью работы являлось исследование показателей качества рыбной муки, используемой при производстве комбикормов для аквакультуры.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В отделе кормов и кормовых компонентов ФГБНУ «ВНИРО» было исследовано 100 образцов рыбной муки, произведенной в 2022-2024 годах в России. При оценке качества кормовой рыбной муки проводили анализ таких показателей как сырой протеин, жир, зола, влага, аминокислотный профиль белков и жирнокислотный состав липидов, а также – кислотное число жира. При исследовании химического состава в образцах определяли содержание влаги, согласно ГОСТ Р 54951-2012, золы – по ГОСТ 32933-2014, сырого протеина по методу Кьельдаля с использованием автоматического анализатора Kjelttec Foss-8400 (Швеция) по ГОСТ 32044.1-2012, липидов по методу Сокслета на автоматическом экстракторе фирмы VELSER 148/6 по ГОСТ 32905-2014. Кислотное число жира определяли титрованием по ГОСТ 13496.18-85. Для определения жирнокислотного состава липидов в образцах предварительно экстрагировали жир хлороформом, после чего подвергали его прямому метилированию с использованием раствора гидроксида калия в метаноле, в соответствии с ГОСТ 31665-2012. Полученные метиловые эфиры жирных кислот анализировали на хроматографе Кристалл 5000.2 (ЗАО СКБ Хроматэк) по ГОСТ 31663-2012 на капиллярной колонке CR-FAME 100 м × 0,25 мм × 0,2 мкм (ЗАО СКБ Хроматэк). Идентификацию проводили сравнением со стандартной смесью (Supelco 37 component FAME MIX). При обработке резуль-

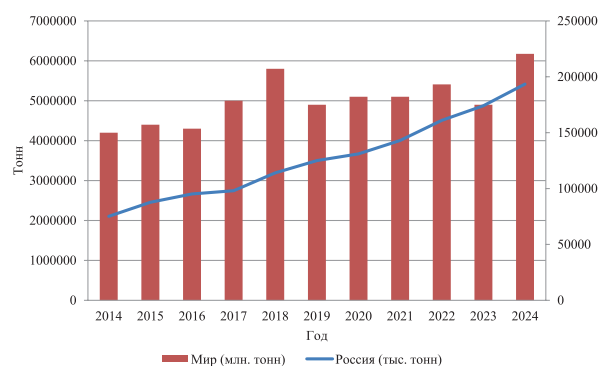


Рисунок 1. Объемы производства рыбной муки в мире и России с 2014 по 2024 годы

Figure 1. Fishmeal production in the world and Russia from 2014 to 2024

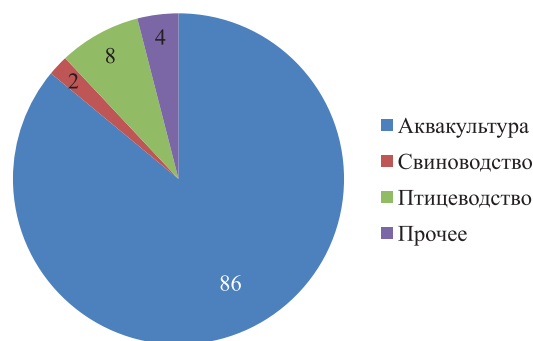


Рисунок 2. Распределение рыбной муки по основным направлениям кормопроизводства

Figure 2. Distribution of fishmeal by main directions of feed production

татов измерений использовали метод внутренней нормализации по площади пика. Аминокислотный состав белка определяли с помощью автоматического аминокислотного анализатора Aracus (membraPure, Германия) методом постколоночной дериватизации с нингидрином с фотометрическим детектированием на длинах волн 440 нм и 570 нм. Статистическая обработка данных была проведена с помощью программ Microsoft Excel и STATISTICA. Данные представлены в виде средних значений и стандартных ошибок среднего. Минимальный уровень значимости составлял $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Ценность кормовой рыбной муки, как и других кормовых компонентов, характеризуется уровнем питательных веществ, а именно – общим химическим составом (содержанием сырого протеина, сырого жира, золы и вла-

ги), аминокислотным профилем белков, жирнокислотным составом и качеством липидов. Производство комбикормов для ценных видов рыб, таких как осетровые, сиговые и лососевые, требует использования высококачественной рыбной муки. В связи с этим, для оценки качества исследуемой кормовой рыбной муки, на первом этапе был изучен общий химический состав образцов, результаты представлены в виде графической интерпретации (кластеров) на рисунке 3.

Из данных, представленных на рисунке 3, видно, что в результате кластерного анализа исследуемая рыбная мука была разделена на 5 основных групп, что свидетельствует о различном ее качестве. Самая большая группа проб рыбной муки (кластер 1), доля которых превышала 50%, имела значения сырого про-

теина $22,8 \pm 0,17\%$, что указывает на низкое качество и ограничивает ее применение при балансировании рецептов комбикормов для ценных видов рыб. Кластеры 4 и 5 отличались высоким уровнем сырого протеина $75,1 \pm 0,41\%$ и $74,1 \pm 0,46\%$, соответственно, и варьировали по содержанию сырого жира ($8,08 \pm 0,36\%$ и $11,4 \pm 0,37\%$), а также – по средним значениям сырой золы, которые составляли $13,97 \pm 0,54\%$ и $10,96 \pm 0,33\%$, что свидетельствует о высокой питательной ценности кормовой рыбной муки, входящей в данные группы.

Таким образом, согласно проведенным исследованиям, при производстве комбикормов для объектов аквакультуры в основном используется кормовая рыбная мука с высокой питательной ценностью, которая в большинстве

случаев соответствует ранее рекомендованным характеристикам: содержание сырого протеина – не менее 65%, сырого жира – не более 12%, сырой золы – не более 17% [14].

Кормовая рыбная мука является источником сырого протеина, качество которого характеризуется полноценностью и сбалансированностью его аминокислотного состава. В связи с этим был исследован аминокислотный профиль белков в кормовой рыбной муке, результаты представлены на рисунке 4 и в таблице 1.

Графическая интерпретация данных (рис. 4) указывает на то, что, в результате кластерного анализа аминокислотного состава белков кормовой рыбной муки, было сформировано 5 основных групп. Отличительной особенностью первой группы является минимальный уровень суммы незаменимых аминокислот – $28,38$ г/100 г про-

дукта (табл. 1), а также – высокое содержание пролина и глицина, равное $5,05$ г и $4,24$ г/100 г продукта, соответственно, что является маркером, характеризующим коллагеновое сырье [15; 16; 17]. Таким образом, данные аминокислотного профиля указывают на то, что кормовая рыбная мука из первой группы, вероятнее всего, производилась из отходов переработки рыбной продукции.

Вторая группа кормовой рыбной муки характеризуется наибольшей суммой замени-

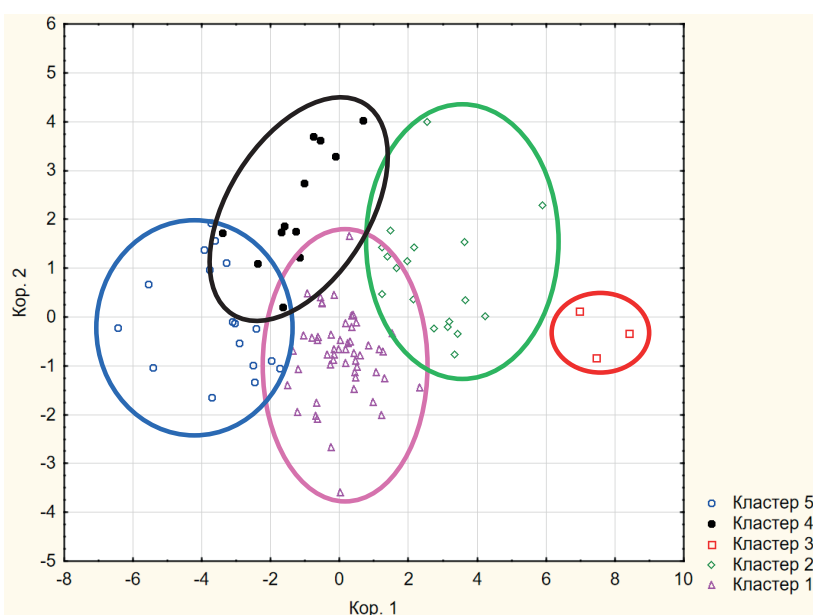


Рисунок 3. Результаты кластерного анализа химического состава кормовой рыбной муки

Figure 3. Cluster analysis results of the chemical composition of fish meal

теина $70,2 \pm 0,2\%$, сырого жира – $9,40 \pm 0,17\%$, сырой золы – $13,7 \pm 0,13\%$, влаги – $5,00 \pm 0,11\%$. Вторая группа (кластер 2) составила 18% от всех образцов и имела сопоставимый уровень сырого протеина $70,03 \pm 0,42\%$, более низкое содержание сырого жира $7,69 \pm 0,16\%$ и более высокий уровень сырой золы $17,6 \pm 0,39\%$. Наименьшая группа кормовой рыбной муки составила 3% (кластер 3) и характеризовалась низким уровнем сырого протеина $64,0 \pm 0,54\%$, средним содержанием сырого жира и высо-

Таблица 1. Аминокислотный состав белков кормовой рыбной муки (средние значения) / **Table 1.** Protein amino acid composition of fish meal (average values)

Наименование аминокислоты	Номер группы				
	Группа 1	Группа 2	Группа 3	Группа 4	Группа 5
Аспарагиновая кислота	6,68±0,08	7,63±0,07	6,78±0,04	6,87±0,03	7,25±0,10
Треонин	3,06±0,06	3,34±0,05	3,07±0,03	3,03±0,04	3,39±0,06
Серин	3,10±0,07	3,39±0,04	3,17±0,03	2,87±0,02	3,24±0,05
Глутаминовая кислота	10,32±0,24	12,85±0,12	11,44±0,09	10,99±0,09	10,72±0,15
Глицин	4,24±0,13	3,98±0,09	4,51±0,08	4,09±0,05	4,32±0,12
Аланин	4,49±0,09	4,57±0,05	4,30±0,03	4,17±0,03	4,53±0,08
Цистин+цистеин	0,46±0,05	0,52±0,03	0,58±0,03	0,61±0,03	0,55±0,04
Валин	3,16±0,09	3,72±0,05	3,43±0,03	3,59±0,03	3,85±0,05
Метионин	1,50±0,06	2,20±0,08	2,28±0,03	2,27±0,04	2,00±0,05
Изолейцин	3,12±0,06	3,31±0,03	2,88±0,03	3,01±0,04	3,32±0,04
Лейцин	5,61±0,11	5,97±0,05	5,41±0,04	5,53±0,03	5,93±0,06
Тирозин	1,99±0,09	2,63±0,05	2,33±0,02	2,47±0,02	2,33±0,08
Фенилаланин	2,69±0,07	3,18±0,04	2,86±0,02	2,94±0,02	3,08±0,03
Гистидин	1,60±0,08	1,80±0,02	1,75±0,02	2,13±0,05	1,98±0,08
Лизин	6,01±0,15	6,49±0,10	5,74±0,05	5,99±0,05	6,24±0,07
Аргинин	4,33±0,07	4,84±0,13	4,70±0,07	4,20±0,02	4,82±0,06
Пролин	5,05±0,21	2,97±0,09	3,41±0,05	3,09±0,05	3,17±0,05
Сумма незаменимых аминокислот	28,38	31,65	29,27	29,71	31,31
Сумма заменимых аминокислот	35,87	38,02	35,94	34,55	35,56

мых и незаменимых аминокислот. Незаменимые аминокислоты представлены высокими значениями лизина (6,49 г/100 г продукта), тирозина (2,63 г/100 г продукта), фенилаланина (3,18 г/100 г продукта), которые в среднем больше на 7%, по сравнению с содержанием в других группах, при этом отмечаются сниженные значения глицина и пролина, характерные для коллагенового сырья, что может свидетельствовать о высоком качестве белка в рыбной муке.

Третья группа кормовой рыбной муки по содержанию аминокислот сопоставима с четвертой группой, за исключением сниженного уровня гистидина на 18% (1,75 г/100 г продукта), повышенного на 10% уровня аргинина (1,75 г/100 г продукта), на 9% пролина (3,41 г/100 г продукта) и глицина (4,51 г/100 г продукта).

Четвертая группа кормовой рыбной муки значительно не отличается по аминокис-

лотному профилю от третьей, за исключением максимальных значений суммы цистин+цистеин (0,61 г/100 г продукта) и гистидина (2,13 г/100 г продукта). Минимальные значе-

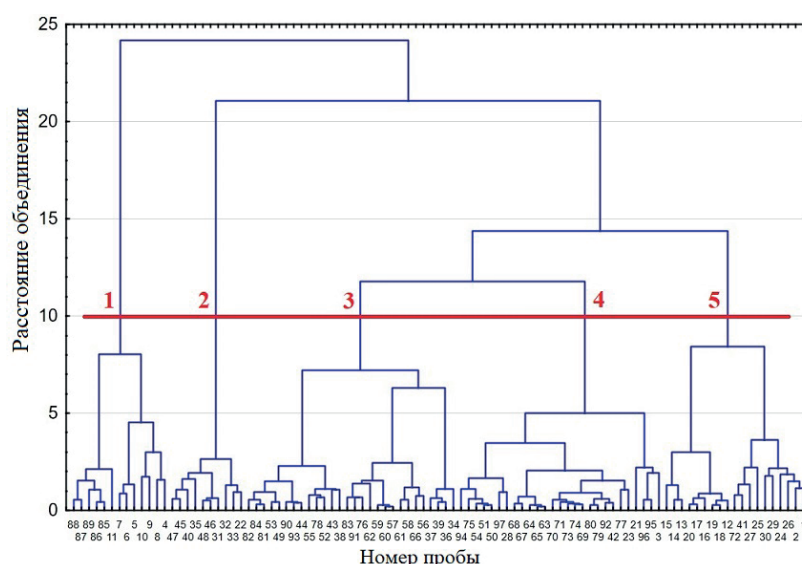


Рисунок 4. Результаты кластерного анализа аминокислотного состава белков кормовой рыбной муки

Figure 4. Cluster analysis results of the amino acid composition of fish meal proteins

ния у треонина, серина, аланина и аргинина ниже среднего на 4, 9, 5 и 8%, соответственно. Основной незаменимой аминокислотой, образующей четвертую группу, является фенилаланин, доля которого составляет 2,94 г/100 г продукта. Заменяемые аминокислоты, образующие группу – серин, аспарагиновая и глутаминовая кислоты.

Особенностью пятой группы является относительно высокое значение суммы незаменимых аминокислот – 31,31 г/100 г продукта, из них максимальные значения у треонина (3,39 г/100 г продукта), валина (3,85 г/100 г продукта) и изолейцина (3,32 г/100 г продукта). Незаменимые аминокислоты, образующие пятую группу – лизин, фенилаланин, лейцин и изолейцин. Заменяемые аминокислоты, образующие группу – тирозин и глутаминовая кислота.

Таким образом, применение кластерного анализа позволило разделить образцы на группы, отличающиеся по содержанию аминокислот, и выделить основные аминокислоты, образующие ту или иную группу.

Кормовая рыбная мука относится к продукции, подверженной фальсификации, которая осуществляется за счет добавления белковых кормовых компонентов (мясной муки, соевых продуктов, дрожжей, шротов, отходов кожевнного производства), а также – неорганических веществ (мочевины) [18]. Одним из методов оценки возможной фальсификации рыбной муки считается сравнение отношений

отдельных незаменимых аминокислот (НАК) к их сумме. В связи этим было рассчитано отношение незаменимых аминокислот к их сумме во всех исследуемых группах рыбной муки, результаты представлены в виде гистограммы на рисунке 5. Для сравнения использованы данные по фальсифицированной рыбной муке, приведенные в литературе [19].

Данные, представленные на гистограмме, свидетельствуют о том, что соотношения отдельных незаменимых аминокислот к их сумме, в исследованных образцах кормовой рыбной муки, значительно не отличаются друг от друга, в то время как в случае фальсифицированной муки эти соотношения сильно варьируют, в частности, у лизина, метионина, суммы цистин+цистеин, валина, фенилаланина и гистидина. Проба фальсифицированной муки имеет содержание лизина в среднем ниже на 63%, метионина – ниже на 69%, суммы цистин+цистеин – выше на 362%, валина – выше на 46%, фенилаланина – выше на 26%, гистидина – ниже на 39%. Известно, что при фальсификации рыбной муки перьевой мукой значительно вырастает содержание цистина и снижается уровень метионина. Также в фальсифицированной муке, как правило, снижен уровень гистидина [19]. Анализ аминокислотного профиля белка, в исследованных нами пробах рыбной муки, указывает на ее натуральное происхождение исключительно из рыбного сырья.

