



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

№ 3 2025
май–июнь

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, директор Центра экономических исследований рыбного хозяйства, ГНЦ РФ ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
- Багров А.М.* член-корреспондент РАН, доктор биологических наук, профессор
- Бубунец Э.В.* доктор сельскохозяйственных наук, доцент кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»
- Жигин А.В.* доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела аквакультуры беспозвоночных, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»; профессор кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»
- Зилянов В.К.* кандидат биологических наук, действительный член МАНЭБ, профессор, почетный доктор ФГБОУ ВО «МГТУ», председатель КС «Северьба»
- Кокорев Ю.И.* кандидат экономических наук, профессор кафедры гуманитарно-экономических дисциплин, Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт, ФГБОУ ВО «АГТУ»
- Мезенова О.Я.* доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «КГТУ», Почетный работник рыбного хозяйства
- Мерсель Й.-Т.* доктор технических наук, профессор, научно-исследовательская лаборатория (UBF GmbH), Альтландсберг, Германия
- Остроумов С.А.* доктор биологических наук, доцент биологического факультета, МГУ им. М.В. Ломоносова
- Павлов Д.С.* действительный член Российской академии наук, доктор биологических наук, заслуженный профессор МГУ имени М.В. Ломоносова, заведующий лабораторией, научный руководитель кафедры ихтиологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова; научный руководитель Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН
- Серветник Г.Е.* доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем воспроизводства и биосинергетики, Всероссийский научно-исследовательский институт интегрированного рыбоводства (ВНИИР, филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста)
- Сёмин А.Н.* академик РАН, доктор экономических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Заслуженный экономист Российской Федерации, Лауреат национальной премии им. П.А. Столыпина, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»
- Смирнов А.А.* доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»); профессор, Северо-Восточный государственный университет (СВГУ); Дагестанский государственный университет (ДГУ)
- Труба А.С.* доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО», член Правления Союза писателей России
- Толикова Е.Э.* доктор экономических наук, профессор, профессор кафедры «Инновационное предпринимательство» МГТУ им. Н.Э. Баумана
- 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)

3/2025 (may-june)

SCIENTIFIC, PRACTICAL AND PRODUCTION JOURNAL

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

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

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

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

Editor: **A.V. Averkiev**

Designer: **M.D. Kozina**

Photojournalist: **I.B. Glazkov**

EDITORIAL BOARD

Chairman of the Editorial Board

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

Deputy Chairman of the Editorial Board

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

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

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

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

СОБЫТИЯ

Аверкиев А.В.
Выездная коллегия «ВНИРО» в Волгограде

08

EVENTS

Averkiev A.V.
VNIRO Visiting Board in Volgograd

ЭКОНОМИКА И БИЗНЕС

Колончин К.В.

11

Рыбохозяйственная наука в решении вопросов сохранения биоразнообразия, как основы рационального использования водных биологических ресурсов

ECONOMICS AND BUSINESS

Kolonchin K.V.

Fisheries science in addressing issues of biodiversity conservation as the basis for the rational use of aquatic biological resources

Храпов В.Е., Турчанинова Т.В.

27

Формирование понятной системы ценообразования в судоремонте – одна из целей к дальнейшей интеграции судовладельческих и судоремонтных компаний

Khrapov V.E., Turchaninova T.V.

The formation of an understandable Pricing system in ship repair is one of the goals for further integration of ship-owning and ship-repair companies

ЭКОЛОГИЯ

Титова Г.Д. Экологический долг: в теории и на практике

36

ECOLOGY

Titova G.D. Environmental debt: in theory and in practice

Жарников В.С., Смирнов А.А. Исследование штормовых выбросов двустворчатых моллюсков на побережье Амахтонского залива Тауйской губы Охотского моря

43

Zharnikov V.S., Smirnov A.A. Study of storm releases of bivalve mollusks on the coast of Amakhton Bay, Taui Bay, Sea of Okhotsk

Ткаченко А.В., Зубченко А.В.

52

Состояние запасов атлантического лосося (*Salmo-Salar* L.) реки Тулома (Кольский полуостров)

Tkachenko A.V., Zubchenko A.V.

The state of Atlantic salmon stocks (*Salmo-Salar* L.) of the Tuloma River (Kola Peninsula)

БИОРЕСУРСЫ И ПРОМЫСЕЛ

Смирнов А.А., Датский А.В., Антонов Н.П.

61

Состояние запасов и динамика промысла дальневосточных сельдей (*Clupea pallasii* Valenciennes, 1847)

BIORESOURCES AND FISHERIES

Smirnov A.A., Datsky., Antonov N.P.

The state of stocks and the dynamics of fishing for Far Eastern herrings (*Clupea pallasii* Valenciennes, 1847)

Козоброд И.Д., Смирнов А.А.,

Пятинский М.М., Гуськова О.С.,

Жукова С.В. Некоторые особенности

промысла и состояние запаса черноморско-азовской проходной сельди (*Alosa immaculata*, Bennett, 1836) в Азово-Черноморском бассейне в период 2020-2024 годов

71

Kozobrod I.D., Smirnov A.A.,

Pyatinskii M.M., Guskova O.S.,

Zhukova S.V. Some fishing features and the state of the Black Sea-Azov pontic shad stock (*Alosa immaculata*, Bennett, 1836) in the Azov-Black Sea basin during the period 2020-2024

ВНУТРЕННИЕ ВОДОЕМЫ

Лукерина Г.В., Лукерин А.Ю.

83

Водный режим озера Кулундинское Алтайского края за последние 20 лет: гидрологические, гидрохимические и экологические аспекты

INTERNAL RESERVOIRS

Lukerina G.V., Lukerin A.Yu.

The water regime of Kulundinskoye Lake in the Altai Territory over the past 20 Years: Hydrological, Hydrochemical and environmental Aspects

Никитенко А.И., Горячев Д.В., Артеменков Д.В., Жернаков И.А., Смирнов А.А. Влияние

92

уровенного режима Иваньковского водохранилища (Средняя Волга) на состояние запасов и промысел обитающих в нем рыб

Nikitenko A.I., Goryachev D.V., Artemenkov D.V., Zhernakov I.A., Smirnov A.A. Influence of the level

regime of the Ivankovo reservoir (Middle Volga) on the state of stocks and fishing of fish living in it

- Гайденок Н.Д., Кириченко О.И., Пережидин А.И.** Демография таксономия генетика модели енисейского осетра – 20 лет спустя.
Часть 2 Морфометрический полиморфизм енисейского осетра
- 104 Gaidenok N.D., Kirichenko O.I., Perezhidin A.I.** Demography, taxonomy, genetics model of the Yenisei sturgeon – 20 years later.
Part 2. Morphometric polymorphism

АКВАКУЛЬТУРА

- Подушка С.Б.** Оперативное мечение осетровых маточного стада
- 116 Podushka S.B.** Operative tagging of sturgeon brood stock
- Зинченко А.А., Шиндавина Н.И.** Результаты оценки реверсивных самцов радужной форели по активности и оплодотворяющей способности сперматозоидов при разных сроках хранения спермы
- 120 Zinchenko A. A., Shindavina N.I.** The results of the evaluation of male reversible rainbow trout males by the activity and fertilizing ability of spermatozoa at different periods of sperm storage

ТЕХНИКА РЫБОЛОВСТВА И ФЛОТ

- Храпов В.Е., Турчанинова Т.В.** Техническое обслуживание и ремонт судов рыбопромыслового флота: проблемы и перспективы
- 126 Khrapov V.E., Turchaninova T.V.** Maintenance and repair of fishing fleet vessels: problems and prospects
- Осипов Е.В.** Методика выбора канатов для использования в качестве урезков на донном неводном (снюрреводном) промысле
- 136 Osipov E.V.** Justification of rope parameters for use as edges in bottom seine fishing (Danish seine)

ТЕХНОЛОГИЯ

- Васюкова А.Т., Кусова И.У., Быстров Д.И.** Ассортимент рыбных полуфабрикатов, упакованных в вакуум и обработанных Sous vide
- 141 Vasyukova A.T., Kusova I.U., Bystrov D.I.** Assortment of semi-finished fish products packed in Vacuum and processed Sous vide
- Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д., Попов Д.А., Корабельникова О.В., Коваленко В.Н.** Оптимизированная технология крупномасштабной криоконсервации спермы осетровых рыб
- 147 Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D., Popov D.A., Korabelnikova O.V., Kovalenko V.N.** Optimized technology of large-scale cryopreservation of sturgeon sperm

AQUACULTURE

- 116 Podushka S.B.** Operative tagging of sturgeon brood stock
- 120 Zinchenko A. A., Shindavina N.I.** The results of the evaluation of male reversible rainbow trout males by the activity and fertilizing ability of spermatozoa at different periods of sperm storage

FISHING EQUIPMENT AND FLEET

- 126 Khrapov V.E., Turchaninova T.V.** Maintenance and repair of fishing fleet vessels: problems and prospects
- 136 Osipov E.V.** Justification of rope parameters for use as edges in bottom seine fishing (Danish seine)

TECHNOLOGY

- 141 Vasyukova A.T., Kusova I.U., Bystrov D.I.** Assortment of semi-finished fish products packed in Vacuum and processed Sous vide
- 147 Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D., Popov D.A., Korabelnikova O.V., Kovalenko V.N.** Optimized technology of large-scale cryopreservation of sturgeon sperm

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.

ВЫЕЗДНАЯ КОЛЛЕГИЯ «ВНИРО» В ВОЛГОГРАДЕ

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-8-10>

EDN: QJZZXS

Аверкиев Антон Викторович – директор департамента информации и печати
E-mail: averkiev@vniro.ru

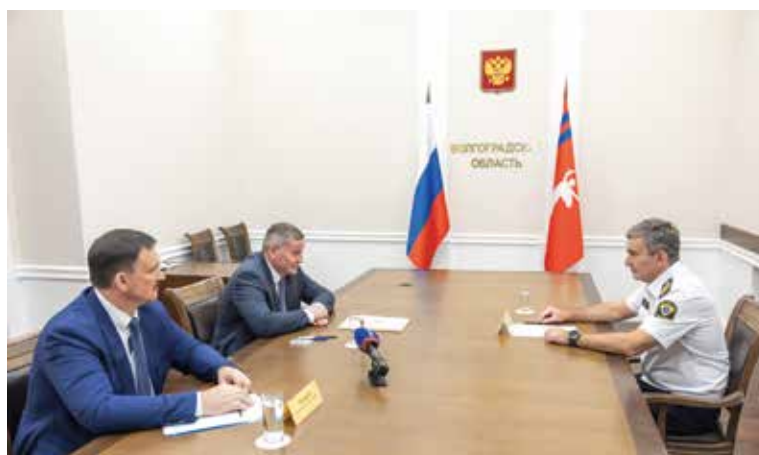
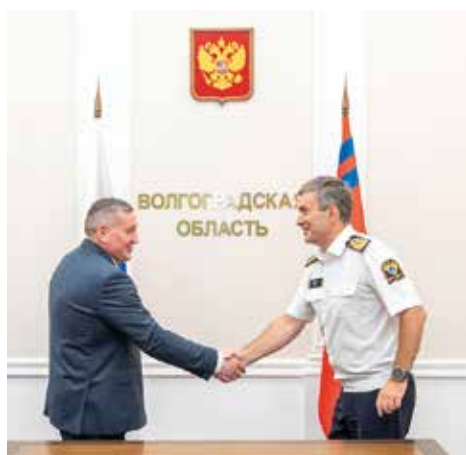
Адрес: Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» – Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

VNIRO VISITING BOARD IN VOLGOGRAD

Anton Averkiev – Director of the Information and Press Department

Address: State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – Russia, 105187, Moscow, Okružnyy proezd, 19

Автор фотоматериалов: **И.Б. Глазков**, пресс-служба ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО»



27-29 мая в Волгограде состоялась выездная коллегия Государственного научного центра Российской Федерации «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО).

Место проведения коллегии было выбрано не случайно. Волгоград – это город символ, город-герой. Именно на берегу Волги советские войска переломили ход войны и начали освобождение захваченных городов и деревень, изгнание немецко-фашистских захватчиков с территории Советского Союза. Именно в Сталинграде итог противостояния был определен и стал важным шагом на тяжелом пути окончания Великой Отечественной войны.

Целый ряд мероприятий, сопутствующих коллегии ВНИРО, был приурочен к празднованию 80-летия Великой Победы.

27 мая заместитель директора – руководи-



тель Тихоокеанского филиала Алексей Байталюк, руководитель Сахалинского филиала Николай Колпаков и заместитель руководителя Волгоградского филиала Николай Куценко по-

сетили Братскую могилу в с. Садки Волгоградской области, где возложили цветы в память о героях, павших в ходе Сталинградской битвы. Здесь, в братской могиле, похоронен ихтиолог, один из первых сотрудников Тихоокеанской научно-промысловой станции (ТОНС) Дмитрий Иванович Охрямкин, умерший от ран, полученных в битве за Сталинград, в 1942 году. Настоящий патриот, Д.И. Охрямкин ушел добровольцем на фронт, хотя имел бронь по здоровью. Сотрудники ВНИРО бережно хранят память о героях войны. На братской могиле состоялось возложение цветов в память о всех героях войны, отдавших свою жизнь в борьбе за свободу нашей Родины.

28 мая в Речном порту Волгограда участники выездной коллегии ВНИРО вместе с руководством региона, учащимися местных вузов и гостями города в торжественной обстановке присвоили имя героя войны, участника Сталинградской битвы и руководителя Волгоградского рыбохозяйственного научного института Василия Васильевича Васильева научно-исследовательскому судну Средневолжского филиала.

Заместитель директора ВНИРО Павел Багимов сказал, что присваивать имена людей, внесших большой вклад в развитие рыбохозяйственной науки, стало доброй традицией. Строятся новые суда океанского класса «Профессор Анатолий Елизаров» и «Профессор Пётр Моисеев», спущено на воду новое научное судно для работы на Байкале – «Викентий Зайцев». Теперь и судно, осуществляющее исследования на Средней Волге, получило имя ученого, организатора и героя Великой Отечественной войны Василия Васильева.

Заместитель губернатора Василий Иванов подчеркнул, что увековечение памяти фронтовиков имеет огромное значение для сохранения исторической памяти о Великой Победе, людях, которые победили орды захватчиков.

29 мая участники выездной Коллегии ВНИРО, во главе с директором, доктором экономических наук Кириллом Колончиным и заместителем губернатора Волгоградской области Василием Ивановым возложили цветы к памятнику-ансамблю «Героям Сталинградской битвы» на Мамаевом кургане. Директор ВНИРО оставил запись в Книге гостей: «Вечная память погибшим бойцам. Вечная память Великому народу!».

После возложения цветов директор ВНИРО Кирилл Колончин провел встречу с губернатором Волгоградской области Андреем Бочаровым, на которой обсудил реализацию научно-практических задач, связанных с сохранением, воспроизводством и рациональ-



СПРАВКА

Васильев Василий Васильевич родился в деревне Фомино Кудеверского района, Ленинградской области.

В 1940 г. после окончания средней школы был призван в армию. Участник Великой Отечественной войны. На фронтах находился с октября 1942 г. по 9 мая 1945 г., пройдя путь от курсанта учебной роты до командира артиллерийского дивизиона.

С 1946 по 1951 годы был студентом Астраханского технического института рыбной промышленности и хозяйства, где по окончании обучения ему была присвоена квалификация инженера-технолога.

С 1964 по 1982 год В.В. Васильев возглавлял Волгоградское отделение ГосНИОРХ, уделяя особое внимание внедрению научных разработок в рыбную промышленность. Обладая выдающимися организаторскими способностями и профессиональной компетентностью, умело выстроил работу института. Под его руководством коллектив выполнял планы научно-исследовательских работ с высоким качеством.

За высокие показатели и успехи в производственной деятельности награжден знаком «Отличник рыбной промышленности СССР». Награжден медалью «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В.И. Ленина» и другими юбилейными медалями, а также – Почетной грамотой Минрыбхоза РСФСР.

ным использованием биологических ресурсов Волжского бассейна. В присутствии губернатора, Кирилл Колончин и Василий Иванов подписали соглашение о сотрудничестве между администрацией Волгоградской области и ГНЦ РФ «ВНИРО», направленное на сохранение и обводнение Волго-Ахтубинской поймы – одного из крупнейших биосферных заповедников нашей страны.

В тот же день, 29 мая, на площадке Волгоградского государственного аграрного университета, под председательством директора ВНИРО Кирилла Колончина с участием заместителя губернатора Василия Иванова и ректора ВолГАУ Виталия Цепляева, состоялось заседание Коллегии ВНИРО.



Открывая мероприятие, директор ВНИРО подчеркнул, что именно на заседаниях Коллегии руководство института обсуждает планы на ближайшие годы, задает вектор развития и определяет ключевые направления для научной работы и исследований. Кирилл Колончин подчеркнул важность слаженной работы и комплексного подхода к решению стоящих перед институтом задач, приведя в пример Большую пресноводную экспедицию 2025 года, в которой участвуют три научных судна из Керчи, Астрахани и Волгограда, а также – научные группы сразу нескольких филиалов ВНИРО.

О перспективных оценках ресурсов рыболовства в северной части Тихого океана рассказал заместитель директора – руководитель Тихоокеанского филиала Алексей Байталюк. Он сообщил, что ученые ВНИРО проводят большую работу по научному сопровождению отрасли и занимаются составлением прогнозов на ближайшие годы и десятилетия. Ключевой задачей для науки является обеспечение отрасли точными прогнозами, что позволит ей развиваться поступательно и по нарастающей.