Высокая биологическая ценность кормовой рыбной муки обусловлена не только сба-

лансированным полноценным белком, но и жиром, богатым полиненасыщенными жирными кислотами. Физиологически наиболее ценными для рыб признаны эйкозапентаеновая, докозагексаеновая и арахидоновая кислоты, которые участвуют в липидном гомеостазе, являются структурными и функциональными элементами мембран клеток и необходимы для нормального роста и развития организма рыбы, в особенности личинки и ранней молоди [20; 21]. В связи с этим, по результатам анализа жирнокислотного профиля липидов в образцах рыбной муки, при помощи кластерного анализа были получены две основные группы (кластеры), состав

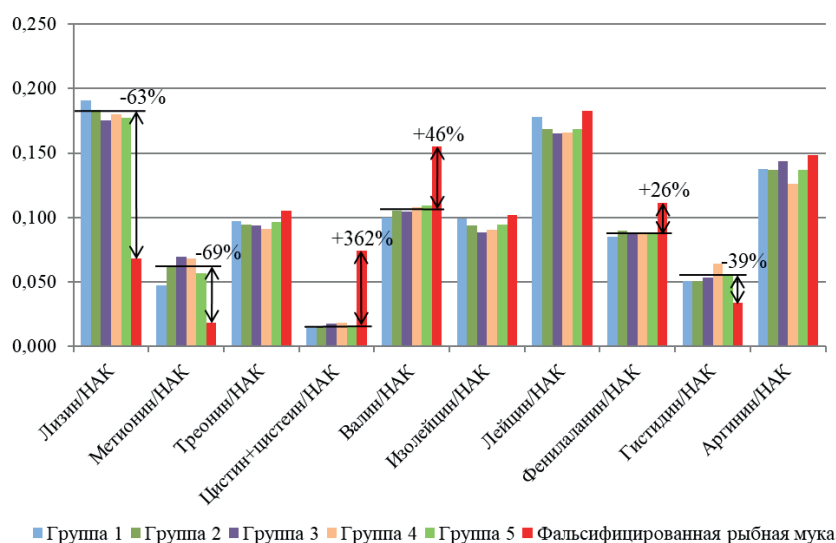


Рисунок 5. Соотношение незаменимых аминокислот к сумме НАК в исследованных образцах рыбной муки

Figure 5. The ratio of essential amino acids to the total essential amino acids in the studied fish meal samples

которых представлен на рисунке 6.

Из графика видно, что жирнокислотный профиль исследуемых образцов в обеих группах имеет схожий состав по основным кислотам, за исключением эйкозеновой (C20:1n9) и эйкозапентаеновой (C20:5n3) кислот. Содержание эйкозеновой кислоты в первой группе было ниже на 68%, при этом уровень эйкозапентаеновой кислоты был выше на 36%. Такие различия связаны, в основном, с исходным сырьем, которое используется в производстве кормовой рыбной муки.

Несмотря на различия в содержании эйкозапентаеновой кислоты, суммарно в исследованных образцах уровень эссенциальных жирных кислот – эйкозапентаеновой и докозагексаеновой, в среднем по группам составил 32,3% и 26,0%, соответственно, что свидетельствует о высоком качестве липидов, физиологически ценных для рыб.

Отрицательной стороной высокого уровня полиненасыщенных жирных кислот в рыбной муке является их чувствительность к воздействию кислорода воздуха, ультрафиолетового и теплового излучения, под действием которых липиды подвержены быстрому окислению. В процессе хранения муки могут образовываться продукты окисления липидов [22], которые характеризуются такими интегральными показателями, как перекисное и кислотное число. Согласно ГОСТ 2116-2000, кислотное число жира рыбной муки не должно превышать 55,0 мгКОН/г. Во всех исследованных образцах рыбной муки было определено кислотное число жира, которое варьировало в интервале от 7,2 до 42,9 мгКОН/г, при этом у основной части проб, доля которых составляла 95%, данный показатель не превышал значения 20 мгКОН/г.

ВЫВОДЫ

На основании анализа результатов комплексных исследований следует, что при производстве комбикормов для аквакультуры используется в основном кормовая рыбная мука высокого качества, отличающаяся повышенным содержанием сырого протеина – не менее 69%, ограниченным уровнем сырой золы до 18%, сырого жира не более 12% и влаги

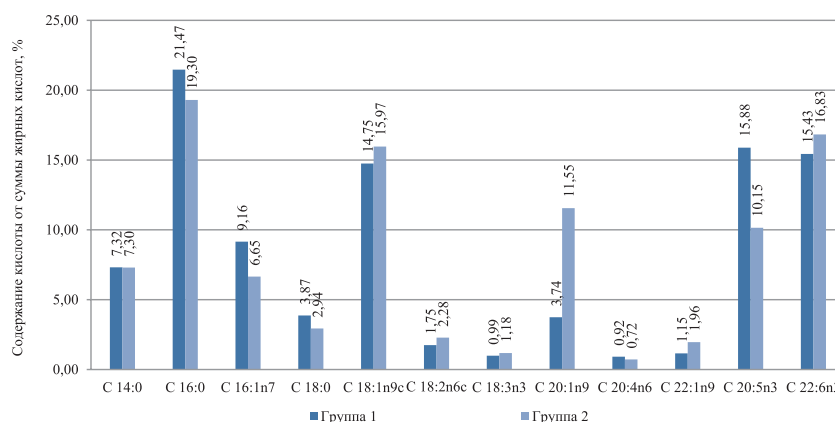


Рисунок 6. Результаты кластерного анализа жирнокислотного состава липидов кормовой рыбной муки

Figure 6. Cluster analysis results of fatty acid composition of lipids in fish meal

до 8%. Белок рыбной муки представлен полным набором незаменимых и заменимых аминокислот, доля которых составляет не менее 28 г/100 г продукта и 35 г/100 г продукта, соответственно. Эссенциальные аминокислоты рыбной муки представлены: лизином – не менее 5,7 г/100 г продукта, аргинином – не менее 4,2 г/100 г продукта, метионином – не менее 1,5 г/100 г продукта, цистин+цистеином – не менее 0,50 г/100г продукта, изолейцином – не менее 2,9 г/100 г продукта, лейцином – не менее 5,4 г/100 г продукта, фенилаланином – не менее 2,7 г/100 г продукта, треонином – не менее 3,0 г/100 г продукта, гистидином – не менее 1,6 г/100 г продукта, валином – не менее 3,2 г/100 г продукта.

Данные по соотношению отдельных незаменимых аминокислот к их сумме, как один из возможных методов оценки, показали отсутствие фальсификации в исследованных образцах кормовой рыбной муки и соответствие аминокислотному составу сырья, использованного при ее производстве. Проба фальсифицированной муки имела значительно сниженные уровни: лизина – на 63%, метионина – на 69%, гистидина – на 39% и более высокие значения по сумме цистин+цистеин – на 362%, валина – на 46% и фенилаланина – на 26%.

Липиды кормовой рыбной муки представлены эссенциальными полиненасыщенными жирными кислотами, физиологически ценными для нормального роста и развития организма рыбы, такими как эйкозапентаеновая и докозагексаеновая, сумма которых составила не менее 25% от суммы жирных кислот. Качество жиров рыбной муки оценивалось по такому показателю, как кислотное число, уровень

Таблица 2. Рекомендуемые показатели кормовой рыбной муки высокого качества, используемой при производстве комбикормов для аквакультуры / **Table 2.** Recommended parameters for high-quality fish meal used in the production of fish feed for aquaculture

Показатель качества КРМ		Содержание аминокислот, г/100 г продукта, не менее		Соотношение незаменимых аминокислот к их сумме	
		Лизин	5,7	Лизин/НАК	0,176-0,191
		Аргинин	4,2	Аргинин/НАК	0,126-0,144
Сырой протеин	≥ 69%	Метионин	1,5	Метионин/НАК	0,048-0,070
Сырой жир	≤ 12%	Цистин+цистеин	0,5	Цистин+цистеин/НАК	0,015-0,018
Сырая зола	≤ 18%	Изолейцин	2,9	Изолейцин/НАК	0,088-0,099
Влага	≤ 8%	Лейцин	5,4	Лейцин/НАК	0,165-0,178
Сумма незаменимых аминокислот	≥ 28 г/100 г	Фенилаланин	2,7	Фенилаланин/НАК	0,085-0,090
Сумма заменимых аминокислот	≥ 35 г/100 г	Треонин	3,0	Треонин/НАК	0,091-0,097
Сумма ЭПК+ДГК от суммы жирных кислот	≥ 25%	Гистидин	1,6	Гистидин/НАК	0,051-0,064
Кислотное число жира	≤ 20 мгКОН/г	Валин	3,2	Валин/НАК	0,100-0,109

которого в основном находился в пределах до 20 мгКОН/г, что указывает на высокое качество исследованных образцов рыбной муки. Таким образом, исследованные показатели качества рыбной муки, значительно отличаются от показателей, регламентируемых в ГОСТ 2116-2000, и могут быть использованы в качестве нормируемых значений к требованиям на высококачественную рыбную муку, используемую при производстве комбикормов для аквакультуры (табл. 2).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Т.Н. Усков** – сбор и анализ данных, подготовка материалов и оформление статьи; **М.В. Арнаут** и **Р.В. Артем** – концепция исследования, анализ и интерпретация данных, обработка и редактирование текста, итоговые выводы.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **Uskov T.N.** – gathering, analysis and systematization of data, preparation of the article; **Arnautov M.V.** and **Artemov R.V.** – research conception, analysis and interpretation of results, text correction, conclusions.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Исаев В.А. Кормовая рыбная мука. – М.: Агропромиздат 1985. – 189 с.
2. Артем Р.В., Бурлаченко И.В., Бочкарев А.И., Баскакова Ю.А. О путях повышения качества кормо-

вой рыбной муки для нужд аквакультуры в Российской Федерации // Труды ВНИРО. 2019. Т. 176. С. 152-159.
3. ФАО. 2024. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры – 2024. «Голубая трансформация» в действии. – Рим. <https://doi.org/10.4060/cd0683ru>
4. Агеев А. В. Состояние и перспективы мирового и отечественного производства кормов для объектов аквакультуры, производства и потребления рыбной муки // Рыбное хозяйство. 2018. № 5. С. 81-85.
5. Мировое производство рыбной продукции 2018-2022 гг. М: ВНИРО. 2024. 261 с.
6. Статистические сведения по рыбной промышленности России 2022, 2023 гг. М.: ВНИРО. 2024. 84 с.
7. Производство кормовой рыбной муки выросло в РФ. [Интернет ресурс]. Режим доступа: <https://agrarnayanauka.ru/proizvodstvo-kormovoj-rybnoj-muki-vyroslo-v-rf/>. (Дата обращения: 25.09.2024)
8. Россия увеличила вылов рыбы на 8,7 процента [Интернет ресурс]. Режим доступа: <https://ria.ru/20240115/vylov-1921383724.html> (Дата обращения: 25.09.2024.).
9. Вылов сардины иваси в 2023 г. стал самым высоким за постсоветский период [Интернет ресурс]. Режим доступа: https://www.varpe.org/mass-media/razdel-1/vylov-ivasi-v-2023-godu-stal-samym-vysokim-za-postsovetskiy-period/?sphrase_id=11199 (Дата обращения: 25.09.2024.).
10. Захарцев М.В., Агеев А.В. Тенденции на рынке рыбной муки и перспективы ее замены// Комбикорма. 2025. №5. С. 19-27.
11. Россия увеличивает экспорт рыбной муки [Интернет ресурс]. Режим доступа: <https://aemcx.ru/2024/03/07/rossiya-uvlechivaet-eksport-rybnoj-muki/> (Дата обращения: 25.09.2024).
12. Российский экспорт рыбной муки вырос на 22,6% в 2024 г. [Интернет ресурс]. Режим доступа: <https://>

- fsarf.ru/news/rossiyskiy-eksport-rybnoy-muki-vyros-na-22-6-v-2024-godu/. Дата обращения: 20.06.2025 ().
13. Бекетов С. В., Козлов А. В., Прадед М. Н., Климов В. А. Качественная оценка протеина рыбной муки, используемой в аквакультуре // Рыбное хозяйство. 2019. № 6. С. 58-61.
 14. Волошин Г.В., Акимов Е.Б., Артемов Р.В., Гершунская В.В. Состояние и перспективы развития рынка комбикормов для индустриальной аквакультуры в Российской Федерации // Труды ВНИРО. 2022. Т. 190. С. 163-169.
 15. Ломоз А.С. Состав и свойства отходов от переработки массовых промысловых рыб дальневосточного бассейна // Научные труды Дальрыбвтуза: сборник научных статей. – Владивосток: Дальрыбвтуз. 2012. Т.25. С. 116-122.
 16. Available amino acid content of fish meals. FAO fisheries report; no. 92. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1970. 66 p.
 17. Купина Н.М., Баштовой А.Н., Павел К.Г. Исследование химического состава, биологической ценности и безопасности минтая *Theragra Chalcogramma* залива Петра Великого // Известия ТИНРО. 2015. Т. 180. С. 310-319.
 18. Филиппов М., Гроздов А., Тужикова Т., Страшилина Н. Аминокислотный профиль рыбной муки // Комбикорма. №5. 2012. С. 79-81.
 19. Клименко Т. Что важно знать при закупке рыбной муки? // Животноводство России. 2007. №10. С. 57-58.
 20. Махутова О.Н., Гладышев М.И. Незаменимые полиненасыщенные жирные кислоты в физиологии и метаболизме рыб и человека: значение, потребности, источники // Российский физиологический журнал им. И.М. Сеченова. 2020. Т. 106. Выпуск 5. С. 601-621.
 21. Ржавская Ф.М. Жиры рыб и морских млекопитающих. – М.: Изд-во «Пищевая промышленность». 1976. 473 с.
 22. Сергиенко Е.В., Боева Н.П., Бочкарев А.И., Артемова А.Г., Сытов А.М. К вопросу гармонизации отечественных и зарубежных показателей качества и безопасности кормовой рыбной муки // Рыбное хозяйство. 2013. № 3. С. 119-124.
 - kormovoj-rybnoj-muki-vyroslo-v-rf/ (accessed: 09/25/2024). (In Russ.)
 8. Russia increased fish catch by 8.7 percent. URL: <https://ria.ru/20240115/vylov-1921383724.html> (accessed: 09/25/2024). (In Russ.)
 9. The Iwashi sardine catch in 2023 was the highest in the post-Soviet period. URL: https://www.varpe.org/mass-media/razdel-1/vylov-ivasi-v-2023-godu-stal-samym-vysokim-za-postsovetkiy-period/?sphrase_id=11199 (accessed: 09/25/2024). (In Russ.)
 10. Zakhartsev M.V., Ageyev A.V. (2025). Trends in the fishmeal market and prospects for its replacement // Kombi-korma. No. 5. Pp. 19-27. (In Russ.)
 11. Russia increases fishmeal exports. URL: <https://aem-cx.ru/2024/03/07/rossiya-uvlechivaet-eksport-rybnoj-muki/> (accessed: 09/25/2024). (In Russ.)
 12. Russian fishmeal exports increased by 22.6% in 2024. URL: <https://fsarf.ru/news/rossiyskiy-eksport-rybnoj-muki-vyros-na-22-6-v-2024-godu/> (accessed: 06/20/2025). (In Russ.)
 13. Beketov S.V., Kozlov A.V., Praded M.N., Klimov V.A. (2019). A Qualitative assessment of fishmeal protein used in aquaculture // Fisheries. No. 6. Pp. 58-61. (In Russ.)
 14. Voloshin G.A., Akimov E.B., Artemov R.V., Gershunskaya V.V. (2022). The state and prospects of development of the feed market for industrial aquaculture in the Russian Federation // Trudy VNIRO. Vol. 190. Pp. 163-169. (In Russ.)
 15. Pomoze A.S. (2012). Composition and properties of waste from processing of mass commercial fish of the Far Eastern basin // Scientific works of the Far Eastern Technical University of Fisheries: a collection of scientific articles. – Vladivostok: Far Eastern Technical University of Fisheries. Vol. 25. Pp. 116-122. (In Russ.)
 16. Available amino acid content of fish meals. FAO fisheries report; no. 92. – Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1970. 66 p. (In Russ.)
 17. Kupina N.M., Bashtovoy A.N., Pavel K.G. (2015). Investigation of chemical composition, biological value and safety of walleye pollock *Theragra chalcogramma* from Peter the Great Bay // Izv. TINRO. Vol. 180. Pp. 310-319. (In Russ.)
 18. Filippov M., Grozdov A., Tuzhykova T., Strashylyna N. (2012). Amino acid profile of fish meal // Kombi-korma. No. 5. Pp. 79-81. (In Russ.)
 19. Klymenko T. (2007). What is important to know when purchasing fishmeal? // Animal husbandry in Russia. No. 10. Pp. 57-58. (In Russ.)
 20. Makhutova O.N., Gladyshev M.I. Essential (2020). PUFA in physiology and metabolism of fish and human: functions, needs, sources // I.M. Sechenov Russian Physiological Journal. Vol. 106. Is. 5. Pp. 601-621. (In Russ.)
 21. Rzhavskaya F.M. (1976). Fish and marine mammal fats. M.: «Food Industry». 473 p. (In Russ.)
 22. Sergienko E.V., Boeva N.P., Bochkarev A.I., Artemova A.G., Sytov A.M. (2013). On the matter of harmonization of domestic and foreign indices of quality and safety of fish feeding meal // Fisheries. No. 3. Pp. 119-124. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Isaev V.A. (1985). Fish meal. – M.: Agropromizdat. 189 p. (In Russ.)
2. Artemov R.V., Burlachenko I.V., Bochkarev A.I., Baskakova Yu.A. (2019). About Directions of Quality Improvement for Fish Meal, Used for Aquaculture Needs at Russian Federation // Trudy VNIRO. Vol. 176. Pp. 152-159. (In Russ.)
3. FAO. 2024. The State of World Fisheries and Aquaculture. «Blue Transformation» in action. – Rome: FAO. 232 p. <https://doi.org/10.4060/cd0683ru> (In Russ.)
4. Ageev A.V. (2018). Modern status and prospects of global and domestic production and consumption of fishmeal and fodder for aquaculture facilities // Fisheries. No. 5. Pp. 81-85. (In Russ.)
5. World production of fish products 2018-2022 гг. – M: VNIRO. 2024. 261 p. (In Russ.)
6. Statistical information on the fishing industry in Russia 2022, 2023. M: VNIRO. 2024. 84 p. (In Russ.)
7. Fish meal production has increased in Russia. URL: [Материал поступил в редакцию/ Received 17.10.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 05.11.2025](https://agrarnayanauka.ru/proizvodstvo-

</div>
<div data-bbox=)



Альгинаты из бурой водоросли *Saccharina japonica*: основа для индустрии пищевых, медицинских и косметических продуктов

Научная статья
УДК 665.939.358:582.272:663

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-132-138>
EDN: KSWUIH

Подкорытова Антонина Владимировна – доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник отдела инновационных технологий департамента технического регулирования, Москва, Россия
E-mail: podkor@vniro.ru

Рощина Анна Николаевна – главный специалист отдела инновационных технологий департамента технического регулирования, Москва, Россия
E-mail: roshchina@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. Представлены данные по промысловым запасам и вылову бурой водоросли *Saccharina japonica* в Татарском проливе Западно-Сахалинской подзоны и других прибрежных зонах дальневосточных (ДВ) морей. Показан химический состав *S. japonica* в зависимости от периода сбора, способов разделки и сушки. Технологический выход альгината натрия из *S. japonica* составлял 23-25%. Представлены результаты исследований органолептических и физико-химических характеристик альгината натрия, а также – состав и соотношения в них уроновых кислот, демонстрирующих их сорбционную активность. Показано, что в настоящее время рекомендуемый вылов (РВ) *S. japonica* в Западно-Сахалинской подзоне составляет 6 тыс. т, а всего по всем ДВ подзонам – 155,08 тыс. т., из которых можно произвести 171 т и 3 тыс. т, соответственно, высококачественного альгината. Рекомендовано использовать *S. japonica* и другие водоросли ДВ морей из семейства Laminariaceae в качестве сырья в процессе производства альгината натрия для индустрии пищевых, медицинских и косметических продуктов.

Ключевые слова: сахарина японская, альгинаты, свойства, уроновые кислоты, применение

Для цитирования: Подкорытова А.В., Рощина А.Н. Альгинаты из бурой водоросли *Saccharina japonica*: основа для индустрии пищевых, медицинских и косметических продуктов // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 132-138. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-132-138>

ALGINATE FROM BROWN SEAWEED *SACCHARINA JAPONICA*: THE BASIS FOR THE FOOD, MEDICAL, AND COSMETIC INDUSTRIES

Antonina V. Podkorytova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Chief Scientific Officer Division of Innovative Technologies of the Department of Technical Regulation, Moscow, Russia

Anna N. Roshchina – Chief Specialist, Division of Innovative Technologies of the 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. The article presents data on the commercial stocks and catch of the brown alga *Saccharina japonica* in the Tatar Strait of the West Sakhalin subzone and other coastal areas of the Far Eastern Seas. The chemical composition of *S. japonica* is shown depending on the collection period, processing methods, and drying. The technological yield of sodium alginate from *S. japonica* was 23-25%. The results of studies of the organoleptic and physical-chemical characteristics of sodium alginate, as well as the composition and ratios of the uronic acids in them, demonstrating their sorption activity, are presented. The currently recommended catch (RC) of *S. japonica* in the West Sakhalin subzone is shown to be 6 thousand tons, and 155.08 thousand tons for all subzones of the Far Eastern fishery basin, from which 171 tons and 3 thousand tons of high-quality alginate can be produced, respectively. Recommended to use *S. japonica* and other Laminariaceae seaweeds from the Far Eastern Seas as raw material in the production of sodium alginate for the food, medical, and cosmetic industries.

Keywords: *Saccharina japonica*, alginates, properties, uronic acids, utilization

For citation: Podkorytova A.V., Roshchina A.N. (2025). Alginate from brown seaweed *Saccharina japonica*: the basis for the food, medical, and cosmetic industries // Fisheries. No. 6. Pp. 132-138. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-132-138>

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

ВВЕДЕНИЕ

Морские водоросли для многих стран мира являются неотъемлемой частью деятельности населения в области их добычи из естественных зарослей, а также – выращивания методами марикультуры, поскольку водоросли имеют большое хозяйственное значение. Промысловый запас бурых водорослей в прибрежных зонах дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (ДВРБ) России оценивается около 742 тыс. тонн. Заготавливают ламинарию (сахарину) преимущественно в прибрежных зонах Японского моря, где общий рекомендуемый вылов в 2024 г. составил 155,08 тыс. тонн. Наиболее облавливаемая зона – Западно-Сахалинская, где за последние годы рекомендуемый вылов (РВ) составил 4,8-6,0 тыс. т, при этом изъятие ламинарии (сахарины) достигает 100% от РВ и более (рис. 1) [1-2].

Активизация добычи сахарины связана с доступностью участков промысла в Запад-



Рисунок 1. Динамика рекомендуемого вылова (РВ) *S. japonica* Западно-Сахалинской подзоны и по всем подзонам дальневосточного рыбохозяйственного бассейна России с 2019 по 2024 гг., тыс. т. [2]

Figure 1. Dynamics of Recommended Catch (RC) of *S. japonica* in the West Sakhalin Subzone and all subzones of the Russian Far Eastern Fishery Basin from 2019 to 2024, thousand tons [2]

но-Сахалинской подзоне, а также – развитием инфраструктуры территорий и предприятий, добывающих и перерабатывающих водоросли на о. Сахалин. Это также связано с развитием логистики и увеличением количества предприятий, занимающихся переработкой водорослей в центральных районах России [4; 13].

В настоящее время некоторые предприятия начинают применять самые современные технологии и оборудование с целью изготовления высококачественной пищевой сахарины и других видов бурых водорослей для производства пищевых продуктов и альгинатов различного назначения [13]. Это связано с тем, что в последние десятилетия косметическая и медицинская отрасли проявляют значительный интерес к биоразлагаемым полимерам в целом и к альгинатам в частности, что обусловлено их нетоксичностью, а также – структурообразующими, обволакивающими и загущающими свойствами [12]. Кроме того, имеет большое значение широкая распространенность и возможность культивирования бурых водорослей, являющихся единственным промышленным источником альгинатов. В связи с этим актуализация техники и технологии альгинатов, а также – технической документации на их производство в настоящее время чрезвычайно актуальны.

Цель – провести исследования физико-химических характеристик альгинатов из *Saccharina japonica*, актуализировать технологический процесс и разработать техническую документацию на их производство.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве сырья для получения альгината натрия использовали двухлетние промыс-

ловые бурые водоросли *Saccharina japonica*, которые добывали водолазным способом из естественных зарослей в июле-августе 2015-2016 гг. в подзоне Западно-Сахалинской, восточное побережье Татарского пролива (предприятие ИП Г. Сотников). Первичную обработку и сушку *S. japonica* проводили в цехе береговой переработки РПГ «БИНМ» в г. Анива, о. Сахалин. Высушивали *S. japonica*: слоевища с применением газовых воздухонагревателей (T 30-60 °C, $i=8-10$); шинкованную на полоски размером 0,5х7,0 см – на установке «Ураган» с инфракрасным излучением (T 40-60 °C, $i=1,5-2,0$ ч) [4]. На рисунке 2 представлена *S. japonica* (а – сушёные слоевища; б – сахарина сушёная шинкованная с применением инфракрасного излучения).

В лаборатории ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» в г. Москва проводили исследования химического состава сахарины (*S. japonica*). Альгинат натрия получали в соответствии с опубликованным ранее [3] технологическим процессом, содержащим следующие этапы: восстановление сушёных водорослей в воде, измельчение, деминерализацию (обработка раствором соляной кислоты), промывание водой, экстрагирование альгината, фильтрование альгинатных экстрактов, осаждение геля альгиновой кислоты, получение пасты альгината натрия, обезвоживание пасты альгината спиртом, высушивание, измельчение, обработка УФ, фасование, хранение.

В работе были использованы стандартные и современные инструментальные методы исследований в соответствии с [5-8] и методиками, изложенными в МУК [9]. Содержание азотистых веществ (белка) определяли методом Кьельдаля с применением автоана-



Рисунок 2. Сушеная *S. japonica* (а – сушёные слоевища; б – шинкованная на полоски)

Figure 2. Dried *S. japonica* (a - dried thalli; b - shredded into strips)

лизатора шведской фирмы FOSS Analytical AB, модель FOSS 2300. Вязкость и молекулярную массу 0,2%-ных водных и солевых растворов альгината натрия измеряли на вискозиметре ВПЖ-1. Прозрачность 0,2% водных растворов измеряли на цифровом спектрофотометре PD-303S («ApeL Co., Ltd.», Япония) при нулевом светофильтре при температуре 23 ± 2 °C в кювете с рабочей длиной 5 мм против дистиллированной воды. Содержание уоновых кислот в альгинатах определяли в ИОХ РАН им. Н.Д. Зелинского хроматографическим методом на газожидкостном хроматографе Hewlett-Packard 5890 A с пламенно-ионизационным детектором. Расчёт процентного содержания D-маннуриновой кислоты и L-гулуриновой кислоты проводили по отношению площадей соответствующих пиков на хроматограмме [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований химического состава *S. japonica*, добытой в период с мая по август 2015-2016 гг. в Татарском проливе, прибрежная зона западного Сахалина, показали наличие биологически активных веществ, в том числе альгиновой кислоты (рис. 3).

Из представленных данных видно, что в течение весенне-летнего периода (от мая к августу) происходит накопление органических веществ (до 70%), в том числе главного структурного полисахарида – альгиновой кислоты (в среднем до 28%), что учитывается при решении использования конкретного сырья для производства альгинатов. Исследования, проведённые по показателям безопасности, показали, что вся сушеная *S. japonica* в слоевищах и шинкованная (на полоски $0,5 \times 7,0$ см), а также экспериментальный альгинат натрия соответствуют требованиям ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» и являются безопасными при их использовании в качестве пищевых.

Экспериментальные образцы альгинатов натрия были получены из *S. japonica* по технологической схеме, представленной на рисунке 4. Технологический выход альгината натрия из *S. japonica* составил 23,5-25,5%, в зависимости от месяца добычи водорослей и способа обработки сырья. Полученные результаты показали, что технологическая схема, разработанная и опубликованная ранее [3], актуальна и в настоящее время. Разработана техническая документация: технические условия ТУ 10.89.19-165-004772124-2023 на «Альгинат натрия» (SODIUM ALGINATE) и ТИ №123-2023 Технологическая инструкция по изготовлению альгината натрия (SODIUM ALGINATE) из бурых водорослей семейства ламинариевых.

Экспериментальные альгинаты натрия, полученные из *S. japonica* – это однородные аморфные сыпучие порошки без запаха, кремового или белого цвета (прозрачность 96,3-98,0% светопропускания), хорошо растворимые в воде, с образованием вязких растворов при достаточно низких концентрациях (0,2-1,0%) (прозрачность 1,0%-ных водных растворов 96,3-98,0% светопропускания) (рис. 5).

Содержание воды в альгинатах составляет около 12%, золы – в среднем 23%, pH 0,2%-ных

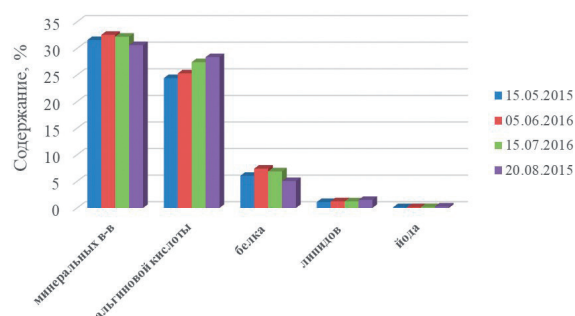


Рисунок 3. Динамика химического состава *S. japonica*, добытой в 2015-2016 гг. в весенне-летний период в Татарском проливе

Figure 3. Chemical composition dynamics of *S. japonica* collected in 2015-2016 during the spring-summer period in the Tatar Strait

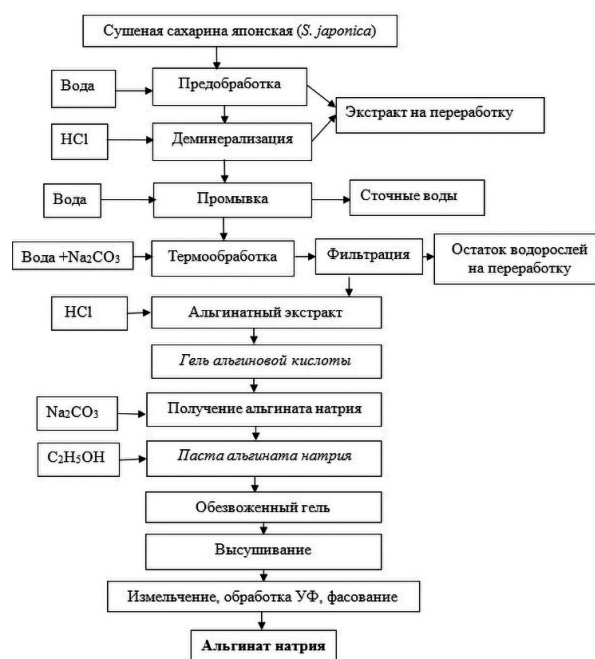


Рисунок 4. Технологическая схема получения альгината натрия из *S. japonica*

Figure 4. Technological scheme for obtaining sodium alginate from *S. japonica*

растворов – 6,7-7,3, их вязкость – 4,08-8,11 сП. Молекулярная масса (ММ) альгинатов изменяется от 147 до 195 кДа (табл. 1). По величине ММ альгинатов их можно отнести к высокомолекулярным, особенно альгинаты, полученные из *S. japonica*, добытой в августе. Физико-химические характеристики альгинатов зависят не только от ММ, но и от соотношения D-маннуроносовой кислоты и L-гулууроносовой кислоты. Особую значимость имеет содержание L-гулууроносовой кислоты, количество которой увеличивается в молекуле альгината в процессе роста водоросли и биосинтеза полисахарида.

Результаты исследований показали, что увеличение содержания L-гулууроносовой кислоты в альгинате приходится на август (38,6-39,8%), при этом количество D-маннуроносовой кислоты соответственно уменьшается до 61,4-60,2%, что очевидно влияет на физико-химические характеристики альгинатов т.е. на их сорбционную активность, по отношению к тяжелым металлам и радионуклидам, а также на их способность к гелеобразованию. Результаты исследований по количеству и соотношению уоновых кислот в альгинатах из *S. japonica*, в зависимости от периода заготовки сырья, представлены в таблице 2.

Таким образом установлено, что по физико-химическим показателям экспериментальные образцы альгинатов натрия соответствуют требованиям технических условий ТУ 15-544-83 на альгинат натрия пищевой и требованиям ТУ 10.89.19-165-004772124-2023. Источником сырья для производства альгината натрия может быть *S. japonica*, добываемая в подзоне Западно-Сахалинская и других прибрежных зонах дальневосточных морей. На период 2024 г. РВ сахарины в подзоне Западно-Сахалинская составлял 6 тыс. т, из которых можно произвести 171 т высококачественного альгината. При увеличении добычи сахарины, путём изъятия её промышленных запасов в прибрежных зонах ДВРБ, где РВ ламинариевых в 2024 г. составил 155,08 тыс. т [1; 2], можно организовать производство альгинатов около 3 тыс. тонн. При этом на местах промысла рационально организовать сушку сахарины, а также и других видов ламинариевых, таких как *Saccharina angustata*, *Saccharina kurilensis*, *Cymatharea japonica*, *Costaria costata*. Организацию производства альгинатов можно ориентировать на любые регионы России, имеющие снабжение хорошей пресной водой, энергоносителями и обеспеченные подъезд-

Таблица 1. Органолептическая и физико-химическая характеристика альгинатов натрия / Table 1. Organoleptic and physical-chemical characteristics of sodium alginate

Показатели, единицы измерения	Дата сбора <i>S. japonica</i> для получения альгината				Нормативные требования на Альгинат натрия в соответствие с	
	15.05.15 г.	05.06.16 г.	20.08.15 г.	20.08.15 г.	ТУ 15-544-83 «Альгинат натрия пищевой»	ТУ 10.89.19-165-004772124-2023 «Альгинат натрия»
	слоевища		шинкованная			
Органолептические показатели						
Внешний вид	Однородные аморфные сыпучие, тонкоизмельченные, порошки					
Цвет	белый	светло-кремовый		белый	от белого до темно-кремового	от белого до светло-бежевого
Запах	Свойственный, без постороннего					нейтральный, без постороннего
Химический состав						
Воды, %	12,44	12,51	12,40	12,84	не более 18,00	не более 15,0
Золы, % сух. в-в	22,81	22,37	22,53	22,38	не более 23,00	не более 23,0
Альгиновой кислоты, %	77,19	77,63	76,47	77,62	73-74	не менее 73,0
Физические характеристики						
pH	7,3	7,5	6,7	6,7	-	6,5-7,5
Прозрачность, % светопропускания	97,2	96,1	96,3	98,0	-	-
Вязкость, сП	4,08	6,05	8,07	8,11	-	не менее 5,0
ММ, кДа	147	151	193	195	-	-

ными путями, а также – кадрами высокой квалификации. Рекомендуется применять технологию производства альгинатов, описанную в [3]. В настоящее время логистика в России выстроена таким образом, что сушеные водоросли можно транспортировать на любые расстояния. Производство в России альгинатов даже только 1000 т/г может обеспечить современные потребности национальной индустрии пищевых, медицинских и косметических продуктов.