Заместитель директора – руководитель Азово-Черноморского филиала Арсен Мирзоян представил доклад на тему: «Исследования пресноводного комплекса России – новые приоритеты ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО». Аквакультура и наука: текущие проблемы, стимулы развития». В рамках своего доклада Арсен Мирзоян рассказал о мероприятиях по изучению пресноводных водоемов европейской части России – важных перспективных объектах для отрасли и местного населения. Задача ученых, в том числе в рамках Большой пресноводной экспедиции ВНИРО 2025 года, рас-

крыть потенциал и ресурсную базу рек и водоемов самой населенной части нашей страны.

Отдельное внимание было уделено приоритетным направлениям деятельности ВНИРО, как государственного научного центра Российской Федерации, о которых участникам мероприятия рассказал заместитель директора Евгений Усолов. Получение ВНИРО статуса ГНЦ РФ придало отраслевой науке дополнительный стимул для развития и расширения научно-образовательного блока, формирования современного высокотехнологичного и наукоемкого кластера в рыбной отрасли.

Заместитель директора Дмитрий Сеницын отметил важные направления в стратегии цифровой трансформации ВНИРО. Он поделился с участниками Коллегии информацией о происходящих изменениях, модернизации научно-технической базы и разработке комплексных решений в сфере информатизации и внедрении возможностей искусственного интеллекта в научный процесс. Особое внимание Дмитрий Сеницын уделил формированию передового кластера беспилотных летательных аппаратов, которых во ВНИРО уже 50 единиц, и которые решают целый спектр задач, в том числе по сбору информации в труднодоступных регионах во время лососевой путины.

Директор Центра экономических исследований рыбного хозяйства Алексей Колмаков представил доклад «Совместная работа ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» и Росрыболовства в рамках исполнения «дорожной карты», в котором рассказал о реализации мероприятий по повышению продовольственной безопасности Российской Федерации и рекомендациях по повышению потребления рыбной продукции гражданами страны.

Закончилось заседание награждением отраслевыми наградами и благодарностями ВНИРО руководителей филиалов, демонстрирующих высокие показатели в научной деятельности.





Рыбохозяйственная наука в решении вопросов сохранения биоразнообразия, как основы рационального использования водных биологических ресурсов

Обзорная статья
УДК 338.312

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-11-26>
EDN: XJINPM

Колончин Кирилл Викторович – доктор экономических наук, директор Государственного научного центра Российской Федерации ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО), Москва, Россия
E-mail: vniro@vniro.ru

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

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

Аннотация. Статья раскрывает роль и влияние академической науки на развитие рыбохозяйственной отрасли.

Ключевые слова: рыбохозяйственная наука, ВНИРО, водные биологические ресурсы

Для цитирования: Колончин К.В. Рыбохозяйственная наука в решении вопросов сохранения биоразнообразия, как основы рационального использования водных биологических ресурсов // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 11–26. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-11-26>

FISHERIES SCIENCE IN ADDRESSING ISSUES OF BIODIVERSITY CONSERVATION AS THE BASIS FOR THE RATIONAL USE OF AQUATIC BIOLOGICAL RESOURCES

Kirill V. Kolonchin – Doctor of Economics, Director of the State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)

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

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

Annotation. The article reveals the role and influence of academic science on the development of the fisheries industry.

Keywords: fisheries science, VNIRO, aquatic biological resources

For citation: Kolonchin K.V. (2025). Fisheries science in addressing issues of biodiversity conservation as the basis for the rational use of aquatic biological resources. // Fisheries. No. 3. Pp. 11–26.
<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-11-26>

Рисунки – авторские / The drawings were made by the author

Сохранение биологического разнообразия в современном мире стоит в числе ключевых приоритетов мирового сообщества, определяя долгосрочные тренды сохранения природных экосистем, окружающей среды в различных акваториях и среды обитания ихтиофауны.

Решение данной проблемы было рассмотрено 5 июня 1992 года в Рио-де-Жанейро на Всемирной конференции глав государств ООН по окружающей среде и развитию, где была принята Конвенция о биологическом разнообразии, срок ратификации которой вступил в силу 29 декабря 1993 год. Россия присоединилась к ней в 1995 году. Конвенция рассматривает биоразнообразие на всех уровнях – на уровне экосистем, видов и генетических ресурсов.

Решение этой сложнейшей задачи возможно только на основе достижений современной науки, проведения научных экспедиций для определения состояния среды обитания различных видов ихтиофауны, разработки национальных стратегий и программ сохранения и использования биологического разнообразия.

Рыбохозяйственный комплекс – важнейший сектор народного хозяйства России, призванный обеспечивать население страны рыбой и морепродуктами для здорового питания и жизненного долголетия. Рыбная отрасль обеспечивает продовольственную безопасность и относится к секторам экономики, имеющим большое значение для обеспечения социальной стабильности в прибрежных субъектах Российской Федерации, где предприятия рыбной промышленности являются градо- и поселкообразующими, определяя со-

циальную политику значительной части данных территорий.

Снабжение населения разнообразными пищевыми продуктами – ключевая задача любого государства, независимо от общественного строя и уровня социально-экономического развития. Это связано с тем, что пищевая продукция – одна из составляющих общественных благ, без которой невозможно представить само существование общества.

Современный мир вступил в новую эпоху социально-экологического контекста. К уже устоявшимся вызовам планетарного масштаба – климатическим изменениям, загрязнению естественных экосистем и сокращению биоразнообразия, росту народонаселения добавляются новые явления, связанные с инновационными процессами, включая искусственный интеллект [1].

Техногенная цивилизация современного мира в своём развитии не знает пределов. Она развивается всё быстрее и быстрее, поглощая всё большее количество ресурсов, что влечёт за собой неизбежное столкновение этой цивилизации с природой, истощение природных ресурсов и экологическую катастрофу. Поэтому неважно на каких принципах развивается экономика – на частном или общественном производстве, в конечном своём пункте они имеют один и тот же обрыв – экологическую катастрофу [2].

С учетом всех этих тенденций, ведущие ученые приходят к выводу, что глобальная мировая система оказывается в состоянии неизбежного ресурсного дефицита и социоприродной деградации. Неконтролируемый процесс роста



Рисунок 1. Суда научно-исследовательского флота
Figure. Vessels of the scientific research fleet

потребления всех видов ресурсов необходимо остановить, а глобальную систему привести в состояние устойчивого социального, экономического и экологического равновесия – это тот императив, который должен стать во главу политики, проводимой всеми индустриально развитыми странами.

Происходящие глобальные изменения оказывают негативное воздействие и на функционирование рыбохозяйственного комплекса. В результате, под реальной угрозой оказывается выживание традиционных видов морской фауны и флоры, сокращается биоразнообразие океанических объектов, ухудшается среда обитания гидробионтов, и это находит свое отражение на состоянии промысловых запасов водных биологических ресурсов.

С начала прошлого века население выросло пятикратно, а вылов рыбы увеличился в тридцать пять раз [8].

Сегодня не является большим секретом то обстоятельство, что идет жесткая борьба за доступ к водным биоресурсам. Россия, как никакая другая страна, располагает огромным запасом ВБР, но это вовсе не означает, что можно пренебрежительно относиться к своим национальным богатствам. Обеспечение пищевой продукцией будущих поколений остается ключевым приоритетом политики, проводимой нашим государством.

Российская рыбная промышленность за последние десять лет, работая в сложных геополитических условиях, введенных разного рода западных санкций, законодательными изменениями пережила серьезную трансформацию и добилась хороших результатов по всем направлениям своей деятельности. В настоящее время объемы вылова и производимой рыбной продукции обеспечили потребности внутреннего рынка и расширили экспортные поставки на мировые продовольственные рынки.

Сегодня в отрасли активно идет модернизация технико-технологической базы за счет применения механизма квот для инвестиционных целей на строительство рыбоперерабатывающих заводов, современных рыбопромысловых судов. В рамках второго этапа программы квот на инвестиционные цели предусматривается создание портовой инфраструктуры, строительство транспортных рефрижераторов. Хорошую динамику показывает развитие аквакультуры, активно идет строительство новых комплексов, в том числе для нужд аквакультурных хозяйств, получение рыбопосадочного материала и производство кормов. Расширяются площади для аквакультурных хозяйств.

Претворение в жизнь намеченных программных документов будет определять будущий облик рыбохозяйственного комплекса России.

Во всем большом комплексе работ, проделанных рыбной отраслью и достигнутых высоких результатах, огромная роль принадлежит отраслевой науке во главе в ГНЦ ФГБНУ «ВНИРО» – уникальным базовым научным учреждением рыбохозяйственной отрасли России, который по праву считается институтом мирового масштаба.