ВЫВОДЫ

Результаты исследований показали, что сахарина японская (*S. japonica*), добываемая в прибрежной зоне западного Сахалина, может быть использована в качестве сырья для производства альгинатов. Было установлено, что наиболее качественным является альгинат натрия, полученный из *S. japonica*, добытой в августе, имеющий молекулярную массу 193-195 кДа и $M/G = 1,55-1,51$. Полученные результаты показали, что использованная технологическая схема, ранее разработанная и опубликованная, актуальна и в настоящее время. Эта известная технология может быть применена для получения альгината натрия из *S. japonica* и других видов ламинариевых водорослей, таких как *S. angustata*, *S. kurilensis*, *S. japonica*, *S. costata*. Таким образом, бурые водоросли рода *Saccharina* и другие бурые водоросли ДВ морей из семейства Laminariaceae, а также их промысловый запас имеют неисчерпаемый потенциал для производства из них высококачественных альгинатов не менее 1000 т/г для индустрии пищевых, медицинских и косметических продуктов.

Финансирование: Работа была проведена в период 2015-2016 гг. в соответствии с договором №93/1557011 от 15.06.2015 г. и в период 2020-2023 гг. в процессе подготовки диссертации.



Рисунок 5. Экспериментальный альгинат натрия, полученный из *S. japonica*

Figure 5. Experimental sodium alginate obtained from *S. japonica*

Funding: The work was carried out during the period 2015-2016 under contract № 93/1557011 dated June 15, 2015, and during the period 2020-2023 in the process of preparing the dissertation.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **А.В. Подкорытова** – идея статьи, подготовка материала, интерпретация данных, обработка и редактирование текста; **А.Н. Рощина** – проведение экспериментальных исследований, сбор и анализ данных, подготовка материалов, оформление статьи и участие в обсуждении и редактировании текста.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **Podkorytova A.V.** – the idea of the article, preparation of the material, interpretation of data, processing and editing of the text; **Roshchina A.N.** – conducting experimental research, data collection and analysis, preparation of materials, design of the article and participation in the discussion and editing of the text.

Таблица 2. Содержание D-маннуроновой кислоты и L-гулууроновой кислоты и их соотношения (M/G) в альгинатах из *S. japonica* / **Table 2.** Content of D-mannuronic acid and L-guluronic acid and their (M/G) ratios in alginate from *S. japonica*

Вид разделки <i>S. japonica</i>	Дата сбора сырья	Содержание, %		M/G
		D-маннуроновой	L-гулууроновой	
Слоевница	15.05.15 г.	69,1	30,9	2,23
	05.06.16 г.	66,0	34,0	1,94
	16.08.16 г.	61,4	38,6	1,59
Шинкованная	20.08.15 г.	60,8	39,2	1,55
		60,2	39,8	1,51

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Евсеева Н.В., Матюшкин В.Б., Березина М.О. [и др.] Состояние ресурсов и промысел водорослей и морских трав в морях России в 2000-2020 гг. // Труды ВНИРО. 2024. Т.195. С. 232-248. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2024-195-232-248>.
2. Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна. / Информационный справочник под ред. Болдырев В.З., Захаров Е.А., Солодовников С.А. – Владивосток: ТИНРО. 2024. С. 41.
3. Подкорытова А.В. Морские водоросли-макрофиты и травы. – М.: ВНИРО. 2005. 175 с.
4. Подкорытова А.В., Рощина А.Н., Евсеева Н.В., Усов А.И., Головин Г.Ю., Попов А.М. Бурые водоросли порядков Laminariales и Fucales Сахалино-Курильского региона: запасы, добыча, использование // Труды ВНИРО. 2020. Т. 181. С.202-223. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2020-181-235-256>.
5. ГОСТ 26185-84 «Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа». – М.: Стандартинформ, 2019. 31 с.
6. ГОСТ 31412-2010 «Водоросли, травы морские и продукция из них. Методы определения органолептических и физических показателей». – М.: Стандартинформ, 2011. 7 с.
7. ГОСТ 31413-2010 «Водоросли, травы морские и продукция из них. Правила приемки и методы отбора проб». – М.: Стандартинформ, 2019. 12 с.
8. ГОСТ 33331-2015 «Водоросли, травы морские и продукция из них. Методы определения массовой доли воды, золы и посторонних примесей». – М.: Стандартинформ. 2019. 9 с.
9. Подкорытова А.В., Кадникова И.А. Качество, безопасность и методы анализа продуктов из гидробионтов. Вып. 3 // Руководство по современным методам исследований морских водорослей, трав и продуктов их переработки. – М.: ВНИРО. 2009. 108 с.
10. Усов А.И. Альгиновые кислоты и альгинаты: методы анализа, определения состава и установления строения // Усп. хим., 68:11 (1999), 1051-1061; Russian Chem. Reviews, 68:11 (1999), 957-966.
11. Рощина А.Н., Подкорытова А.В. Альгинаты из бурых водорослей – природные стабилизаторы пищевых систем, абсорбенты и компоненты медицинских продуктов // Современные проблемы и перспективы развития рыбохозяйственного комплекса: материалы XI международной научно-практической конференции молодых учёных и специалистов. – СПб: ВНИРО. 2023. С. 205-207.
12. Подкорытова А.В., Рощина А.Н. Морские бурые водоросли – перспективный источник БАВ для медицинского, фармацевтического и пищевого применения // Труды ВНИРО. 2021. Т.186. С.156-172. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-4-156-172>.
13. Подкорытова А.В., Рощина А.Н., Котельникова Л.Х., Родина Т.В. *Saccharina japonica* – её технико-химическая характеристика для применения в технологии пищевых и лечебно-профилактических продуктов // Рыбное хозяйство. 2023. № 2. С. 109-115. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-2-109-115>. EDN FEARED.

REFERENCES AND SOURCES

1. Evseeva N.V., Matyushkin V.B., Berezhina M.O., [et al.] (2024). Status of resources and fishing of algae and sea grasses in the seas of Russia in 2000-2020 // Trudy VNIRO. Vol. 195. Pp. 232-248. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2024-195-232-248>. (In Russ.)
2. Status of Commercial Resources of the Far Eastern Fishery Basin. Information Handbook ed. Boldyrev V.Z., Zakharov E.A., Solodovnikov S.A. – Vladivostok: TINRO. 2024. P. 41. (In Russ.)
3. Podkorytova A.V. Marine macrophytic algae and grasses. – Moscow: VNIRO. 2005. 175 p. (In Russ.)
4. Podkorytova A.V., Roshchina A.N., Evseeva N.V., Usov A.I., Golovin G.Yu., Popov A.M. Brown algae of the orders Laminariales and Fucales of the Sakhalin-Kuril region: stocks, harvesting, utilization// Trudy VNIRO. 2020. Vol. 181. P. 202-223. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2020-181-235-256>. (In Russ.)
5. GOST 26185-84 "Marine algae, seagrasses, and their processed products. Methods of analysis." Moscow: Standartinform, 2019. 31 p. (In Russ.)
6. GOST 31412-2010 "Algae, seagrasses, and products made from them. Methods for determining organoleptic and physical indicators." Moscow: Standartinform, 2011. 7 p. (In Russ.)
7. GOST 31413-2010 "Algae, seagrasses, and products made from them. Acceptance rules and sampling methods." Moscow: Standartinform, 2019. 12 p. (In Russ.)
8. GOST 33331-2015 "Algae, seagrasses and products from them. Methods for determining the mass fraction of water, ash and impurities." Moscow: Standartinform. 2019. 9 p. (In Russ.)
9. Podkorytova A.V., Kadnikova I.A. (2009). Quality, safety and analysis methods of products from hydrobionts. Issue 3 // Guidelines for modern research methods of marine algae, seagrasses and their processing products. – Moscow: VNIRO. 108 p. (In Russ.)
10. Usov A.I. Alginic acids and alginates: methods of analysis, determination of composition and establishment of structure", Advances in Chemistry, 68:11 (1999), 1051-1061; Russian Chem. Reviews, 68:11 (1999), 957-966. (In Russ.)
11. Roshchina A.N., Podkorytova A.V. Alginates from brown algae are natural stabilizers, absorbents, and components of medical products// Modern Problems and Prospects of the Fisheries Complex Development: Proceedings of the 11th International Scientific and Practical Conference of Young Scientists and Specialists. – St. Petersburg: VNIRO. 2023. Pp. 205-207. (In Russ.)
12. Podkorytova A.V., Roshchina A.N. Marine Brown Algae as a Promising Source of Bioactive Substances for Medical, Pharmaceutical, and Food Applications // Trudy VNIRO. 2021. Vol. 186. pp. 156-172. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-4-156-172>. (In Russ.)
13. Podkorytova A.V., Roshchina A.N., Kotelnikova L.Kh., Rodina T.V. (2023). *Saccharina japonica* – its technochemical characteristics for use in the technology of food, therapeutic and prophylactic products/ // Fisheries. No. 2. Pp. 109-115. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-2-109-115>. EDN FEARED (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 16.10.2025

Принят к публикации / Accepted for publication 05.11.2025



Экономическая целесообразность использования нетрадиционных растительных компонентов в рыбных фаршах

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-139-146>
EDN: LQPKPP

Научная статья УДК 614.47

Васюкова Анна Тимофеевна – доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Биотехнологий и продовольственной безопасности», Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского, Московская область, г. Балашиха, Россия
E-mail: vasyukova-at@yandex.ru

Эдварс Анатолий Ростиславович – аспирант, РОСБИОТЕХ
E-mail: aedvars@yandex.ru

Караваева Юлия Александровна – студент, Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского, Московская область, г. Балашиха, Россия
E-mail: karavaeva_julia67@mail.ru

Адреса:

1. ФГБОУ ВО МСХ РФ «Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского» – Россия, 143907, Московская область, г. Балашиха, ул. Шоссе Энтузиастов, д. 50
2. ФГБОУ ВО МСХ РФ «Российский биотехнологический университет (РОСБИОТЕХ)» – Россия, 125080 г. Москва, Волоколамское шоссе, д.11

Аннотация. Цель работы – обоснование экономической целесообразности использования нетрадиционных растительных компонентов в рыбных фаршах. В статье изложены экономические предпосылки и технологические подходы, позволяющие обеспечить возможность использования нетрадиционных растительных ингредиентов в рецептурах рыбных фаршей. Критериями введения дополнительных компонентов являлись функционально-технологические свойства сырья, сочетаемость вкусовых характеристик и цветовой гаммы, тактильность и флейвор, реологические показатели и потребительские свойства, а также – экономическая целесообразность изготовления комбинированных пищевых систем. Основным принцип построения сложного сырьевого комплекса – системное моделирование. Он включает функциональные характеристики биосистем: пищевые продукты, их соотношения в одном образце, последовательность технологических операций, оптимизацию потребительских свойств. Объектами исследований были: рыбный фарш из минтая, нетрадиционное сырье (чечевица и водоросли), рыбные полуфабрикаты и кулинарные изделия. Используя системное моделирование целенаправленно выполнен рецептурный состав рыборастворительного фарша на основе свежемороженого филе минтая, а также – с добавками чечевицы и водоросли (хлореллы). Основываясь на свойствах и целостности биосистемы как единого целого, что достигается путем взаимного воздействия компонентов рецептуры и получения синергизма макронутриентов, выявлен дополнительный эффект. Он проявился в возникновении новых качественных свойств модельной структуры, которыми ингредиенты рыбной системы не обладают. Принимая во внимание эмерджентность, что рыбный полуфабрикат можно изучать, расчленив его на части (ингредиенты), и затем, исследуя их свойства, определить свойства целого – кулинарного изделия. Таким образом, используя системное моделирование, разработана безотходная технология производства рыбного изделия с повышенной пищевой ценностью, позволяющая получить экономический эффект.

Ключевые слова: экономическая целесообразность, пищевой продукт, рентабельность, технология, анализ

Для цитирования: Васюкова А.Т., Эдварс А.Р., Караваева Ю.А. Экономическая целесообразность использования нетрадиционных растительных компонентов в рыбных фаршах // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 139-146. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-139-146>

THE ECONOMIC FEASIBILITY OF USING NON-TRADITIONAL PLANT COMPONENTS IN MINCED FISH

Anna T. Vasyukova – Doctor of Engineering Sciences, Professor, Professor of the Department of Biotechnology and Food Safety, Vernadsky Russian State University of National Economy, Russia, Moscow region, Balashikha

Anatoly R. Edwards – Postgraduate Student, ROSBIOTECH

Yulia A. Karavaeva – Student, Vernadsky University, Russia, Moscow region, Balashikha

Addresses:

1. **Vernadsky Russian State University of National Economy** – Russia, 143907, Moscow region, Balashikha, Highway Enthusiasts, 50

2. **Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH)** – Russia, 125080, Moscow, Volokolamsk Highway, 11

Annotation. The aim of this study was to substantiate the economic feasibility of using non-traditional plant-based ingredients in minced fish. This article presents the economic prerequisites and technological approaches for the feasibility of using non-traditional plant-based ingredients in minced fish recipes. The criteria for introducing additional components included the functional and technological properties of the raw materials, the compatibility of taste characteristics and color palette, tactility and flavor, rheological properties and consumer properties, as well as the economic feasibility of producing combined food systems. The main principle for constructing a complex raw material system is systems modeling. It incorporates the functional characteristics of biosystems: food products, their ratios in a single sample, the sequence of process operations, and optimization of consumer properties. The subjects of the study were pollock minced fish, non-traditional raw materials (lentils and seaweed), semi-finished fish products, and culinary products. Using systems modeling, a targeted recipe for fish-vegetable minced fish was developed using fresh-frozen pollock fillets, as well as lentils and seaweed (chlorella). Based on the properties and integrity of the biosystem as a whole, achieved through the interaction of the recipe components and the synergistic effects of macronutrients, an additional effect was identified. This effect manifested itself in the emergence of new qualitative properties of the model structure, which are not possessed by the ingredients of the fish system. Considering the emergence principle, a semi-finished fish product can be studied by dissecting it into its components (ingredients), and then, by examining their properties, the properties of the whole—the culinary product – can be determined. Thus, using system modeling, a waste-free technology for producing fish products with increased nutritional value was developed, resulting in economic benefits.

Keywords: economic feasibility, food product, profitability, technology, analysis

For citation: Vasyukova A.T., Edvars A.R., Karavaeva Yu.A. (2025). The economic feasibility of using non-traditional plant components in minced fish // Fisheries. No. 6. Pp. 139-146. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-139-146>

Таблица – авторская / The table was made by the author

Сложность задачи расчёта рецептур полуфабрикатов, блюд и кулинарных изделий обостряется многокомпонентным составом сырья и материалов, что требует использования многочисленных калькуляционных операций, вызывает значительные затраты времени, имеет высокую вероятность возникновения и накопления ошибок и неточностей в подсчетах. Выполнение таких действий практически невозможно без моделирования, программирования и компьютерной обработки [1].

Особенная трудоемкость возникает при проектировании новых рецептур, которые создаются для повышения пищевой ценности и экономической целесообразности. Новый продукт не только должен быть полезным для организма, но и технологичен в исполнении, обладать высокими потребительскими свойствами, востребован различными социальными группами населения страны [2; 3].

Использование нового, не традиционного для рыбных фаршей, сырья связано с неопределенностью их функционального воздействия на создаваемую пищевую систему. Важно влияние таких добавок на свойства рыбных фаршей с целью улучшения технологических, структурно-механических свойств, повышения уровня содержания отдельных пищевых веществ (белка, минеральных веществ, пищевых волокон и др.), увеличения сроков хранения. Так, использование продуктов переработки сои в рыбных фаршах (Ирина О.И., 2011) приносит пищевой системе такие преимущества [4]: способствует созданию устойчивых рыбо-жировых эмульсий в фарше; уменьшаются потери влаги и жира при термической обработке и хранении продукта; повышается плотность и улучшается структура продукта; улучшается консистенция, обеспечивается возможность лучшего порционирования (резки) продукта; улучшается внешний вид, органолептические свойства. Сочетание мясного и рыбного сырья в равных пропорциях (Васюкова А.Т., 1984) с добавлением растительных компонентов, позволяет получить пластичные многокомпонентные структуры с выраженными вкусо-ароматическими характеристиками, максимально поддерживающими мясную вкусовую гамму. В данных изделиях около 60% общего количества жирных кислот составляют ненасыщенные, в их числе около 15% полиненасыщенных, что свидетельствует о высокой пищевой ценности липидов мясорыбных кулинарных изделий. Содержание летучих жирных кислот в полуфабрикатах и готовых мясорыбных изделиях находится в пределах, характерных для доброкачественных мясных и рыбных продуктов и свидетельствует об умеренных изменениях азотистых веществ

и липидов в процессе хранения полуфабрикатов и тепловой кулинарной обработки [5].

Введение функциональной добавки в концентрации 5-10% на основе муки зерновых культур (ячменной и рисовой), а также сырых овощей (лук репчатый) позволяет получить прочную структуру фарша, оптимально обеспечивающую порционирование полуфабрикатов механизированным способом (Эдварс А.Р. и др., 2024). При этом увеличивается предельное напряжение сдвига от 8,7 до 12,2 и коррелирует с нежностью и предельным напряжением сдвига контрольных образцов, приготовленных из натурального рыбного фарша без добавок. Вместе с тем, предельное напряжение сдвига контрольного образца имеет минимальные значения, в отличие от всех опытных образцов. Однако функциональные добавки не снижают пищевую ценность комбинированных рыбных фаршей. Вместе с тем, данные рыбо-овощные пищевые системы более дешевые по сравнению с измельченным рыбным филе, что является важным для питания социально незащищенных слоев населения [6].

Также в рыбный фарш могут добавлять лактулозу – сложный углевод, который повышает пищевую и энергетическую ценность изделий из него, при сохранении требуемых к данному виду продукции потребительских свойств. Лактулоза вводится в рыбный фарш с несколькими целями (Бочкарева З.А. и др., 2024):

- улучшение функционально-технологических свойств [7]. Лактулоза способствует стабилизации фаршевой системы (Кривошонов К.В. и др., 2024) за счёт собственных гидрофобных зон на поверхности [8];
- повышение пищевой ценности. Лактулоза помогает усвоению кальция и магния [9];
- влияние на органолептические характеристики. Введение лактулозы благоприятно сказывается на вкусе, цвете и внешнем виде готовых изделий (Каримов А.К. и др., 2016): они становятся более нежными, сочными и с равномерно распределенными измельченными мышечными волокнами рыбы, что обеспечивает однородность консистенции, хорошую пластичность при изготовлении полуфабрикатов [10];
- для создания функциональных продуктов. Лактулоза, как утверждают Ярцева Н.В. с соавторами (2020), делает рыбную продукцию функциональным фаршевым полуфабрикатом, так как лактулоза не присутствует в рыбном сырье [11].

Для рубленой массы из минтая характерен высокий коэффициент обводнения, низкая водоудерживающая (менее 50,0%) и формирующая способность, что объясняется значительным

количеством свободной воды в мышечной ткани, отчего любая термическая обработка приводит к интенсивному обезвоживанию и низким органолептическим показателям готовой продукции [12; 13]. Поэтому в производстве рыбных формованных полуфабрикатов, для хорошего структурообразования, используют продукты растительного происхождения – изоляты, концентраты, зерновые (Лебедева Е.Ю., 2022) [14]. Петрова Л.Д. с соавторами (2013) предложили создание новых видов комбинированных изделий на основе сочетания животного и растительного сырья, наиболее сбалансированных по всем показателям [15]. В качестве основного сырья используют глубоководные и донные виды рыб, в частности, – мороженые макрурус малоглазый, лемонема длинноперая, тихоокеанский красный окунь, желтобрюхая камбала, белокорый палтус, минтай тихоокеанский, которые входят в рецептуру комбинированного фарша как основной компонент, так и сочетание в рецептуре фарша из 2-3 видов рыб. Такой многокомпонентный купаж на основе рыбы позволяет более полно использовать свойства, принадлежащие рыбе, в сочетании с гранулированными соевыми текстуратами. Качество продуктов и их поведение в сложных пищевых системах характеризуются совокупностью ключевых функциональных свойств, являющихся их интегральной характеристикой [16]. Используя полученный фарш, Богданов В.Д. с соавторами (2013) разработали нагетсы, рыбные палочки, котлеты.

Однако известны и другие структурообразователи, используемые для изготовления формованных изделий. Афанасьева К.М. (2012) исследовала воздействие структурорегулирующей композиции на структуру рыбных формованных изделий, в состав которой входят крахмал картофельный, соевый белковый изолят, сухая измельченная морская капуста, триполифосфат натрия [17]. Для повышения водоудерживающей способности формованных изделий альгинат натрия вносят в количестве 0,5-1,0% [18].

К нетрадиционным растительным наполнителям относятся и бобовые, в том числе – нут. Мука из нута может служить нетрадиционной структурообразующей добавкой для создания продуктов из рыбной массы. Преимущество использования муки из нута заключается в том, что она обладает высокими функционально-технологическими свойствами (водоудерживающей, водосвязывающей, гелеобразующей способностью) и имеет высокую пищевую ценность, способствует снижению себестоимости продуктов, полученных с её использованием. Мука из нута содержит углеводы, основная часть которых – крахмал, который характеризуется вязкостью и повы-

шенной набухаемостью [19]. Поэтому использование муки нута вместо пшеничного хлеба в количестве 10% повлияло на улучшение структурообразования, формуемости изделий, повышению содержания белка и пищевых волокон [7]. С другой стороны, нуттовая мука, используемая в рецептуре, позволит организовать выпуск рыбных изделий в промышленных условиях, что положительно отразится на себестоимости продукции. Использование пшеничного хлеба в рецептурах рыбных продуктов, выпускаемых большими объемами, нецелесообразно. Это приводит к удорожанию технологического процесса, в котором уже используется технология с законченным производственным циклом – хлеб из пшеничной муки (не ниже первого сорта).

Тепловая обработка рыбных фаршевых изделий сопровождается потерей массы – влаги с растворенной в ней питательными веществами. Потери белка и липидов после технологической обработки можно урегулировать введением овощных и крупяных ингредиентов. Введение сложных углеводов повысит пищевую и биологическую ценность, а введение функционального углеводного компонента придаст продукту интерес потребителей, следящих за питанием и здоровьем. Путем подбора качественного и количественного состава, с использованием математических программ и алгоритмов, можно разработать рецептуры и блюда, совмещающие высокие органолептические, физико-химические и биологические показатели продукции [20]. Благодаря различным методам обработки, можно добиться сохранения качества и обеспечения доступности рыбы круглый год [21].

Наиболее важными составными компонентами рыбы, на которые могут влиять методы обработки, являются белки, жиры, витамины, минералы и сенсорные характеристики, такие как цвет, вкус, текстура и общий внешний вид. Изменения химического состава в результате методов обработки, в основном, выражаются в денатурации, коагуляции, снижении усвояемости белка, окислении и потере витаминов. Нагревание белков рыбы может привести к потере пищевой ценности, за счёт разрушения аминокислот, денатурации белка и реакции Майяра.

Специфический запах рыбы обусловлен целым комплексом летучих веществ, среди которых моно-, ди-, триамины. Летучие вещества накапливаются при хранении. Запах триметиламина неприятный, напоминает запах рыбьего жира и очень долго удерживается в ротовой полости, на поверхности рук и т.д. Поскольку с возрастом рыбы количество аминов в мясе возрастает, крупные экземпляры рыб имеют более выраженный запах. С учетом этого, следует подбирать к блюдам из рыб соусы, име-

ющие выраженные аромат и вкус (томатный, русский, чесночный и т.д.), отваривать рыбу с резким специфическим запахом с большим количеством пряностей или в пряном отваре, подавать к блюдам из рыбы лимон [22].

Основные физические изменения, происходящие с рыбой в результате обработки, включают изменение текстуры (становится твёрдой и плотной), изменение цвета (основной фактор, влияющий на оценку качества продукта) и выход готовой продукции. Степень этих изменений зависит от температуры и времени обработки.

Таким образом, исследования направлены на разработку рецептур и технологий продуктов питания на основе рыбного фарша и его комбинаций для получения изделий с высокой пищевой ценностью.

Однако данные технологии имеют большое количество резерва и постоянно востребованы. Поэтому разработка технологии высокобелковых рыбных полуфабрикатов с растительными добавками актуальна. Цель исследований – обоснование экономической целесообразности использования нетрадиционного растительного сырья в рыбных изделиях.

Проведенный анализ научных публикаций, посвященных разработке и исследованию рыбных фаршевых полуфабрикатов с нетрадиционными растительными компонентами, а также имеющийся в розничной сети ассортимент полуфабрикатов из рыбных фаршей и потребительский спрос на рыбную продукцию позволили выявить динамику развития современных тенденций в этой области, определить ключевые факторы, влияющие на качество готовых изделий.

При проведении экспериментов в качестве основного сырья использовалась свежемороженая рыба (минтай по ГОСТ 32366-2013) [23] осеннего вылова, поступающая с Охотского моря. В качестве функциональных добавок использованы высокобелковое растительное сырье – мука из чечевицы и порошкообразная водоросль (хлорелла). Технологический процесс приготовления рубленых формованных изделий предусматривал подготовку сырья стандартными способами и изготовление рыбной рубленой массы, полуфабрикатов и изделий в соответствии с технологическим процессом по инструкции в сборнике рецептур.

Экономическая целесообразность внедрения технологии производства высокобелкового рыбного полуфабриката с добавлением чечевицы и хлореллы определяется на основе комплексной оценки совокупных издержек, ожидаемых доходов, уровня рентабельности, окупаемости проекта, а также – потенциальной конкурентоспособности продукта на рынке.

В условиях высокой волатильности сырьевого рынка, усиливающейся инфляции и ужесточения требований к качеству и экологичности продовольственной продукции, необходимость внедрения сбалансированных по питательной ценности и экономически выгодных решений становится критически важной для пищевой отрасли. Принимая во внимание принципы ресурсосбережения, рационального использования вторичных продуктов переработки и ориентации на clean label, разработанная технология имеет значительный потенциал в части коммерциализации и масштабирования.

В рамках экономического анализа было рассмотрено несколько ключевых метрик: себестоимость, отпускная цена, прибыль, рентабельность, точка безубыточности и срок окупаемости. Как показано в предыдущих расчётах, себестоимость 1 кг готового полуфабриката составила 219,5 руб., отпускная цена – 280 руб. При производстве 1000 кг продукции в месяц получаем валовую выручку в размере:

$$\text{textB} = 280 \cdot 1000 = 280\,000 \text{ textруб} \quad (1)$$

Себестоимость составит:

$$\text{textC} = 219,5 \cdot 1000 = 219\,500 \text{ textруб} \quad (2)$$

Прибыль за месяц:

$$\begin{aligned} \text{textП} &= \text{textB} - \text{textC} = \\ &= 280\,000 - 219\,500 = 60\,500 \text{ textруб} \end{aligned} \quad (3)$$

Уровень рентабельности продукции рассчитывается по формуле:

$$R = \text{textП} / \text{textC} \cdot 100\% = (60\,500) / (219\,500) \cdot 100\% \approx 27,57\% \quad (4)$$

Это значение превышает минимально допустимый норматив рентабельности для пищевой отрасли (обычно 12-15%) более чем в 1,8 раза, что указывает на высокую эффективность использования ресурсов. Инвестиционные затраты на запуск технологической линии, включающей миксер, шнековый дозатор, упаковочный автомат с модифицированной газовой средой, бланшировочный аппарат, вакууматор и морозильную камеру оцениваются в 1,8-2 млн руб. В условиях ежемесячной прибыли в 60,5 тыс. руб. срок окупаемости составит:

$$T = (1\,800\,000) / (60\,500) \approx 29,75 \approx 2,5 \text{ textгода} \quad (5)$$

Порог безубыточности (break-even point) можно рассчитать по формуле:

$$\text{text}Q_{\text{textб}} = \frac{\text{text}I_{\text{Постоянныезатраты}}}{(\text{text}I_{\text{Цена}} - \text{text}I_{\text{Переменныезатраты}})} \quad (6)$$

При условных постоянных затратах в размере 80 тыс. руб./мес. и переменной части на уровне 219,5 руб./кг:

$$\text{text}Q_{\text{textб}} = (80\,000) / (280 - 219,5) \approx (80\,000) / 60,5 \approx 1\,322 \text{ textкг} \quad (7)$$

То есть, точка безубыточности достигается при объеме продаж чуть более 1,3 т продукции в месяц, что для среднестатистического малого пищевого предприятия является достижимым целевым показателем (табл. 1).

Таким образом, внедрение разработанного продукта в производственный процесс экономически обосновано, позволяет обеспечить стабильный уровень доходности, быструю окупаемость вложений и высокую адаптивность технологии к различным масштабам производственных мощностей. Продукт имеет потенциал не только для выхода на рынок B2C, но и для сегментов B2B (общественное питание, HoReCa, государственные закупки), что обеспечивает его рыночную устойчивость [24]. Исходя из вышеизложенного, можно заключить, что разработанный полуфабрикат представляет собой инвестиционно привлекательное, технологически завершённое и коммерчески эффективное решение в рамках устойчивого развития пищевой промышленности; [25; 26; 27].

ВЫВОДЫ

Анализ литературных источников показал, что в качестве функциональных добавок в рыбные фарши могут быть использованы растительные компоненты: мука зерновых (ячменной и рисовой) и бобовых (нутовой) культур, сырые овощи (лук репчатый, капуста, морковь, кабачок), лактулоза, изоляты, концентраты, зерновые продукты, соевые текстураты, карто-

фельный крахмал, сухая измельченная морская капуста, триполифосфат натрия. Проведенный обзор нетрадиционных растительных компонентов рыбных фаршей позволил выявить динамику развития современных тенденций в этой области, определить ключевые факторы, влияющие на качество готовых изделий.

Используя системное моделирование, целенаправленно определен и обоснован рецептурный состав рыборастворительного фарша на основе свежемороженого филе минтая, а также – с включением в композицию пищевой рыбной системы муки чечевицы и порошкообразной водоросли (хлореллы). Основываясь на свойствах и целостности биосистемы как единого целого, полученных путем взаимного воздействия компонентов рецептуры и установленного синергизма макронутриентов, выявлен дополнительный эффект. Он проявился в возникновении новых качественных свойств модельной структуры, которыми ингредиенты рыбной системы не обладают в полном объеме: сочность, вязкость, пластичность, а также хорошая формуемость полуфабрикатов, при сохранении данных показателей в готовой охлажденной продукции. Основываясь на результатах физико-химических и реологических исследований, разработана безотходная технология производства рыбного изделия с повышенной пищевой ценностью, позволяющая получить экономический эффект.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад авторов в работу: **А.Т. Васюкова** – идея статьи, подготовка статьи и ее окончательная проверка; **А.Р. Эдварс** – подготовка обзора литературы, систематизация и анализ данных; **Ю.А. Караваяева** – анализ данных, корректировка текста.

The authors declare no conflicts of interest. Author contributions: **A.T. Vasyukova** – article concept, article preparation, and final review; **A.R. Edwards** – literature review, data systematization, and analysis; **Yu.A. Karavaeva** – data analysis, proofreading.

Таблица 1. Обобщённые экономические показатели инновационного /
Table 1. Generalized economic indicators of an innovative product

Показатель	Значение	Единица измерения
Себестоимость продукции	219,5	руб./кг
Отпускная цена	280	руб./кг
Прибыль с 1 кг продукции	60,5	руб.
Рентабельность продукции	27,57	%
Валовая прибыль при объеме 1 т/мес.	60 500	руб./мес.
Инвестиционные затраты	1 800 000	руб.
Срок окупаемости	≈ 2,5	года
Порог безубыточности	1 322	кг/мес.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Муратова Е.И., Толстых С.Г., Дворецкий С.И., Зюзина О.В., Леонов Д.В. Автоматизированное проектирование сложных многокомпонентных продуктов питания: учебное пособие – Тамбов: Изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2011. 80 с.
2. Васюкова А.Т., Эдварс Р.А., Кушнарченко А.С., Васюков М.В., Махмадалиев Э.Ш., Охотников С.И. Биологическая ценность диетических мясорастительных кулинарных изделий // Вестник Марийского государственного университета. Серия: Сельскохозяйственные науки. Экономические науки. 2019 Т. 5. № 4 (20). С. 387-396.
3. Саенкова И.В., Шокина Ю.В., Петров Б.Ф., Новожилова Е.А., Васюкова А.Т. Разработка технологии функциональных фаршевых рыбных кулинарных полуфабрикатов // Рыбное хозяйство. 2018. № 6. С. 101-108.
4. Иринина О.И. Разработка технологии и ассортимента кулинарной продукции с функциональными свойствами на основе рыбного фарша. Автореферат дисс... к.т.н., специальность 05.18.04. Технология мясных, молочных и рыбных продуктов и холодильных производств. – Санкт Петербург. 2011. 23 с.
5. Васюкова А.Т. Технология и пищевая ценность кулинарных изделий из мясорыбного сырья Автореферат дисс... к.т.н., специальность 05.18.16. Технология продуктов общественного питания. – Москва. 1984. 25 с.
6. Васюкова А.Т., Москаленко А.С., Эдварс А.Р., Хлебникова О.А. Кулинарные изделия функционального назначения на основе рыбного сырья // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2024. № 2(44). С. 110-117. <https://doi.org/10.55196/2411-3492-2024-2-44-110-117>.
7. Бочкарева З.А., Назарова Е.И. Совершенствование технологии рыбных рубленых изделий с бобовыми и лактулозой // Инновационная техника и технология. 2024. Т. 11. № 3. С. 18-22.
8. Васюкова А.Т., Кривошонок К.В. Использование растительных пищевых добавок для формирования структуры рыбных полуфабрикатов пролонгированного срока хранения // Рыбное хозяйство. 2025. № 2. С. 126-131. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-2-126-131>.
9. Рябцева С.А., Храмов А.Г., Будкевич Р.О., Анисимов Г.С., Чукло А.О., Шпак М.А. Физиологические эффекты, механизмы действия и применение лактулозы // Вопросы питания. 2020. №2. С. 5-20.
10. Какимов А.К., Есимбеков Ж.С., Какимова Ж.Х., Бепеева А.Е. Функциональная роль пробиотиков и пребиотиков в технологии мясных продуктов Текст: непосредственный // Молодой ученый. 2016. № 3 (107). С. 111-114. – URL: <https://moluch.ru/archive/107/25835>.
11. Ярцева Н.В., Долганова Н.В., Алексанян И.Ю., Нугманов А.Х.-Х. Пребиотик «Лактулоза Премиум» как перспективная функциональная добавка в рыбный фарш // Индустрия питания. Food Industry. 2020. Т. 5, № 3. С. 25-34. <https://doi.org/10.29141/25001922-2020-5-3-3>
12. Пчелинцева О.Н., Бочкарёва З.А., Лисина С.В. Новый продукт с функциональными свойствами из рыбного сырья с растительными компонентами. // Ползуновский вестник. 2021. № 2. С. 132-139.
13. Петрова Л.Д., Богданов В.Д. Перспективность использования нутовой муки в технологии рыбного фарша. // Инновации и продовольственная безопасность. 2019. (1), С. 30-35. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-23-1-30-35>
14. Лебедева Е.Ю. Формирование качества рыборастиельных продуктов повышенной пищевой ценности из мяса рыб, выращенных в условиях замкнутого водоснабжения, Автореферат дисс... к.т.н., специальность 05.18.15 – Технология и товароведение продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания. – Астрахань. 2022. 24 с.
15. Петрова Л.Д., Богданов В.Д. Рыбные формованные изделия с соевыми белковыми текстурами. // Пищевая промышленность 2013. № 2. С. 74-76.
16. Петрова Л.Д., Богданов В.Д. Изменения функционально-технологических свойств рыбного фарша под воздействием разных способов производства // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2019. №47. С. 55-61. <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2019-47-55-61>.
17. Афанасьева К.М. Исследование влияния структурорегулирующих добавок на структуру рыбных формованных изделий // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2012. С. 1-5.
18. Богданов В.Д., Мамедова Т.Д., Богданова А.В. Растительные структурорегулирующие добавки в технологии рыбных формованных изделий // Хранение и переработка сельхозсырья. № 8. 2003. С. 198-199.
19. Корнева О.А., Баклагова С.С., Лысенко О.С., Сертакова И.Ю., Корнева А.А. Обоснование использования нутовой муки в технологии безглютеновых продуктов // Электронный сетевой политематический журнал «Научные труды КубГТУ». 2016. № 14. С. 833-841.
20. Ярцева Н.В. Совершенствование технологии фарша из прудовых рыб и оценка качества кулинарных изделий из него Автореферат дисс... к.т.н., специальность 05.18.15 – Технология и товароведение продуктов функционального и специализированного назначения и общественного питания. – Астрахань. 2022. 24 с.
21. Bereket Abraha, School of Food Science and Technology, Jiangnan University, Wuxi 214122, P.R. China, Tel. +86-186-1667226, Fax +86-510-85809610.
22. Черных А.Г. Комплексная переработка и рациональное использование сырья рыбной промышленности // Материалы V Международной студенческой научной конференции «Студенческий научный форум», 2013. с. 41. <https://scienceforum.ru/2013/article/2013004178> (дата обращения: 24.10.2025).
23. ГОСТ 32366-2013. Рыба мороженная. Технические условия
24. Васильева М.В., Кривенко Е.И. Влияние растительных добавок на функционально-технологические свойства рыбных фаршей // Технология и товароведение инновационных пищевых продуктов. 2023. № 1 (78). С. 13-19.
25. Rehman S.U., Ahmad A., Ayub M. Physicochemical and sensory characteristics of fish nuggets incorporated with pumpkin seed flour // Journal of Food Quality. 2023. Vol. 2023. P. 5837021.
26. Бойцова Т.М. Сбалансированные продукты на основе рыбного фарша // Питание XXI века: медико-биологические аспекты, пути оптимизации: тр. междунар. симпозиума. – Владивосток. ГМУ. 1999. С.97-98.
27. Dubtsov G.G., Dubtsova G.N., Vasyukova A.T., Kusova I.U., Tulyakova T.V. Provision of continuity of the training process for food enterprises. // В сборнике: Edlearn18. Conference proceedings. 2018 С. 9934-9938.