ВНИРО имеет длинную, интересную и богатую историю. Начало свое институт ведет с 1881 года, когда было учреждено Российское общество рыбоводства и рыболовства. Именно с этого года рыбохозяйственная наука перестала быть уделом энтузиастов-одиночек и получила всестороннюю государственную

поддержку. Перед Обществом был определен круг задач, в том числе – и изучение рыб и других представителей водной фауны, а также их образа жизни и зависимости от внешних условий; распространение в России научных и практических сведений о рыбах, рыбоводстве, рыболовстве, морских и речных промыслах; разработка правил рыболовства на основании научных данных; изыскание средств для увеличения рыбного богатства в бассейнах России; проведение акклиматизации наиболее выгодных в промышленном отношении рыб.

До 1916 года членом Общества были выполнены сотни научных изысканий и экспедиций во всех рыбохозяйственных бассейнах России. Регулярно проводились публичные мероприятия, привлекавшие большое внимание общественности. По их итогам публиковались научные труды и статьи в периодической прессе.

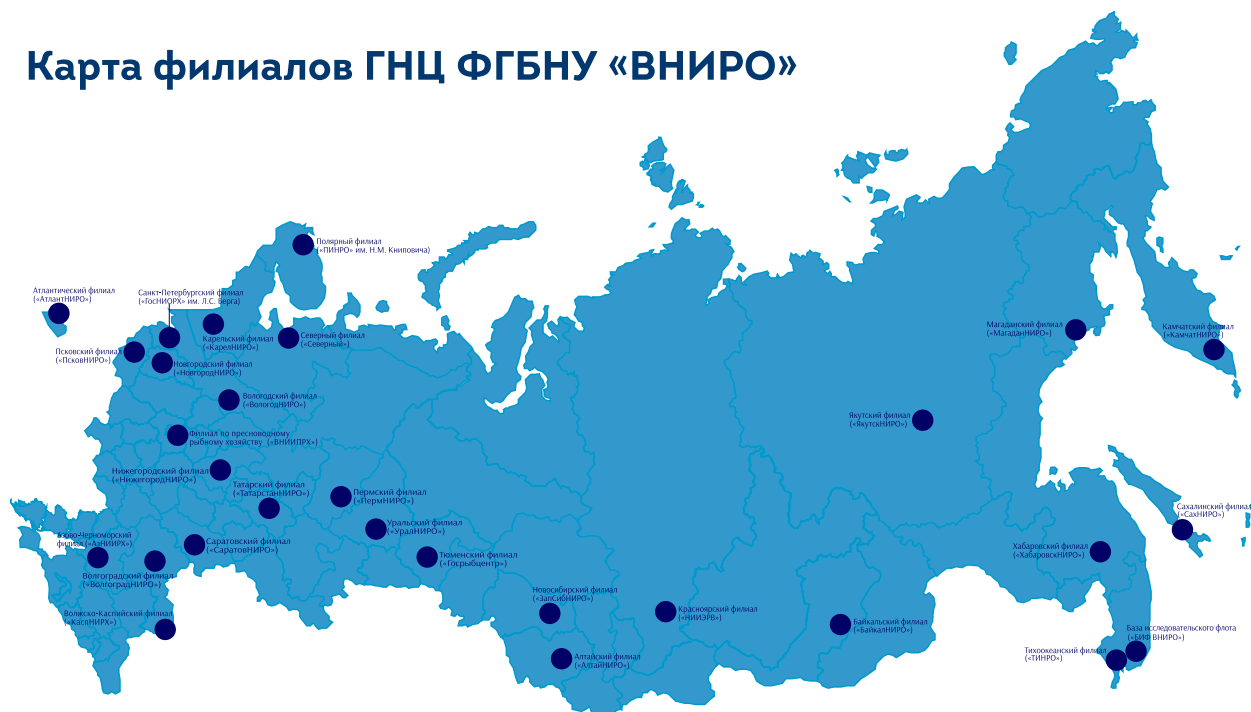
В 1920 году на базе Главрыбы было создано Научрыббюро, в котором начали трудиться бывшие члены Российского общества рыбоводства и рыболовства. Печатным органом ученых советской рыбохозяйственной науки стал журнал «Рыбное хозяйство», который продолжил дело журнала «Вестник рыбопромышленности», издаваемого Обществом с 1882 года.

В 1922 году в Москве, на базе Научрыббюро, был создан Институт рыбного хозяйства. К 1930 году Институт включал в себя 16 филиалов.

В 1933 году приказом Наркомснаба СССР Всероссийский институт рыбного хозяйства



Карта филиалов ГНЦ ФГБНУ «ВНИРО»





был объединен с Государственным океанографическим институтом (ГОИН). Результатом объединения стало создание Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии. Идея создания такого комплексного и многопрофильного научного учреждения была призвана разработать научные основы рационального вылова промысловых объектов и их промышленной переработки.

Подготовка кадров высшей квалификации составляет важнейший компонент формирования кадрового потенциала института. Эти задачи успешно решает аспирантура, где молодые специалисты имеют возможность получать профессиональное и личностное развитие, возможность самостоятельно вести исследовательскую работу. В центральном институте и его филиалах более половины научных сотрудников имеют ученые степени и ученые звания. В 2024 году во ВНИРО вели научные исследования 88 докторов наук, 535 кандидатов наук, 29 профессоров и 82 доцента.

Гордость и славу ВНИРО обеспечили выдающиеся ученые, работавшие в разное время в научно-исследовательских институтах нашей огромной страны. Среди плеяды организаторов рыбохозяйственной науки были такие видные ученые, как Ф.И. Баранов, А.Н. Державин, Н.М. Книпович, Ю.Ю. Марти, И.И. Месяцев, Г.К. Ижевский, Т.С. Расс, П.А. Моисеев, А.А. Елизаров, С.А. Студенецкий, В.К. Виноградов, А.М. Багров, Н.П. Новиков, В.П. Шунтов [9].

В 2023 году ВНИРО стал одним из организаторов проекта Министерства науки и высшего

образования Российской Федерации «Плавучий университет», который помогает студентам применить полученные знания в практических, полевых условиях и сделать первые шаги в науке.

В настоящее время институт проводит комплексные научные исследования состояния и среды обитания водных биологических ресурсов во всех рыбохозяйственных бассейнах страны и в Мировом океане. На основе проводимых научных исследований, разрабатывается научно обоснованный прогноз добычи водных биоресурсов и устанавливаются общие допустимые уловы (ОДУ), рекомендованный вылов (РВ) и прогнозируемый вылов (ПВ) в водах российской юрисдикции, а – также государственные меры регулирования и ограничения вылова, устанавливаемые правилами рыболовства [3].

Ключевым приоритетом работы института, по всем направлениям проводимых научных исследований, является научное обоснование системы государственного управления водными биологическими ресурсами и их рационального использования.

Стратегией развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации до 2030 года определена роль и значение рыбохозяйственной науки для устойчивого развития отрасли. Новые геополитические и социо-экономические реалии современного развития продовольственного комплекса России требуют иных подходов к оценке ресурсов и устойчивости функционирования всей этой сложной и многоуровневой системы, обеспечивающей продовольственную и национальную безопасность страны.

С учетом изменившихся условий, для усиления координации работы научных организаций, в 2019 году в состав ВНИРО вошли 29 филиалов, расположенных во всех рыбохозяйственных бассейнах России. В рамках единого института оптимизированы административно-управленческие функции, сформирована единая структура, приняты меры по повышению эффективности использования имущества и материально-технических ресурсов учреждения, что позволяет проводить комплексные научно-исследовательские работы и эффективно использовать бюджетные средства на проведение научных изысканий.

Решение о включении всех отраслевых НИИ в единую систему Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии было сложным, но сейчас мы видим, что данное решение было правильным. Отраслевая наука окрепла, как с точки зрения материальной базы, так и с точки зрения возможностей для разработок. В условиях единой структуры работать стало гораздо проще. Весь комплекс вопросов координируется из центра для принятия обоснованных научных решений, нет непродуктивной конкуренции между отдельными подразделениями. Материально-техническая база ВНИРО значительно обновилась. Проведенные ремонт и модернизация судов обеспечили выполнение государственных заданий только с применением собственных научных судов. В 2024 году было проведено 830 научных экспедиций во всех бассейнах страны.

В целях создания благоприятных условий для достижения целей научно-технологического развития, разработки и практического применения инновационных технологий, Указом Президента РФ от 12 августа 2022 г. № 546 «О государственных научных центрах Российской Федерации» установлен статус Государственного научного центра Российской Федера-

ции. Он присваивается научной организации, которая имеет уникальную научную установку или центр коллективного пользования научным оборудованием и уникальное опытно-экспериментальное оборудование, располагает высококвалифицированными научными работниками и специалистами, а его научная и научно-техническая деятельность получила международное признание. В качестве ключевых приоритетов работы государственных научных центров установлено активное участие в разработке современных технологий полного цикла, направленных на ускорение научно-технологического развития, трансфер технологий в реальный сектор экономики, подготовка научных и инженерных кадров.