REFERENCES AND SOURCES

1. Muratova E.I., Tolstykh S.G., Dvoretzky S.I., Zyuzina O.V., Leonov D.V. (2011). Computer-aided design of complex multicomponent food products: a textbook – Tambov: Publishing House of FSBEI HPE "TSTU". 80 p. (In Russ.)
2. Vasyukova A.T., Edvars R.A., Kushnarenko A.S., Vasyukov M.V., Makhmaliev E.Sh., Okhotnikov S.I. (2019). Biological value of dietary meat-and-vegetable culinary products // Bulletin of the Mari State University. Series: Agricultural Sciences. Economic sciences. Vol. 5. No. 4 (20). Pp. 387-396. (In Russ.)
3. Saenkova I.V., Shokina Yu.V., Petrov B.F., Novozhilova E.A., Vasyukova A.T. (2018). Development of technology for functional minced fish culinary semi-finished products. No. 6. Pp. 101-108. (In Russ.)
4. Irinina O.I. (2011). Development of technology and assortment of culinary products with functional properties based on minced fish. Abstract of the dissertation... Candidate of Technical Sciences, specialty 05.18.04. Technology of meat, dairy and fish products and refrigeration industries. – Saint Petersburg. 23 p. (In Russ.)
5. Vasyukova A.T. (1984). Technology and nutritional value of culinary products from meat raw materials Abstract of dissertation, PhD, specialty 05.18.16. Technology of public catering products. – Moscow. 25 p.
6. Vaskova A.T., Moskalenko A.S., Shvars A.R., Glebnikova O.A. (2024). Group delights of world significance in the south of Russia // Edition of V. M. Kokov Kabardino-Balkarian State University. No. 2(44). Pp. 110-117. <https://doi.org/10.55196/2411-3492-2024-2-44-110-117>. (In Russ.)
7. Bochkareva Z.A., Nazarova E.I. (2024). Improving the technology of minced fish products with legumes and lactulose // Innovative technique and technology. Vol. 11. No. 3. Pp. 18-22.
8. Vasyukova A.T., Krivosheonok K.B. (2025). The use of herbal food additives to form the structure of fish semi-finished products with a prolonged shelf life // Fisheries. No. 2. Pp. 126-131. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-2-126-131>. (In Russ., abstract in Eng.)
9. Ryabtseva S.A., Khrantsov A.G., Budkevich R.O., Anisimov G.S., Chuklo A.O., Shpak M.A. (2020). Physiological effects, mechanisms of action and application of lactulose // Nutrition issues. No. 2. Pp. 5-20. (In Russ.)
10. Kakimov A.K., Yessimbekov Zh.S., Kakimova Zh.Sh., Bepeeve A.E. (2016). The functional role of probiotics and workshops in mass production technologies Text: public // Young teacher. No. 3 (107). Pp. 111-114. – URL: <https://moluch.ru/archive/107/25835>. (In Russ.)
11. Yartseva N.V., Dolganova N.V., Aleksanyan I.Yu., Nugmanov A.Kh. (2020). Lactulose Premium prebiotic as a promising functional additive in minced fish // Food Industry. Food industry. Vol. 5, No. 3. Pp. 25-34. <https://doi.org/10.29141/25001922-2020-5-3-3>. (In Russ.)
12. Pchelintseva O.N., Bochkareva Z.A., Lisina S.V. (2021). A new product with functional properties from fish raw materials with vegetable components. // Polzunovskiy bulletin. No. 2. Pp. 132-139. (In Russ.)
13. Petrova L.D., Bogdanov V.D. (2019). The prospects of using chickpea flour in the technology of minced fish. // Innovation and food security. (1). Pp. 30-35. <https://doi.org/10.31677/2311-0651-2019-23-1-30-35>. (In Russ.)
14. Lebedeva E.Y. (2022). Formation of the quality of fish-growing products of increased nutritional value from fish meat grown in closed water supply conditions, abstract of dissertation, Candidate of Technical Sciences, specialty 05.18.15 – Technology and commodity science of functional and specialized products and catering. – Astrakhan. 24 p. (In Russ.)
15. Petrova L.D., Bogdanov V.D. (2013). Molded fish products with soy protein textures. // Food industry. No. 2. Pp. 74-76. (In Russ.)
16. Petrova L.D., Bogdanov V.D. (2019). Changes in the functional and technological properties of minced fish under the influence of different production methods // Bulletin of the Kamchatka State Technical University. No. 47. Pp. 55-61. <https://doi.org/10.17217/2079-0333-2019-47-55-61>. (In Russ.)
17. Afanasyeva K.M. (2012). Investigation of the effect of structure-regulating additives on the structure of molded fish products // Bulletin of the Kamchatka State Technical University. Pp. 1-5. (In Russ.)
18. Bogdanov V.D., Mammadova T.D., Bogdanova A.V. (2003). Plant structure-regulating additives in the technology of fish molded products // Storage and processing of agricultural raw materials. № 8. Pp. 198-199. (In Russ.)
19. Korneva O.A., Baklagova S.S., Lysenko O.S., Sertakova I.Yu., Korneva A.A. (2016). Justification of the use of chickpea flour in gluten-free products technology // The electronic network political journal "Scientific works of KubSTU". No. 14. Pp. 833-841. (In Russ.)
20. Yartseva N.V. (2022). Improving the technology of minced meat from pond fish and evaluating the quality of culinary products from it Abstract of dissertation, Candidate of Technical Sciences, specialty 05.18.15 – Technology and commodity science of functional and specialized products and catering. – Astrakhan. 24 p. (In Russ.)
21. Bereket Abraha, Faculty of Food Sciences and Technology, Jiangnan University, Wuxi, 214122, China, tel. +86-186-1667226, fax +86-510-85809610.
22. Chernykh A.G. (2013). Integrated processing and rational use of raw materials of the fishing industry // Proceedings of the V International Student Scientific Conference "Student Scientific Forum". p. 41. <https://scienceforum.ru/2013/article/2013004178> (date of reference: 24.10.2025). (In Russ.)
23. GOST 32366-2013. The fish is frozen. Technical specifications. (In Russ.)
24. Vasilyeva M.V., Krivenko E.I. (2023). The influence of herbal additives on the functional and technological properties of minced fish // Technology and commodity science of innovative food products No. 1 (78). Pp. 13-19. (In Russ.)
25. Rekhman S.U., Ahmad A., Ayub M. (2023). Physico-chemical and sensory characteristics of fish nuggets with the addition of pumpkin seed flour // Journal of Food Quality. Volume 2023. p. 5837021.
26. Boishova T.M. (1999). Automated products based on fish raw materials // Russia of the XXI century: medical and biological research, ways of optimization: tr. international the symposium. – Vladivostok. GMU. Pp.97-98. (In Russ.)
27. Dubtsov G.G., Dubtsova G.N., Vasyukova A.T., Kusova I.Yu., Tulyakova T.V. (2018). Ensuring the continuity of the learning process at food industry enterprises. // In the collection: Edulearn18. Conference materials. Pp. 9934-9938. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию / Received 27.10.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 05.11.2025



Эффективность применения инновационных технологий ионизирующего излучения для обеззараживания рыбной продукции

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-147-156>

EDN: LUVNLI

Научная статья УДК 614.31:637.56

Кузьмин Сергей Владимирович – доктор медицинских наук, профессор, директор ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора, Московская область, г. Мытищи, Россия

E-mail: fncg@fncg.ru

Есаулова Ольга Владимировна – кандидат экономических наук, руководитель НИЦ «Радиационные биотехнологии», Московская область, г. Мытищи, Россия

E-mail: esaulova.ov@fncg.ru

Моценская Нина Владимировна – кандидат химических наук, заместитель руководителя по сертификации НИЦ «Радиационные биотехнологии», Московская область, г. Мытищи, Россия

E-mail: moschenskaya.nv@fncg.ru

Скопин Антон Юрьевич – кандидат медицинских наук, доцент, заведующий отделом научного обеспечения лабораторных исследований продукции и объектов окружающей среды, Московская область, г. Мытищи, Россия

E-mail: skopin.ayu@fncg.ru

Балакаева Алиса Викторовна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела научного обеспечения лабораторных исследований продукции и объектов окружающей среды, Московская область, г. Мытищи, Россия

E-mail: balakaeva.AV@fncg.ru

Русakov Владимир Николаевич – кандидат медицинских наук, ведущий научный сотрудник отдела гигиены питания, Московская область, г. Мытищи, Россия

E-mail: rusakov.vn@fncg.ru

Барвина Анна Ярославовна – заместитель руководителя НИЦ «Радиационные биотехнологии», Московская область, г. Мытищи, Россия

E-mail: barvina.ay@fncg.ru

Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана

Адрес: Россия, 141000, Московская область, г. Мытищи, ул. Семашко, д. 2

Аннотация. Рыбная продукция может быть подвержена различным видам микробного загрязнения, что в свою очередь может негативно сказаться на здоровье потребителей. Комплексный подход к обеспечению микробной и химической безопасности рыбной продукции, включая использование ионизирующего излучения, является важным шагом к обеспечению безопасности пищевых продуктов.

Целью нашего исследования стало научное обоснование условий эффективного применения инновационных технологий ионизирующего излучения для обеззараживания рыбной продукции. Изучено влияние поглощенной дозы облученной рыбной продукции на её физико-химические свойства, структурную целостность, функциональные свойства, показатели безопасности и пищевой ценности. Для этого проводилось определение количеств мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов, общего числа дрожжевых и плесневых грибов в различные временные промежутки, а также фиксировались изменения физико-химических свойств и структурной

целостности рыбной продукции. Также на протяжении 42 дней проводились испытания образцов рыбной продукции при воздействии различных доз ионизирующего излучения (1, 3 и 5 кГр). Показано, что ионизирующее излучение эффективно не только для уничтожения патогенных микроорганизмов, но и для продления срока хранения продукции с сохранением нормируемых показателей качества, что особенно актуально для рыбной продукции, которая имеет короткие сроки хранения и подвержена быстрому развитию признаков порчи, даже при незначительных отклонениях от установленных условий хранения и транспортировки.

Ограничение исследования. Безопасность использования радиационных технологий не изучалась.

Ключевые слова: радуризация, облучение пищевых продуктов, ионизирующее излучение, пищевая безопасность

Для цитирования: Кузьмин С.В., Есаулова О.В., Мощенская Н.В., Скопин А.Ю., Балакаева А.В., Русаков В.Н. Эффективность применения инновационных технологий ионизирующего излучения для обеззараживания рыбной продукции. // Рыбное хозяйство. 2025. № 6. С. 147-156. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-147-156>

THE EFFECTIVENESS OF USING INNOVATIVE TECHNOLOGIES OF IONIZING RADIATION FOR DISINFECTION OF FISH PRODUCTS

Sergey V. Kuzmin – Doctor of Medical Sciences, Professor, Director of the F.F. Federal Scientific Center for Hygiene. Erisman" of Rospotrebnadzor, Moscow region, Mytishchi, Russia

Olga V. Esaulova – Candidate of Economic Sciences, Head of Research and Development Center "Radiation Biotechnologies", Moscow region, Mytishchi, Russia

Nina V. Moshchenskaya – Candidate of Chemical Sciences, Deputy Head of Certification, Scientific Research Center "Radiation Biotechnologies", Moscow region, Mytishchi, Russia

Anton Yu. Skopin – Candidate of Medical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Scientific Support for Laboratory Research of Products and Environmental Facilities, Moscow region, Mytishchi, Russia

Alisa V. Balakaeva – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher at the Department of Scientific Support for Laboratory Research of Products and Environmental Facilities, Moscow Region, Mytishchi, Russia

Vladimir N. Rusakov – Candidate of Medical Sciences, Leading Researcher at the Department of Food Hygiene, Moscow region, Mytishchi, Russia

Anna Ya. Barvin – Deputy Head of the Research and Development Center "Radiation Biotechnologies", Moscow Region, Mytishchi, Russia

Federal Scientific Center of Hygiene named after F.F. Erisman

Address: Russia, 141014, Moscow Region, Mytishchi, Semashko St., 2

Annotation. Fish products can be susceptible to various types of microbial contamination, which in turn can negatively impact consumer health. A comprehensive approach to ensuring the microbial and chemical safety of fish products, including the use of ionizing radiation, is an important step toward ensuring food safety and protecting public health. The aim of our study was to scientifically substantiate the conditions for the effective use of innovative ionizing radiation technologies for the disinfection of fish products. We studied the effect of the absorbed dose of irradiated fish products on their physicochemical properties, structural integrity, functional properties, safety indicators, and nutritional value. For this purpose, we determined the quantities of mesophilic aerobic and facultative anaerobic microorganisms, the total number of yeasts and molds at various time points, and recorded changes in the physicochemical properties and structural integrity of the fish products. Fish product samples were also tested over a 42-day period under various doses of ionizing radiation (1, 3, and 5 kGy). Ionizing radiation was shown to be effective not only in killing pathogenic microorganisms but also in extending the shelf life of products while maintaining standard quality indicators. This is particularly important for fish products, which have short shelf lives and are susceptible to rapid spoilage even with minor deviations from established storage and transportation conditions. **Limitations of the study.** The safety of using radiation technologies has not been studied.

Keywords: radurization, food irradiation, ionizing radiation, food safety

For citation: Kuzmin S.V., Esaulova O.V., Moshenskaya N.V., Skopin A.Yu, Balakaeva A.V, Rusakov V.N. (2025). The effectiveness of using innovative technologies of ionizing radiation for disinfection of fish products // Fisheries. No. 6. Pp. 147-158. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-6-147-156>

Таблицы – авторские / The tables were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Вопросы качества и безопасности пищевых продуктов непосредственно связаны со здоровьем населения и являются важным фактором развития любого государства. Охрана здоровья граждан в Российской Федерации провозглашена в Конституции РФ (ст. 7).

Согласно Доктрине продовольственной безопасности Российской Федерации (Указ Президента РФ от 30.01.2010 № 120 «Об утверждении Доктрины продовольственной безопасности РФ») [1], для обеспечения безопасности пищевых продуктов необходимо контролировать соответствие требованиям законодательства в этой области сельскохозяйственной, рыбной продукции и продовольствия, в том числе – импортированных, на всех стадиях их производства, хранения, транспортировки, переработки и реализации.

В последние годы стали уделять большое внимание вопросам обеззараживания продукции ионизирующим излучением. Радуризация продуктов питания – это радиационная обработка пищевых продуктов с целью увеличения продолжительности хранения в дозах, приводящих к ограниченному подавлению патогенных для человека микроорганизмов, вызывающих порчу продукции. Таким образом, обработка продуктов ионизирующим излучением призвана повысить их безопасность и продлить срок годности.

Рыба и морепродукты относятся к скоропортящейся продукции с высокой водоёмкостью и нейтральным pH, что создаёт благоприятные условия для роста микроорганизмов, поэтому применение инновационной технологии радуризации, в отношении продукции этой категории, представляется весьма актуальным.