Распоряжением Правительства Российской Федерации от 3 мая 2024 года № 1091-р статус государственного научного центра присвоен бюджетному учреждению «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии». В рамках реализации этого распоряжения институтом разработана Программа развития центра на 2024-2026 годы. Это знаковое событие в жизни института, ко многому обязывающее ученых и специалистов, ведь их научная работа во многом определяет рациональное использование всех видов гидробионтов, сохранение биоразнообразия и обеспечение будущих поколений рыбой и морепродуктами.

Важнейшим императивом современного развития экономики России является обеспечение технологического суверенитета. Решение этой задачи в полной мере касается и рыбной отрасли. Технологический суверенитет может быть обеспечен при решении в установленные сроки следующих ключевых задач:

- преодоление различного рода санкций недружественных стран;
- способность производить необходимые объемы продукции с использованием отечественных ресурсов;
- применение собственных научных разработок и безотходных технологий полного цикла;
- возможность проводить государственную политику, отвечающую национальным интересам России.

Установленные сроки следует рассматривать с учетом принятых государственных программных документов, достижения целей обеспечения технологического суверенитета с горизонтом 2030-2036 годы. Эти сроки вполне реальны, с учетом имеющегося научно-технологического потенциала и ресурсного обеспечения. В сложном, нестабильном и непредсказуемом мире рассматривать иные горизонты достижения целей технологического



суверенитета не допустимо, это связано с обеспечением безопасности страны для достижения национальных целей развития.

Этих горизонтов в вопросах развития рыбохозяйственной науки, по основным направлениям проводимых исследований, придерживаемся и мы.

На пути достижения технологического суверенитета предстоит решать широкий круг проблем. Вызовы настоящего времени – климатические, ресурсные, экологические, диктуют необходимость решать предстоящие задачи и искать новые механизмы их реализации с опорой на инновационные технологические достижения. Все эти вопросы отражены в перечне поручений по реализации Послания Президента Российской Федерации Федеральному Собранию Российской Федерации от 29 февраля 2024 года. И хотя поручения президента рассматривают все аспекты развития национальной экономики и социальной сферы, многие из них напрямую относятся и к развитию продовольственного комплекса:

- увеличение к 2030 году объема производства продукции агропромышленного комплекса не менее чем на 25 процентов, экспорта продукции – не менее чем в 1,5 раза, по сравнению с 2021 годом;
- увеличение к 2030 году доли отечественных высокотехнологичных товаров и услуг, созданных на основе собственных линий разработки, в общем объеме потребления таких товаров и услуг в Российской Федерации – в 1,5 раза по сравнению с 2023 годом.

Стоит подчеркнуть, что, в качестве главного приоритета, перед исследователями ставятся проблемы, связанные со здравоохранением и биотехнологиями, именно эти направления станут ключевыми при формировании VI технологического уклада.

Для рыбохозяйственной науки достижение технологического суверенитета означает научное сопровождение работы организаций рыбохозяйственного комплекса с целью обеспечения независимости рыбной отрасли от разного рода санкций, способность производить необходимые объемы продукции, с использованием отечественных ресурсов и собственных научных разработок и технологий, возможность проводить политику, отвечающую национальным интересам России. На рисунке 2 представлены основные направления обеспечения технологического суверенитета.

Основные направления обеспечения технологического суверенитета мы видим в разработке и внедрении в промышленность трех блоков вопросов устойчивого развития рыбной промышленности, включающих технологиче-



ские инновации, технические средства обеспечения добычи и переработки рыбы, подготовку высококвалифицированных кадров.

Проведение научных экспедиций в различных акваториях, для сбора и обработки полученной информации о состоянии среды обитания и состояния ихтиофауны, оценки запасов водных биологических ресурсов требует наличия современного научно-исследовательского флота. Сегодня ВНИРО имеет научно-исследовательский флот, оснащенный современными лабораториями и экспериментальными рыболовными комплексами, в которых работают опытные ученые и высококвалифицированные специалисты. Новые суда строятся на Адмиралтейских верфях.

Научные исследования ВНИРО имеют большое прикладное значение и охватывают вопросы создания и развития научных основ рыбохозяйственной деятельности, охраны, рационального использования, изучения, сохранения, воспроизводства водных биоресурсов и среды их обитания на основе научных прогнозов, развития аквакультуры, международной деятельности.

Разработка прогнозов добычи водных биоресурсов – задача сложная, обусловленная множеством факторов. Особенность рыболовства и определение запасов ВБР в различных акваториях заключается в пространственной концентрации отдельных видов рыб и их большая подвижность, пути миграции которых определяются наличием кормовой базы и состоянием среды обитания. Сроки проведения путины также учитываются при разработке прогнозов.

Разрабатываемые институтом, научные прогнозы вылова и рекомендации по допустимой добыче водных биоресурсов обеспечивают нашей стране возможность ежегодно вылавливать более 5,3 млн тонн различных видов морепродуктов [4].

Наглядным примером достоверности разрабатываемых прогнозов может служить информирование рыбаков о восстановлении запасов дальневосточной сардины. На основании материалов мониторинга водных биологических ресурсов и среды их обитания, прикладных научно-исследовательских работ, в 2014-2015 гг. рыбохозяйственной наукой было сделано заключение об ожидаемом восстановлении запасов дальневосточной сардины (иваси) в тихоокеанских водах Курильских островов. Согласно рекомендациям рыбохозяйственной науки, российские рыбаки с 2016 г. приступили к экс-

периментальному промыслу сардины и скумбрии в исключительной экономической зоне России. Результаты оказались весьма успешными: вылов сардины увеличился с 6,7 тыс. тонн в 2016 году до 222,1-308,7 тыс. тонн в 2020-2022 гг., а в 2024 году достиг рекордного уровня за последние 30 лет – 575 тыс. тонн.

Аналогичный пример – открытие нового района промысла минтая в Чукотском море, в 2022-2023 гг. уловы достигли 20 тыс. тонн. Кроме этого, в море Лаптевых отмечены промысловые скопления сайки, запасы которой в придонном слое оцениваются на уровне 200 тыс. тонн, а также обнаружены скопления черного палтуса.

В целях сохранения арктических экосистем и более полного использования ресурсного и воспроизводительного потенциала водных объектов региона продолжается работа по мониторингу прибрежий и эстуарных зон, где сосредоточены значительные ресурсы: лососевые, сиговые и другие полупроходные и проходные рыбы.

Систематические морские ресурсные исследования тихоокеанских лососей и внедрение новых схем учетов, обработки данных, в том числе – различные типы дифференциаций региональных стад лососей в смешанных морских уловах и использование генетических маркеров, а также изотопных методов исследования физиологии лососей дают возможность прогноза выживаемости поколений в ходе зи-



Рисунок 2. Основные направления обеспечения технологического суверенитета

Figure 2. The main directions of ensuring technological sovereignty

мовки, повышая точность промыслового прогнозирования.

Таким образом, разработана, внедрена и успешно применяется уникальная, практически не дающая сбоев система прогнозирования подходов, основанная на проведении систематических съемок по учету мигрирующей в океан молоди и предпутинных съемок по учету возвращающихся взрослых рыб.

За рассматриваемый период отечественный промысел тихоокеанских лососей продемонстрировал несколько высочайших пиков вылова: 609,6 тыс. тонн – в 2023 году, 538,9 тыс. тонн – в 2021 году и 678,6 тыс. тонн – в 2018 году, 2024 году – 238 тыс. тонн, однако с 2024 года наметилась тенденция на снижение.

Специфика и научные направления, проводимых исследований в целях сохранения и рационального использования водных биоресурсов, возможна только при широком участии рыбодобывающих стран. Международное сотрудничество имеет широкую географию, Россия является участником многих международных организаций, регулирующих добычу водных биологических ресурсов в различных акваториях, и это сотрудничество оказывает существенное влияние на видовой состав добываемых гидробионтов, их объемы и, в конечном счете, на ценовую конъюнктуру рынка рыбной продукции. Сегодня ВНИРО представляет интересы Российской Федерации в 14 двухсторонних комиссиях по рыбному хозяйству, различных международных организациях и региональных рыбохозяйственных организациях.

Институт тесно сотрудничает с Русским географическим обществом, которое было основано по высочайшему повелению Николая I в 1845 году. За последнее время, совместно с этой общественной организацией, было проведено девять совместных экспедиций, география которых довольно обширна. Долгосрочная комплексная экспедиция на острова Курильской гряды «Восточный Бастион-Курильская гряда» и комплексная экспедиция на архипелаг Новая Земля, архипелаг Франца Иосифа позволяют не только проводить научные исследования по вопросам рыбохозяйственной науки, но есть и не менее важный аспект этой работы – популяризация науки и привлечения внимания наших граждан к изучению родной земли, кто готов помогать сохранению её природных богатств.

В рамках научно-технологического развития, Институт выступает в качестве ведущей организации при реализации таких программных документов как «Наука о жизни», «Рациональное природопользование», а также – участвует в реализации Стратегии на-



учно-технологического развития Российской Федерации, утвержденной Указом Президента РФ №145 от 28 февраля 2024 года.

Не менее впечатляющий прогресс ожидает нас и в авиакосмических средствах исследования водных объектов. Из космоса мониторинг акваторий морей и океанов, а также внутренних водных объектов будут вести метеорологические спутники, в режиме реального времени собирающие информацию о температуре, солености, содержании хлорофилла и других параметрах водной среды.

Широкое применение в рыбохозяйственных исследованиях будут иметь дроны вертолетного и самолетного типа. Оснащенные камерами высокого разрешения в оптическом и инфракрасном диапазонах, компьютерными «мозгами» с элементами искусственного интеллекта и машинным зрением, эти дроны смогут работать в режиме роя, осуществляя быстрое сканирование обширных акваторий. У таких беспилотных летательных аппаратов в рыбохозяйственных исследованиях большое будущее. Они эффективны для авиаучетов численности тихоокеанских лососей в нерестовых реках, сельди в прибрежной зоне, морских млекопитающих на больших акваториях, для картирования подводных ландшафтов в прибрежной зоне и оперативного мониторинга любительского рыболовства во внутренних водоемах.

Для России – одной из ведущих рыбодобывающих стран, обеспечивающей внутренний рынок и поставляющей большие объемы продукции на экспорт, основой укрепления продовольственной безопасности становится задача рационального использования имеющихся биоресурсов и внедрение технологий глубокой переработки, что будет решать задачи стабильности ценовой конъюнктуры внутреннего рынка, а также реализовывать свой экспортный потенциал [5].

Начавшаяся четвертая техническая революция, с внедрением цифровых платформ и технологий, становится частью указанных новых направлений развития отраслей рыбохозяйственного комплекса, где должны найти широкое применение биотехнологии при промышленной переработке исходного сырья на всех этапах технологического процесса, использование современных материалов и источников энергии.

Выпуск продукции нового пищевого статуса связан с разработкой технологий по всему спектру пищевой продукции, ряд технологий для производства перспективных видов продукции разработан, для других необходимо проведение научных исследований для создания безотходных технологий полного замкнутого цикла. Но, несмотря на определенный научный задел, многие из действующих и разработанных технологий нуждаются в доработке, в соответствии с требованиями нутрициологии и медицины. Здесь также необходимо отметить, что технологии продукции нового пищевого статуса намного сложнее традиционных технологий, требуют для внедрения более современного технологического оборудования с точной дозировкой применяемых ингредиентов. При стремительном изменении современного мира, с разработкой и внедрением инноваций, технологии на базе цифровых платформ, внедряемые в производство, несомненно, окажут серьезное влияние на рынок труда, а сектора с высокотехнологичными процессами производства потребуют иного вида специалистов, чем сегодня, но и уровень заработной платы для этой категории специалистов будет несоизмеримо выше остальных. Поэтому новые технологии будут порождать, для определенного круга специалистов, существенные выгоды, для остальных малоквалифицированных кадров – потери.



Поэтому, вне зависимости от возможного ослабления санкций, которые когда-то возможно будут отменены, стратегические ориентиры будущего развития рыбохозяйственного комплекса и отраслей промышленности его обслуживающих, должны выстраиваться с опорой на отечественный научно-технологический и кадровый потенциал, способный решать все стоящие вопросы по обеспечению продовольственной безопасности страны. Именно такое построение данного императива должно стать основной доминантой в новой парадигме развития рыбохозяйственного комплекса. Она должна базироваться на современных нормативно правовых актах государственных институтов развития, исходить из их основополагающего положения о сложной и многоуровневой системе рыбной отрасли, как важнейшего звена в обеспечении национальной безопасности, которая нуждается в государственной поддержке.

Все вышесказанное о приоритетах развития рыбохозяйственного комплекса для обеспечения национальных интересов по обеспечению продовольственной безопасности России нашло отражение в дискуссиях, которые рассматривались на полях VII глобального рыбного форума, прошедшего в Санкт-Петербурге 17-19 сентября 2024 года.

К числу основных приоритетов отнесено решение задач по повышению экономической эффективности работы всех секторов рыбной отрасли, снижение издержек производства за счет инновационных технологий глубокой переработки исходного сырья, создание современных логистических систем, способных обеспечить ценовую стабильность на рынке рыбной продукции. Ставится задача по расширению проведения научных исследований промысла, как в территориальных водах России, так и за пределами 200-х мильной зоны, в Арктике, Антарктике, продолжение исследований в пресноводных водоемах. Неиспользованные в настоящее время ресурсы в развитии отрасли касаются добычи криля и морских водорослей, решение данного вопроса находится только на первой стадии и предстоит провести широкий круг научных исследований по этой проблеме, чтобы данное направление целенаправленно вписывалось в рост экономики рыбной отрасли.

Возрастание роли науки связано с необходимостью разработки прогнозов состояния водных биоресурсов, сохранения природных экосистем, строительстве современных научно-исследовательских судов, способных работать во всех акваториях Мирового океана. Сбережение и восстановление запасов водных биоресурсов – это стратегический ориентир

проведения научных исследований. Борьба с ННН-промыслом остается государственным приоритетом для сохранения запасов водных биологических ресурсов.

Особая тема, с которой связан рост экономики всего рыбохозяйственного комплекса на среднесрочную перспективу, это развитие аквакультуры, динамика развития этого сектора за последние годы набирает хорошие обороты с ежегодным ростом 10-12 процентов.

Мировые тенденции показывают бурный рост продукции аквакультуры. Так в 2022 году в мире был произведен рекордный объем, который достиг уровня 223,2 млн тонн, включая 185,4 млн тонн водных биоресурсов без учета водорослей и 37,8 млн тонн водорослей. Тенденции последних лет показывают, что продукция аквакультуры уже опередила продукцию промышленного рыболовства. Так, на продукцию аквакультуры уже приходится 94,4 млн тонн (51%), продукция промышленного рыболовства составила 91,0 млн тонн (49%).

Аквакультура – надежный и управляемый источник получения качественной рыбной продукции, компонент для получения фармакологической промышленности. И хотя доля аквакультуры сегодня не превышает 5% от производства продукции из водных биоресурсов, климатические условия России и водный фонд позволяют развивать все направления аквакультуры [7].

Сегодня выстраивается необходимая структура производства, востребованная рынком и позволяющая иметь хорошие финансовые и экономические результаты производителям аквакультуры. Решение проблем развития аквакультуры требуют создания современных предприятий для производства кормов и посадочного материала, на основе разработки российских технологий с целью импортозамещения в условиях санкций. Для реализации указанных проблем создан хороший научный задел.

Учеными ВНИРО был проделан большой объем научных разработок, их апробация в установленные сроки и внедрение результатов исследований в практику позволили практически за два года решить многие вопросы в области производства аквакультуры.

Ученые ВНИРО стали основоположниками товарного рыбоводства и искусственного воспроизводства, создали признанные научные школы в области технологий разведения и выращивания, акклиматизации объектов аквакультуры, их кормления, лечения, генетики и селекции. На рисунке 3 показаны основные направления производства аквакультуры.

Разработка современных технологий выращивания аквакультуры представлена на рисунке 4. Набор технологий полного цикла включает различные направления деятельности, начиная с выращивания посадочного ма-



Рисунок 3. Основные направления устойчивого развития аквакультуры

Figure 3. Sustainable development of aquaculture is the way to technological sovereignty in the country's fisheries sector



Рисунок 4. Разработка инновационных технологий выращивания товарной аквакультуры

Figure 4. Development of innovative technologies for growing commercial aquaculture

териала и заканчивая производством товарной продукции.

Способствовать повышению динамики развития аквакультуры будут цифровые платформы и внедрение автоматизированных систем управления технологическими процессами на предприятиях, занимающихся производством аквакультуры в замкнутых системах водоснабжения.

В этом вопросе роль науки неоспорима, ведь горизонты планирования добычи и сохранения водных биоресурсов, производство аквакультуры, вопросы экологии решаются учеными ВНИРО. Научные организации определяют географию акваторий по добыче конкретных видов биоресурсов, возможные объемы изъятия тех или иных видов рыб, с учетом взятых международных обязательств в рамках сотрудничества с ведущими рыбодобывающими странами. Использовались новые научные технологии, такие как подводные планеры-глайдеры, собирающие океанографическую и гидроакустическую информацию на участках, не охваченных судовой съемкой, анализ «экологической», то есть собранной в водной среде свободной ДНК, и идентификация района происхождения лососей по их генетическим профилям.