Использование ионизирующего излучения для обработки пищевых продуктов регламентируется рядом международных и национальных документов. В глобальном масштабе основополагающим является стандарт Кодекса Алимен-

тариус¹ – General Standard for Irradiated Foods, Codex STAN 106-1983 (генеральный стандарт на облученные пищевые продукты) (далее – Codex). Согласно этому стандарту, максимальная среднemasсовая доза облучения пищевых продуктов не должна превышать 10 кГр, если только более высокая доза не обоснована технологической необходимостью [2]. В пределах этого лимита (≤ 10 кГр) признано, что пища остается безопасной и полноценной. Совместный комитет ФАО/ВОЗ/МАГАТЭ подтвердил, что облученные продукты не токсичны и нутритивно эквивалентны необлученным, вплоть до доз, необходимых для достижения цели обработки [3]. Для рыбы и морепродуктов конкретных отдельных стандартов Codex не устанавливал, однако действует Общий стандарт и Кодекс практики по облучению, предписывающий принципы радуризации (предупредительной дозой пастеризации). Codex рекомендует указывать факт обработки на этикетке продукта словами «Облучено» или международным значком RADURA.

В Европейском Союзе к облученной пищевой продукции предъявляются требования Регламента 1999/2/ЕС² и 1999/3/ЕС³. В настоящее время в ЕС разрешено облучение ограниченного списка продуктов (главным образом – сушёных трав, специй и приправ), и рыба не включена в этот перечень для свободной торговли – её облучение не широко практикуется. Тем не менее, некоторые страны ЕС ранее проводили оценку возможности такого рода обработки на национальном уровне. Например, во Франции, Нидерландах, Великобритании были установлены допуски на обработку рыбы до 3 кГр [4]. Европейское агентство EFSA (панель BIOHAZ) в своем научном заключении 2010 г. рассмотрело риски паразитов в рыбопродукции и подтвердило, что обязательная заморозка является эффективной мерой против Anisakis, тогда как облучение упомянуто как возможная дополнительная технология, требующая дальнейшей оценки [5]. EFSA от-

¹ Стандарты Codex (Codex Alimentarius) – это свод международных стандартов, правил и руководств, касающихся пищевых продуктов, разработанный совместными усилиями Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) и Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ)

² 1999/2/ЕС – директива Европейского парламента и Совета Европейского Союза от 22 февраля 1999 года «О сближении законодательств государств-членов ЕС относительно пищевых продуктов и их компонентов, обработанных ионизирующим излучением»

³ Директива 1999/3/ЕС Европейского парламента и Совета от 22 февраля 1999 г. о создании перечня Сообщества пищевых продуктов и пищевых ингредиентов, обработанных ионизирующим излучением

метила, что традиционные методы (солёное, маринование, холодное копчение) могут быть недостаточны против паразитов, и потому либо заморозка, либо эквивалентная обработка (теоретически, облучение) необходимы [5]. Однако на уровне ЕС применение ионизирующего излучения для облучения рыбной продукции пока не регулировано отдельно и любые такие продукты должны проходить индивидуальные согласования.

В Соединённых Штатах Америки и ряде других стран облучение рыбы разрешено с соблюдением определенных условий. США еще в 1980-х оценивали облучение морепродуктов: FDA⁴ установили максимальную дозу 3 кГр для рыбы и ракообразных в целях обеззараживания от патогенов и паразитов [6]. Позднее (2005-2014 гг.) были одобрены петиции на облучение моллюсков, креветок и прочих морепродуктов. Например, в США сейчас разрешено облучение свежих и замороженных моллюсков излучением дозой до 5,5 кГр, ракообразных – до 6,0 кГр с целью уничтожения патогенов (включая *Vibrio spp.*). Для рыбного филе конкретное правило отсутствует, но по аналогии считается допустимым диапазон ~2–3 кГр. Канада и Бразилия также допускают облучение рыбы, устанавливая дозовые пределы около 2,2-3 кГр [6]. В Азии (Китай, Таиланд, Вьетнам) практикуются программы радиационной обработки сушёной рыбы, морепродуктов – там нормативы опираются на Codex (≤ 10 кГр) и национальные стандарты.

В Российской Федерации и на пространстве Евразийского экономического союза (ЕАЭС) нормативная база, относительно облучения пищевых продуктов, активно развивается. Базовые требования безопасности пищевой продукции изложены в Техническом регламенте Таможенного союза (ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции») [7]. Прямо облучение там не запрещается: регламент указывает, что при использовании технологических вспомогательных средств и обработок пища должна оставаться безопасной с уведомительной маркировкой для потребителя. Отдельный отраслевой регламент – ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» –

не содержит прямых норм облучения, но обязывает обеспечивать отсутствие в рыбе жизнеспособных паразитов и соответствие микробиологическим нормативам [8]. Однако в пояснениях отмечается, что облучение может применяться как мера обеспечения безопасности, если оно проводится по утверждённым стандартам [8].

С 2017 г. в РФ принят межгосударственный стандарт ГОСТ 34154-2017 «Рыба, морепродукты. Руководство по облучению с целью подавления патогенных и вызывающих порчу микроорганизмов» [9]. Этот стандарт (введён в действие с 2019 г.) регламентирует рекомендации по режимам облучения различных видов рыбопродуктов, допустимые дозы и условия обработки. В частности, там указано, что дозы 1-7 кГр эффективны для пастеризации рыбы, позволяя продлить срок хранения охлаждённой рыбы в 2-3 раза и предотвратить размножение *Listeria monocytogenes* и других опасных бактерий. Согласно требованиям ЕАЭС, вся облучённая пищевая продукция подлежит обязательной маркировке, с указанием факта облучения и дозы, либо использованием знака RADURA.

Таким образом, радиационная обработка рыбы уже имеет нормативно-методическую базу как на международном, так и на национальном уровне.

Эффективность радиационной обработки и сохранение качества напрямую зависят от условий хранения продукта. Ключевыми факторами являются температура и газовая среда упаковки. Установлено, что хранение при 0...+4 °C продлевает срок годности в 1,5-3 раза относительно контроля [10], в вакуумной или газовой упаковке с CO₂ достигается лучший эффект: минимизируется окисление, замедляется рост pH, сохраняется цвет [11], в вакууме продукты портятся по сценарию слабокислого брожения, без появления гнилостного запаха [12].

Устойчивость различных микроорганизмов к обработке ионизирующим излучением неодинакова. Для уничтожения микроорганизмов (в частности, простейших, бактерий и микроскопических грибов) требуется большая доза облучения, чем для многоклеточных организмов, в частности, рыб, птиц и млекопитающих. Как правило, губительная доза облучения тем выше, чем ниже ступень развития организмов. При этом высокие дозы нередко оказывают разрушительное действие и на сами пищевые продукты, вызывая в них нежелательные изменения органолептических характеристик (вкус, запах, цвет, консистенция) [13].

В настоящем исследовании целью стало обоснование условий применения инновационных технологий ионизирующего излучения для обеззараживания рыбной продукции. Для её достижения решались 2 задачи:

- изучение влияния инновационной технологии ионизирующего излучения на ми-

⁴ FDA (англ. Food and Drug Administration, букв. «Управление еды и лекарств») – Управление по контролю качества пищевых продуктов и лекарственных средств США

- кробиологические показатели безопасности и органолептические свойства рыбной продукции и обоснование оптимальных условий ее хранения после обработки;
- исследование эффективности обработки рыбной продукции различными дозами ионизирующего излучения (1, 3 и 5 кГр) по изменению микробиологических и органолептических показателей, а также – физико-химических свойств.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектом исследования стала треска атлантическая свежемороженая, размороженная (ООО «РК «Полярное море+», изготовленная по ТУ 9261-017-49021315-2012, срок годности продукции при плюс 6-8 °С – 24 часа), весом 300 граммов.

Каждый образец был разделен на две отдельные пробы. Первая проба подверглась облучению сразу после разморозки, что позволило исследовать как ионизирующее излучение влияет на микробный состав. Вторая проба оставалась необлученной и использовалась в качестве контрольной, что позволяло сравнивать результаты и выявлять изменения, вызванные облучением.

Для решения первой задачи, при проведении эксперимента с целью оценки воздействия ионизирующего излучения на микробиологическое состояние продукта, с каждой пробы были осуществлены посевы на микробиологические питательные среды, которые затем хранились в холодильной камере при температуре от +6 до +8 °С (такой температурный диапазон способствует замедлению роста микроорганизмов и позволяет более точно оценить влияние времени хранения на микробиологические показатели). Посевы производились в три временных интервала: не позднее 24 час. после разморозки, не позднее 48 час. и не позднее 72 часов. Указанные временные рамки выбраны для отслеживания динамики изменений в микробиологическом состоянии образцов. Исследования проводились по двум микробиологическим показателям – КМАФАнМ (количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов), выращенных на твердом питательном агаре, и общему содержанию дрожжевых и плесневых грибов, выращенных на агаре Сабуро.

Микробиологические исследования проводились в пяти временных интервалах для обеспечения детального мониторинга изменений. Первое исследование проводилось сразу после посева (фиксация начального микробного фона). Второе – через 24 час. (оценка начальных изменения в микробиологической актив-

ности). Третье – через 48 час. (для выявления скорости развития микроорганизмов в условиях хранения). Четвертое – через 3 сут., пятое – через 4 сут. (для оценки долгосрочных последствий хранения и облучения).

Исследование проводилось в специально подготовленном боксированном помещении с использованием ламинарных шкафов второго класса защиты для обеспечения асептических условий и предотвращения вторичной контаминации проб. Каждое из этих исследований проводилось не менее чем в трех повторностях для обеспечения достоверности результатов. Для каждого типа проб был сформирован специфический контроль без предварительной обработки.

Обработка проб производилась ионизирующим излучением, обеспечивающим поглощенную дозу величиной 2,5 кГр, на радиационно-технологической установке (РТУ) с ускорителем электронов на базе линейного ускорителя электронов УЭЛР-10-20С (классификация по ГОСТ 26278-1984), находящегося на территории ООО «Акцентр Групп» по адресу: Московская область, г. Дубна, ул. Технологическая, д. 4.

Для решения второй задачи, при оценке эффективности влияния ионизирующего излучения для анализа динамики изменения органолептических, микробиологических показателей, проводились испытания образцов на протяжении 42 дней, с интервалами в 1, 7, 14, 21, 28, 35 и 42 дня хранения. Из каждого образца в асептических условиях в указанные интервалы времени отбирали 10 г материала. Затем отобранные образцы гомогенизировались в течение одной минуты с 90 мл заранее охлажденного стерильного пептонно-физиологического раствора, подготовленного на основе стерильной деионизированной воды. Для обеспечения равномерного распределения микроорганизмов в образце использовался стерилизованный лабораторный блендер. После гомогенизации проводились десятичные серийные разведения, которые готовились из полученного гомогената (выполнялись в том же охлажденном стерильном разбавителе для сохранения условий, приближенных к первоначальным). Серийные разведения необходимы для точного определения количества микробных клеток в образце, так как они позволяют снизить концентрацию микроорганизмов до уровня, удобного для подсчета.

Также для оценки пищевой пригодности для потребления производились исследования образцов рыбы по определению содержания уровней тиобарбитуровой кислоты (ТБК) и летучих азотных соединений (ЛАС) в контрольных и облученных различными дозами ионизирующего излучения образцах.

ЛАС определялись классическим методом – микродиффузии Конвея или пародистилляции с титрованием. Определение ТБК (спектрофотометрия комплекса МДА–ТБК при 532 нм) проводилось в целях определения степени окисления жиров, которое, в свою очередь, приводит к потере вкуса, цвета, аромата и текстурных свойств, снижению пищевой ценности продуктов питания и образованию токсичных соединений.

В данном исследовании для изучения эффективности облучения рыбы использовались различные дозы радиации (1, 3 и 5 кГр).

Для проведения органолептической оценки (для решения обеих задач) образцы рыбы весом по 100 г отдельно подвергались кулинарной обработке в микроволновой печи мощностью 800 Вт при максимальном уровне 50% в течение 13 минут. Этот режим позволяет равномерно прогреть продукт, минимизируя риск его пересушивания или неравномерного приготовления. После завершения процесса приготовления образцы были охлаждены до температуры окружающей среды плюс 22-23 °С (для проведения сенсорной оценки при стабильной температуре, во избежание искажений в восприятии запаха и текстуры). В ходе сенсорной оценки определялись запах рыбы (общий аромат, свежесть, наличие посторонних запахов) и текстура (плотность, сочность и нежность мяса). Для оценки использовались порции рыбы весом около 20 граммов.

РЕЗУЛЬТАТЫ

При анализе свежемороженой трески атлантической, которая была разморожена для исследования, не были выявлены патогенные микроорганизмы, такие как *Salmonella ssp.*, *Listeria monocytogenes*, *Staphylococcus aureus* и *Proteus ssp.*, что может свидетельствовать о безопасности продукта по микробиологическим показателям на момент начала исследований.

Результаты исследований по изучению влияния радиационной обработки на микробиологические показатели безопасности рыбной продукции, поступившей из торговой сети в упаковке производителя, а также – на этапе ее хранения в период срока годности (24 часа), спустя день и 2 дня после его завершения представлены в таблице 1. Определено количество мезофильных аэробных и факультативно анаэробных микроорганизмов (КМАФАнМ) и общее число дрожжевых и плесневых грибов.

Результаты, представленные в таблице, свидетельствуют, что рыбная продукция из торговой сети в потребительской упаковке на момент поступления соответствовала установленным нормативам по обоим показателям. Однако, при хранении рыбы при температуре +6-8 °С, на день истечения срока годности были зафиксированы превышения по показателю КМАФАнМ, тогда как облученная продукция соответствовала нормам.

Техническим регламентом Таможенного союза (ТР ТС 021/2011) «О безопасности пищевой продукции» (приложение 2 раздел 1.2) и техни-

Таблица 1. Динамика изменений усредненного показателя КМАФАнМ и общего числа дрожжевых и плесневых грибов в рыбной продукции на этапах хранения / **Table 1.** Dynamics of changes in the average M-AFAM indicator and the total number of yeast and mold fungi in fish products at storage stages

Сутки после посева 24 hours after inoculation	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О	К	О
	Дрожжевые и плесневые грибы, КОЕ/г Yeast and mold fungi, CFU/g		КМАФАнМ, ×10 ⁴ КОЕ/г М-AFAM, ×10 ⁴ CFU/g		Дрожжевые и плесневые грибы, КОЕ/г Yeast and mold fungi, CFU/g		КМАФАнМ, ×10 ⁴ КОЕ/г М-AFAM, ×10 ⁴ CFU/g		Дрожжевые и плесневые грибы, КОЕ/г Yeast and mold fungi, CFU/g		КМАФАнМ, ×10 ⁴ КОЕ/г М-AFAM, ×10 ⁴ CFU/g	
	Хранение образца 1 день Sample storage: 1 day				Хранение образца 2 дня Sample storage: 2 days				Хранение образца 3 дня Sample storage: 3 days			
0-е	0	0	3	0,7	0	0	7	0,3	0	0	866	460
1-е	0,3	0	47	0,3	10	3	650	21	–	–	–	–
2-и	0,3	0	67	1	–	–	–	–	–	–	–	–
3-е	–	–	–	–	–	–	–	–	300	0,7	866	867
4-е	0,3	0	54	1,3	19,5	9	1000+	11	276	0,7	Спл. рост	867

Примечания: К – результаты исследования контрольного образца, О – результаты исследования облученного образца
«–» – испытания не были завершены в полном объеме и не имеют достоверного усредненного результата

Notes: K – results of the control sample test, O – results of the irradiated sample test
«–» – the tests were not fully completed and do not have a reliable average result

ческим регламентом Евразийского экономического союза (ТР ЕАЭС 040/2016) «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (приложение 1, таблица 1) установлен нормативный показатель КМАФАнМ (количество микробных клеток, образующих колонии в 1 г продукта), который составляет 5×10^4 КОЕ/г (для рыбы охлажденной, подмороженной и мороженой), содержание плесени и дрожжей – не более 100 КОЕ/г (для рыбной продукции, в том числе мороженой). Как видно из таблицы, динамика изменений в микробиологическом состоянии образцов показывает соответствие нормам облученной продукции по прошествии 48 часов после разморозки образца по сравнению с контролем.

Результаты определения физико-химических свойств и структурной целостности после облучения продукции, обеспечивающего поглощенную дозу 2,5 кГр, приведены в таблице 2.

Как видно из таблицы, изменений текстуры, цвета, структуры, а также эффектов выделения жидкости и, наоборот, высушивания, зафиксировано не было.

Исследование эффективности влияния различных доз ионизирующего излучения (1, 3 и 5 кГр) на микробиологические и органолептические показатели выявило следующее. В контрольных образцах, не подвергавшихся облучению, общее количество жизнеспособных микроорганизмов составляло 4,41 lg КОЕ/г. В то же время, в обработанных облучением образцах наблюдалось значительное снижение количества микроорганизмов: на момент первого дня хранения в холодильных условиях, при облучении с поглощенной дозой 1 кГр, количество снизилось до 3,08 lg КОЕ/г, при 3 кГр – до 1,46 lg КОЕ/г, а при 5 кГр – до 1 lg КОЕ/г.

Продукт, не подвергшийся облучению, имел приемлемое качество – уровень КМАФАнМ не превышал установленный верхний предел в 5×10^4 КОЕ/г для свежей рыбы. В дальнейшем, при хранении, общее количество мезофильных микроорганизмов как в контрольной, так и в облученной рыбе увеличивалось, достигая среднего значения 7 lg КОЕ/г. Это значение

близко к верхнему пределу приемлемости для пресноводной и морской рыбы, что наблюдалось через 5 дней хранения для контрольной группы (0 кГр) и через 10 дней – для образца, обработанного дозой 1 кГр. В то же время, рыба, облученная дозами 3 и 5 кГр, не достигла этого уровня даже спустя 21 день.