В дальневосточных морях и сопредельных водах Тихого океана сосредоточено три четверти всех водных биоресурсов России. Сы-

рьевая база рыболовства здесь включает около 180 промысловых видов рыб, беспозвоночных и водорослей, составляющих 540 единиц запаса и формирующих более 80% отечественного вылова. Представления о масштабных процессах, происходящих в морских экосистемах, позволяют не только прогнозировать объемы вылова биоресурсов в перспективе, что важно для рыбного хозяйства и экономики страны, но и являются важнейшей частью рационального подхода к их эксплуатации, сохранению биоразнообразия, предупреждению пагубных последствий для уязвимых морских экосистем.

Большая работа проводится институтом в области разработки новых технологий различных направлений. Ввод в эксплуатацию в 2019 году инновационного научно-производственного центра марикультуры на о. Попова – единственного в России, позволил перейти от экспериментов к созданию и внедрению технологий массового культивирования беспозвоночных и водорослей в заводских условиях. За прошедшие годы разработаны, апробированы и введены в производственную практику технологии получения молоди дальневосточного трепанга, приморского гребешка, тихоокеанской устрицы, ламинарии японской.

Усовершенствована технология выращивания товарной устрицы на основе заводского получения молоди, в том числе адаптирован-

ная для Черного моря. Опытная партия молодежи, отправленная на выращивание, предварительно получила хорошие результаты по выживаемости и скорости роста, что позволяет рассчитывать на замещение поставок импортной молодежи этого объекта.

Геополитическое присутствие Российской Федерации в Антарктике диктует необходимость проведения научных исследований в отношении антарктического криля, ресурсы которого – одни из наиболее перспективных для отечественного океанического промысла. Научно-исследовательский рейс СТМ «Атлантида» в Антарктической части Атлантики в 2019-2022 годах, ознаменовал возобновление отечественных комплексных экспедиционных исследований криля, не выполняемых около 20 лет. Акустическая съемка показала, что запасы антарктического криля находятся на хорошем уровне, представляют интерес для промысла, позволила разработать научно-обоснованные рекомендации по эффективному освоению сырьевой базы криля отечественным рыбопромысловым флотом.

Важным направлением ресурсных исследований в 2014-2024 годы было изучение состояния запасов пелагических рыб Северо-Западной Африки. В рамках межправительственных Соглашений между Российской Федерацией и Королевством Марокко ежегодно выполнялись экспедиционные работы по оценке пополнения мелких пелагических рыб, которые составляют основу российского промысла в этом районе. Благодаря выполнению этих работ, удастся сохранить позиции российского рыболовства в одном из наиболее продуктивных районов Мирового океана. В настоящее время сотрудничество с африканскими странами имеет стратегический и долгосрочный характер, перспективность развития сотрудничества, в том числе в области рыболовства, подчеркнута в ходе Саммитов Россия – Африка в 2019 и 2023 годах.

В зоне Королевства Марокко и Исламской Республики Мавритания вылов России массовых пелагических рыб может быть увеличен на 100-150 тыс. тонн в год, т.е. практически удвоен. Для достижения этой цели начато проведение двухлетней экспедиции в 2024-2025 годах в прибрежных водах стран Африки (Марокко, Мавритания, Гвинея-Бисау, Гвинея-Конакри, Сьерра-Леоне, страны Гвинейского залива, Ангола, Эритрея, Мадагаскар, Мозамбик, Маврикий). Экспедиция по такому протяженному маршруту будет иметь также важное значение для укрепления позиций России не только в указанных районах, но и в Мировом океане.

Стратегически важным районом отечественного рыболовства остается Южная часть Тихого океана, где в прошлом столетии отечественными учеными и рыбаками разведаны значительные запасы пелагических рыб в открытых водах за пределами рыболовных зон прибрежных стран. Благодаря научным исследованиям России, удастся сохранять доступ для отечественного рыболовства к богатым ресурсам этого района.

В 2013 году институтом впервые были проведены биохимические исследования краба-стригуна опилю, стихийно вселившегося в Баренцево море, которые позволили оценить перспективу его использования для промышленной переработки, с целью получения хитина, хитозана, ферментных препаратов и комплекса каратиноидов. По результатам ежегодных исследований в Баренцевом море, подтверждено хорошее состояние запасов промысловых беспозвоночных – краба-стригуна опилю, камчатского краба и креветки. В Северном рыбохозяйственном бассейне ежегодно выполнялись совместные российско-норвежские съемки, направленные на оценку запасов основных промысловых видов рыб: трески, пикши, камбал, зубаток, сельди и окуней [10].

Балтийское море относится к числу важных в рыбопромысловом отношении бассейнов. Поскольку рыболовство занимает значительное место среди других морских отраслей прибалтийских государств, решение вопросов сохранения природной среды и живых ресурсов, глубокого изучения процессов функционирования экосистемы лежит в основе использования биоресурсов Балтийского моря.

Регулярные отечественные исследования Куршского и Вислинского (Калининградского) заливов Балтийского моря начались с февраля 1957 года. При этом первостепенной являлась разработка биологически обоснованных мер регулирования рыболовства, направленных на восстановление запасов ценных биоресурсов и их рациональное использование. Эта задача



остаётся основным в деятельности института и в текущий момент.

Общий среднегодовой вылов рыбы в Балтийском море составляет порядка 0,7 млн тонн. Активная позиция России по международному сотрудничеству в области исследований рыбного промысла в Балтийском море, несмотря на ограниченность общей отечественной акватории моря – 5%, позволяет российским рыбакам добывать от 5 до 13% общего вылова основных промысловых объектов водных биоресурсов (т.е. в среднем 8-9% всей вылавливаемой в Балтике рыбы).

Отечественное рыболовство в Балтийском море и его заливах на сегодняшний день является важнейшей социальной и продовольственной составляющей анклавного региона на западе страны – Калининградской области.

Наиболее динамичные процессы в последние десять лет проходили в Азовском и Чёрном морях. За этот период в правовое поле Российской Федерации вошло 6 новых регионов: Республика Крым и г. Севастополь, Донецкая

ску численности медуз и гребневиков. Как следствие, происходит перестройка видового состава промысловых объектов. Отмечен рост численности промысловых беспозвоночных (рапана, креветки, мидии и др.), доля которых в улове значительно выросла. Одновременно снижаются запасы традиционных объектов азовского промысла: полупроходных рыб, азовской хамсы, тюльки, бычков и др. Рост солёности создал условия для увеличения запасов пиленгаса и азовской камбалы-калкан. В современных условиях снижается сырьевая база для тралового промысла в Азовском море и основным становится прибрежное рыболовство. Особо следует отметить положительную динамику состояния осетровых. Благодаря усилению контроля над акваторией Азовского моря и увеличению объёмов искусственного воспроизводства осетровых рыб, отмечается устойчивая тенденция восстановления их запасов. Поскольку Азовское море стало внутренним водоёмом России, то, при сохранении эффективной борьбы с ННН-промыслом и принятием мер по увеличению объёмов искусственного воспроизводства осетровых, есть все предпосылки для восстановления промыслового значения осетра в Азовском море в среднесрочной перспективе.

Основным фактором, влияющим на состояние промысловых рыб в Чёрном море, является повышение температуры воды. Это ухудшает кормовую базу холодолюбивых видов рыб, прежде всего – черноморского шпрота. Как следствие, происходит снижение биомассы. В то же время рост температуры позволил за последние годы увеличить запасы теплолюбивых видов – ставриды, барабули, кефалей. Кроме того, стала увеличиваться повторяемость подходов теплолюбивой (черноморской) расы хамсы,

что также улучшает условия для судового промысла этой рыбы. Благодаря ограничениям промысла черноморской камбалы-калкан началось восстановление ее запаса.

Рыболовство во внутренних водных объектах также представляет определенный интерес, как дополнительный ресурс к морским видам биоресурсов, также и хорошей их доступности для широкого круга потребителей, проживающих в местах рек, озёр, водохранилищ. По результатам оценок, выполненных ВНИРО за период с 2014 по 2022 годов, наблюдался рост прогнозируемой величины вылова в пресноводных водоемах. Резерв сырьевой



и Луганская Народные Республики, Запорожская и Херсонская области. Данные изменения увеличили более чем в 2 раза промысловые территории России в Чёрном море и восстановили статус Азовского моря, как внутреннего водоёма России.

Сырьевая база промысла Азово-Черноморского бассейна, под влиянием глобальных климатических изменений (сокращение пресного стока, рост температуры), подвержена существенным колебаниям. В настоящее время средняя солёность Азовского моря превысила рекордные уровни за столетний наблюдаемый период и достигла 15%. Это привело к вспле-

базы в пресноводных водных объектах достигает не менее 100 тыс. тонн.