Результаты показали, что облучение эффективно снизило количество *Pseudomonas spp.* во всех группах. Особенно заметным было снижение численности этих бактерий при дозах облучения в 3 и 5 кГр, где *Pseudomonas spp.* были полностью уничтожены. Кроме *Pseudomonas spp.*, в микрофлоре порчи рыбы также были обнаружены бактерии из семейства *Enterobacteriaceae*. Первоначально их количество составляло 1,22 lg КОЕ/г на седьмой день хранения, но к концу эксперимента контрольный образец показал увеличение до 3,29 lg КОЕ/г. В то же время для образцов, обработанных облучением, значения были значительно ниже: 2,29 lg КОЕ/г при облучении дозой 1 кГр и 1,45 lg КОЕ/г при облучении дозой 3 кГр. При использовании дозы 5 кГр рост *Enterobacteriaceae* не наблюдался.

Уровень ЛАС в диапазоне от 35 до 40 мг на 100 г мышц рыбы считается критическим, указывающим на то, что продукт испорчен [14]. В ходе эксперимента было отмечено, что значения ЛАС постепенно увеличиваются с увеличением срока хранения как в контрольных образцах, так и в образцах, подвергнутых обработке. В контрольных и облученных образцах при дозах 1 и 3 кГр значения ЛАС не показали значительного увеличения до 7-го дня хранения, оставаясь в пределах 17–25 мг на 100 г продукта. Однако после 7-го дня хранения наблюдалось резкое увеличение значений для контрольных образцов, которые достигли 79,8 мг на 100 г продукта, а облученные образцы продемонстрировали более низкие значения: 52,2 мг (при 1 кГр), 39,4 мг (при 3 кГр) и 28,2 мг (при 5 кГр) на 100 граммов. Предел приемлемости (находящийся в диапазоне от 35 до 40 мг на 100 г) был достигнут для необлученных образцов между

Таблица 2. Результаты изучения изменений физико-химических свойств и структурной целостности при облучении рыбной продукции (доза 2,5 кГр) / **Table 2.** Results of the study of changes in the physicochemical properties and structural integrity of fish products during irradiation (dose 2.5 kGy)

Параметр оценки Evaluation parameter	Изменение текстуры Change in texture	Изменение цвета Change in color	Выделение жидкости Liquid release	Высушивание Drying	Изменение структуры Change in structure
Результат оценки Evaluation result			Не зафиксировано Not registered		

14 и 17 днями хранения, в то время как для образцов, облученных дозами 1 и 3 кГр – на 17-21 дни. Образцы, подвергнутые облучению дозой 5 кГр, не достигли критического уровня ЛАС до конца эксперимента.

Начальные уровни ТБК находились на уровне примерно 0,4 мг на кг продукта. По мере хранения наблюдалось заметное увеличение значений: на 35-й день уровень ТБК в контрольных образцах достиг 5,29 мг на кг продукта, в то время как облученные образцы показали значительно более высокие значения: 6,03 мг на кг при облучении дозой 1 кГр, 7,26 мг на кг при дозе 3 кГр и 8,21 мг на кг при дозе 5 кГр. На 42-й день хранения наблюдалось снижение значений ТБК для всех образцов, включая контрольные, что может быть связано с естественными процессами разложения и окисления жиров. Конечные значения ТБК составили 4,1 мг на кг для контрольных образцов и 5,53, 5,95 и 6,47 мг на кг для облученных образцов при соответствующих дозах. Это свидетельствует о том, что даже при низких уровнях поглощенной дозы, значения ТБК для облученных образцов оставались выше, чем для контрольных на протяжении всего периода наблюдения.

СЕНСОРНАЯ ОЦЕНКА

Со временем хранения рыбы в холодильнике наблюдались изменения в ее запахе и текстуре. Для контрольных образцов нижний предел приемлемости запаха был достигнут в период между 4 и 7 днями. Обработанные ионизирующим излучением образцы демонстрировали более длительные сроки хранения: пределы приемлемости составили между 11 и 14 днями (1 и 3 кГр) и между 19 и 22 днями (5 кГр). Текстура рыбы претерпевала изменения, однако с меньшей интенсивностью по сравнению с изменениями запаха. Предел приемлемости текстуры был достигнут только для контрольных образцов через 42 дня хранения.

ОБСУЖДЕНИЕ

При оценке качества рыбной продукции мы ориентировались на нормативные показатели КМАФАнМ и общее число дрожжевых и плесневых грибов, являющиеся важными индикаторами санитарного состояния продукции и служащие важным критерием для оценки микробиологической безопасности рыбной продукции. Показано, что обработанная излучением продукция дольше сохраняла свои качества и соответствовала нормам по сравнению с контролем.

Полученные данные соответствуют литературным данным, свидетельствующим о снижении показателя КМАФАнМ в свежих креветках/крабах под действием радиации: доза 1-3 кГр

обычно даёт снижение общего титра микроорганизмов на 1-3 порядка, но при последующем хранении на холоде выжившая устойчивая микрофлора способна понемногу размножиться [15]. Более высокие дозы (5-6 кГр) подавляют основную часть микрофлоры порчи на весь срок хранения, предотвращая развитие процессов гниения. Особенно чувствительны к радиации психротрофные грамотрицательные бактерии (*Pseudomonas* и др.), ответственные за «рыбный» запах и порчу; они гибнут уже при малых дозах [12]. После облучения в вакууме в оставшейся микробиоте морепродуктов начинают доминировать более устойчивые к радиации грамположительные кокки и палочки (лактобактерии и др.), вызывающие слабокислый запах при очень длительном хранении, однако скорость их роста невелика [12]. Благодаря этому, облучённые морепродукты портятся намного медленнее и «мягче», без резкого протухания. Вакуумная упаковка дополнительно смещает порчу в сторону слабокислой (молочнокислой) без развития гнилостных ароматов [12].

Сенсорная оценка рыбы включает в себя комплексный подход, который помогает не только определить качество продукта, но и выявить его привлекательность для конечного потребителя. Все эти аспекты играют важную роль в формировании потребительских предпочтений и влияют на успешность рыбы на рынке. Так как изменения физико-химических свойств и структурной целостности (текстуры, цвета, структуры, эффектов выделения жидкости и высушивания) после облучения дозой 2,5 кГр обнаружено не было, можно сделать вывод, что доза облучения, достаточная для уменьшения количества микроорганизмов в образце пищевой продукции, не влияет в какой-либо степени на физико-химические свойства рыбы и её структурную целостность.

При оценке эффективности облучения рыбы с использованием различных доз радиации (1, 3 и 5 кГр) и его влияния на микробиологический состав показано, что контрольные образцы подходили к верхнему пределу приемлемости для пресноводной и морской рыбы 5×10^4 КОЕ/г через 5 дней хранения, обработанные дозой 1 кГр – через 10 дней хранения, в то время как облученные дозами 3 и 5 кГр не достигли этого уровня даже спустя 21 день. Таким образом, облучение дозами радиации 3 и 5 кГр приводит к значимому увеличению срока годности и сохранения качества рыбной продукции.

Pseudomonas spp. представляют собой группу бактерий, которые активно участвуют в процессе порчи различных видов рыб. Эти микроорганизмы известны своей способностью к быстрому размножению и выживанию в неблагоприятных условиях, что делает их зна-

чимыми патогенами в пищевой промышленности. Обнаружение *Enterobacteriaceae* может указывать на нарушение санитарных правил в процессе обработки или хранения продукции. Наиболее заметным снижением численности *Pseudomonas spp.* и *Enterobacteriaceae* было выявлено при облучении в 3 и 5 кГр, при этом использование дозы 5 кГр приводило к полному отсутствию роста данных микроорганизмов.

Полученные данные согласуются с результатами исследования Mohamed E. F. E. et al – уменьшение микробной обсеменённости имеет дозозависимый характер: доза 1 кГр снижает общий микробный фон примерно на 90% (на ~1 lg), 3 кГр – на 99,9% (~3–4 lg), а 5 кГр – до неопределяемого уровня [16].

ЛАС являются индикаторами качества не обработанных рыбных продуктов. Их увеличение в образцах связано с активностью бактерий, вызывающих порчу, а также – с активностью эндогенных ферментов, которые могут способствовать разложению белков и образованию нежелательных соединений. К числу таких соединений относятся аммиак, моноэтиламин, диметиламин и триметиламин, которые придают рыбе неприятный вкус и запах. В ходе эксперимента установлено, что предел приемлемости для контрольных образцов наступал между 14 и 17 днями хранения, облученных – между 17 и 21 днями, тогда как облучение с использованием 5 кГр приводило к тому, что критический уровень ЛАС так и не был достигнут.

Содержание ТБК является важным индикатором окислительного стресса и степени окисления липидов в пищевых продуктах, включая рыбу. Окисление жиров может привести не только к ухудшению органолептических свойств, таких как вкус и запах, но и к образованию потенциально вредных для здоровья соединений. Результаты исследования показали, что увеличение дозы облучения привело к увеличению ТБК. Таким образом, хотя такая обработка и может использоваться для продления срока хранения и уничтожения патогенных микроорганизмов, но также способствует увеличению окислительных процессов в продукте.

Подобное поведение значений показателя ТБК может быть объяснено образованием свободных радикалов, которые возникают в результате воздействия ионизирующего излучения. Эти радикалы могут инициировать цепные реакции окисления в липидах, что приводит к образованию перекисей и других окисленных соединений. Важно отметить, что окисление липидов не только влияет на качество продукта, но и может приводить к образованию токсичных веществ, таких как альдегиды и кетоны, которые потенциально опасны для здоровья человека.

Сенсорный анализ рыбы представляет собой важный инструмент для оценки ее свежести и качества. Свежесть, безусловно, является ключевым атрибутом, определяющим потребительские предпочтения и безопасность продукта. В процессе обработки и хранения рыбы происходят различные микробиологические и биохимические изменения, которые негативно влияют на ее качество и органолептические свойства. Эти изменения могут быть вызваны как действиями микроорганизмов, окислительными процессами, так и физическими факторами (температура и влажность). Запах рыбы является одним из первых факторов, который влияет на потребительское восприятие. Исследование показало, что нижние пределы приемлемости запаха для контрольных образцов были достигнуты на 4-7 дни хранения. Обработка дозами 1 и 3 кГр продляла этот срок примерно на неделю, обработка 5 кГр – на 2 недели. Отметим, что согласно литературным данным, свежее сырьё (особенно в вакууме) обычно не приобретает «радиационного» запаха до доз ~5 кГр – облучённая морская рыба и креветки сохраняют свойственный им аромат; дегустаторы не отличают облучённые образцы от контроля, если доза и условия выбраны оптимально [17].

Предел приемлемости текстуры, достигнутый даже для контрольных образцов лишь через 42 дня хранения, указывает на то, что текстура может оставаться более стабильной в условиях хранения, чем ароматические качества.

Таким образом, можно сделать вывод о высокой эффективности использования облучения дозами 3 и 5 кГр для продления срока годности и более длительного обеспечения микробиологической безопасности продукции.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенное нами исследование подтверждает эффективность ионизирующего излучения при использовании не только в целях уничтожения патогенных микроорганизмов, но и для продления срока хранения продукции, что особенно актуально для рыбной продукции, которая имеет ограниченный срок годности. Хотя промышленное использование радиационной обработки рыбы пока ограничено, многочисленные исследования (ФАО, ВОЗ, МАГАТЭ, EFSA) подтверждают её эффективность и безопасность при соблюдении установленных регламентов (дозы до 10 кГр, маркировка, контроль дозы и качества).

Финансирование: Исследование выполнено в рамках научно-исследовательской работы «Научное обоснование системы гигиенической регламентации качества, безопасности, сертификации и верификации сельскохозяйствен-

ного сырья и пищевой продукции, а также товаров народного потребления, прошедших ионизирующую обработку» по теме «Разработка технологических регламентов и режимов облучения (методик) сельскохозяйственной и пищевой продукции, а также товаров народного потребления, упаковки продукции» (Рег. № НИОКТР 1022081000010-3-3.3.5).

Financing: The research was carried out within the framework of the research work "Scientific substantiation of the system of hygienic regulation of quality, safety, certification and verification of agricultural raw materials and food products, as well as consumer goods that have undergone ionizing treatment" on the topic "Development of technological regulations and irradiation modes (techniques) of agricultural and food products, as well as consumer goods, packaging of products" (R&D Reg. no. 1022081000010-3-3.3.5).

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад авторов в работу: **С.В. Кузьмин** – обсуждение статьи, редактирование; **О.В. Есаулова** – дизайн исследования, редактирование; **А.Ю. Скопин** – написание текста, обсуждение статьи, редактирование; **А.В. Балакаева** – написание текста, обсуждение статьи, редактирование; **Н.В. Мощенская** – сбор и обработка материала; **В.Н. Русаков** – сбор и обработка материала; **А.Я. Барвина** – сбор и обработка материала. Все соавторы – утверждение окончательного варианта статьи, ответственность за целостность всех частей статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest. The authors' contribution to the work: **S.V. Kuzmin** – discussion of the article, editing; **O.V. Esaulova** – research design, editing; **A.Yu. Skopin** – writing the text, discussion of the article, editing; **A.V. Balakaeva** – writing the text, discussion of the article, editing; **N.V. Moshenskaya** – collection and processing of the material; **V.N. Rusakov** – collection and processing of material; **A.Ya. Barvina** – collection and processing of material. All co-authors are responsible for approving the final version of the article and ensuring the integrity of all parts of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Козьмина Г.В., Гераскина С.А., Санжарова Н.И. Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы / Под общ. ред. Г. В.Козьминой и др. – Обнинск: ФГБНУ «ВНИИРАЭ». 2015. С. 65-78.
1. Kozmina G.V., Geraskina S.A., Sanzharova N.I. Radiation technologies in agriculture and the food industry: state and prospects / Under the general editorship of G. V.Kozmina et al. – Obninsk: FGBNU "VNIIRAE". 2015. Pp. 65-78. (In Russ.)
2. Codex Alimentarius. General Standard for Irradiated Foods: CODEX STAN 106-1983 (Rev. 1–2003). – Rome: FAO/WHO. 2003. 7 p.

3. Uikey M., Bojayanaik M., Ganachari J., et al. Combined Effect of Gamma Irradiation and Low Temperature Storage on the Quality of Catfish // Eur. J. Nutr. Food Saf. 2024. 16(12):189-201.
4. Badr H.M. Control of the potential health hazards of smoked fish by gamma irradiation // Int. J. Food Microbiol. 2012. 154(3):177-186.
5. EFSA BIOHAZ Panel. Scientific Opinion on risk assessment of parasites in fishery products // EFSA Journal. 2010. 8(4):1543.
6. World Health Organization. High-Dose Irradiation: Wholesomeness of Food Irradiated with Doses Above 10 kGy (Technical Report Series 890). – Geneva: WHO. 1999. 206 p.
7. СанПиН 2.3.2.1324-03 «Гигиенические требования к срокам годности и условиям хранения пищевых продуктов».
7. SanPiN 2.3.2.1324-03 "Hygienic requirements for shelf life and storage conditions of food products". (In Russ.)
8. ТР ЕАЭС 040/2016 «О безопасности рыбы и рыбной продукции» (утв. Решением Совета ЕЭК № 162 от 18.10.2016).
8. EAEU TR 040/2016 "On the safety of fish and fish products" (approved by the Decision of the EEC Council No. 162 dated 18.10.2016). (In Russ.)
9. ГОСТ 34154–2017 Рыба, морепродукты и продукты их переработки. Руководство по облучению. – М.: Стандартинформ. 2019. (In Russ.)
9. GOST 34154-2017 Fish, seafood and their processed products. Guidelines for irradiation. Moscow: Standartinform. 2019.
10. Urbain W.M. Food Irradiation. – Orlando: Academic Press. 1986. 351 p.
11. Lee H., et al. Effects of electron beam irradiation on physicochemical quality of frozen shrimp // Food Science of Animal Resources. 2020. 40(4):654-664.
12. Diehl J.F. Safety of Irradiated Foods. – 2nd ed. – New York: Marcel Dekker. 1995. 464 p.
13. ГОСТ 34155-2017 Руководство по дозиметрии при исследовании влияния радиации на пищевые и сельскохозяйственные продукты. (In Russ.)
13. GOST 34155-2017 Guidelines for dosimetry in the study of the effects of radiation on food and agricultural products.
14. Huss H. H. Quality and Quality Changes in Fresh Fish / H. H. Huss. – Rome: FAO. 1995. 143 p. – (FAO Fisheries Technical Paper; No. 348).
15. ГОСТ ISO 14470-2014 Радиационная обработка пищевых продуктов. Требования к разработке, валидации и повседневному контролю процесса облучения пищевых продуктов ионизирующим излучением.
15. GOST ISO 14470-2014 Radiation treatment of food products. Requirements for the development, validation and day-to-day control of the process of food irradiation with ionizing radiation. (In Russ.)
16. Mohamed E.F.E., Hafez A.E.-S.E., Seadawy H.G., et al. Irradiation as a Promising Technology to Improve Bacteriological and Physicochemical Quality of Fish // Microorganisms. 2023. 11(5):1105.
17. Fu Y., et al. Combined effect of irradiation and refrigeration on shelf life of Pacific white shrimp // LWT – Food Science and Technology. 2019. 116:108586.

Материал поступил в редакцию / Received 20.11.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 25.11.2025

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 15.12.2025 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