Новые горизонты развития рыбной отрасли России, на основе проведения научных исследований и экспедиций в различных акваториях Мирового океана, показывают, что прогноз добычи водных биоресурсов на горизонте 2036 года может достигать 5,9-6,5 млн тонн, а производство аквакультуры – в пределах одного млн тонн. Эти объемы не наша фантастика, если вспомнить добычу водных биоресурсов в советский период, тогда объемы превышали 11 млн тонн, основной объем добывался российскими рыбаками. Но насколько достоверны такие долгосрочные прогнозы зависит от многих факторов: геополитических, финансовых, торгово-экономических, климатических, развития инноваций и технологий, которые находятся за пределами научных исследований. Для разработки долгосрочного прогноза необходимо будет разработать систему показателей количественной оценки достижения указанных значений по различным сценарным условиям внутреннего и внешнего характера. Научные и технологические инновации должны быть положены в систему показателей и стать теми инструментами, которые позволят достигнуть поставленных целей.

И если сегодня сырьевая база водных биологических ресурсов сосредоточена в основном в исключительной экономической зоне Российской Федерации, то активизация добычи водных биоресурсов в исключительных экономических зонах иностранных государств, в конвенционных районах и открытой части Мирового океана должна стать тем направлением развития рыбного промысла, который обеспечит прогнозируемый объем добычи на горизонте 2036 года. Но для этого необходимо проделать огромный объем работ по созданию современного рыбопромыслового флота, сформировать необходимую инфраструктуру для переработки, хранения и доставки готовой продукции из удаленных акваторий до потребителя. На современном этапе развития экономики необходимого объема инвестиций для реализации данного проекта, явно не хватает [6].

Значительные капитальные вложения требуются и в сектор товарной аквакультуры для решения целого ряда вопросов научного и технологического характера, организации отечественного производства рыбопосадочного материала, специализированных кормов, ветпрепаратов, современных видов технологического оборудования.

Развитие новых технологий выращивания аквакультуры, с использованием замкнутых систем, с более высокими показателями приро-



ста биомассы и конверсии корма, исключение зависимости от погодных и географических условий, вместо садкового выращивания станет новым этапом развития аквакультуры.

ВЫВОДЫ

Ключевые направления развития рыбохозяйственной науки мы видим в решении следующих задач:

- проведение научных исследований для оценки запасов промысловых видов водных биоресурсов и разработка рекомендаций по их эффективному освоению;
- разработка научно обоснованных рекомендаций для промышленного освоения водных биоресурсов в новых промысловых районах Мирового океана, включая Арктику и Антарктику;
- защита и сохранение водных экосистем для сохранения воспроизводства и генетического материала;
- разработка современных безотходных технологий полного цикла для переработки водных биологических ресурсов;
- создание генно-инженерных (селекция и генетика) центров по развитию индустриальной аква и марикультуры;
- разработка долгосрочных прогнозов добычи водных биоресурсов, участие в разработке стратегий и программ развития рыбохозяйственного комплекса;
- проведение всестороннего экономического анализа для определения вектора развития рыбохозяйственного комплекса;
- участие в международных организациях для защиты интересов России в области рыболовства в конвенционных районах Мирового океана.

С чем связаны современные вызовы ученым хорошо известно, и они как могут с этими вызовами борются, устанавливая допустимые уловы добычи водных биоресурсов и разраба-

тывая ресурсосберегающие технологии, обеспечивающие рациональное использование добываемого рыбного сырья.

Но в тоже время, наступивший новый век требует от всех государств решения двух взаимосвязанных глобальных проблем:

- обеспечение постоянно растущего населения Земли продовольствием;
- сохранение биоразнообразия, которое необходимо для поддержания устойчивого состояния биосферы.

Рациональное природопользование, биоразнообразие, защита окружающей среды – это те проблемы, которые должны стать во главу угла всей проводимой государственной политики, если не принимать своевременных мер по решению данных проблем, будущее развитие человечества столкнется с непреодолимыми барьерами. Сохранение биоразнообразия напрямую связано с состоянием экологии, именно эти два направления взаимоотношения живой и неживой природы, будут оказывать большое влияние на дальнейшее развитие человеческого сообщества.

Все вышеназванные проблемы в полной мере связаны с работой рыбной отрасли. Сохранение среды обитания гидробионтов, природных экосистем и экологии – это ключевые приоритеты и вызовы современного мира. От их решения будет зависеть обеспечение будущих поколений рыбой и морепродуктами. В этом вопросе международное сотрудничество играло, и будет играть важнейшее значение в глобальном мире. Проводя разумную политику, все рыбодобывающие государства без политического противостояния и введения разного рода санкций, затрудняющих принятие сбалансированных решений, могут добиться общего успеха. Это тем более важно, когда на фоне роста населения Земли ужесточается борьба за водные биологические ресурсы. Россия, обладая огромными запасами водных биоресурсов, имеет все возможности для преодоления современных вызовов, сильное государство будет залогом успешного решения указанных проблем.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Доклад Римского клуба-2018 «Come On!»
2. Шафаревич И.Р. Полное собрание сочинений. Том II: «Две дороги – к одному обрыву». Институт русской цивилизации. 2014. ISBN 978-5-4261-0110-4
3. Колончин К.В. Приоритетные направления развития рыбохозяйственного комплекса России. – М.: Изд. ВНИРО. 2023. 486 с.
4. Колончин К.В., Серегин С.Н., Брагинцев Ю.Н., Сысоев Г.В. Благосостояние, бедность, продовольственные ресурсы – поиск выхода на новый уро-

вень стандартов потребления. // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2024. №2. С. 13-23

5. Колончин К.В., Серегин С.Н., Беляев В.А., Тазетдинов Р.Р. Методология оценки запасов водных биоресурсов в морях Арктики. // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2024. №7. С. 3-14
6. Колончин К.В., Серегин С.Н., Гасанова Х.Н., Горбунова М.А. Инвестиции и потребление в контексте трансформации рынка рыбной продукции. // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2022 г. №7. С. 101-112
7. Митин С.Г., Серегин С.Н., Сысоев Г.В. Пути преодоления проблем роста производства аквакультуры в России. // Экономика, труд, управление в сельском хозяйстве. 2025. №1. С. 177-186
8. Состояние мирового рыболовства и аквакультуры 2024. – FAO. 2024. 264 с. ISBN 978-92-5-138811-2 (<https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd0683ru>)
9. Рыбохозяйственной науке России 130 лет. – М.: Изд-во ВНИРО. 2011. 488 с.
10. Котенёв Б.Н. Проблемы оптимизации морских рыбных промыслов. – М.: Изд-во ВНИРО. 2019. 200 с.

REFERENCES AND SOURCES

1. Report of the Rome Club-2018 «Come On!» (In Russ.)
2. Shafarevich I.R. (2014) Complete works. Volume II: «Two roads to one cliff.» Institute of Russian Civilization. ISBN 978-5-4261-0110-4. (In Russ.)
3. Kolonchin K.V. (2023). Priority areas of development of the Russian fisheries complex. – M.: VNIRO Publishing House. 486 p. (In Russ.)
4. Kolonchin K.V., Seregin S.N., Braginets Yu.N., Sysoev G.V. (2024). Welfare, poverty, food resources – the search for reaching a new level of consumption standards. // Economics, labor, management in agriculture. No. 2. Pp. 13-23. (In Russ.)
5. Kolonchin K.V., Seregin S.N., Belyaev V.A., Tazetdinov R.R. (2024). Methodology for assessing stocks of aquatic biological resources in the Arctic seas. // Economics, labor, management in agriculture. No. 7. Pp. 3-14. (In Russ.)
6. Kolonchin K.V., Seregin S.N., Gasanova H.N., Gorbunova M.A. (2022). Investments and consumption in the context of the transformation of the fish products market. // Economics, labor, management in agriculture. No. 7. Pp. 101-112. (In Russ.)
7. Mitin S.G., Seregin S.N., Sysoev G.V. (2025). Ways to overcome the problems of aquaculture production growth in Russia. // Economics, labor, management in agriculture. No. 1. Pp. 177-186. (In Russ.)
8. The state of world fisheries and aquaculture 2024. – FAO. 2024. 264 p. ISBN 978-92-5-138811-2. <https://openknowledge.fao.org/handle/20.500.14283/cd0683ru>
9. Fisheries science of Russia is 130 years old. – M.: VNIRO Publishing House. 2011. 488 p.
10. Kotenev B.N. (2019). Problems of optimization of marine fisheries. – M.: Publishing house VNIRO. 200 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 30.05.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 06.06.2025



Формирование понятной системы ценообразования в судоремонте — одна из целей к дальнейшей интеграции судовладельческих и судоремонтных компаний

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-27-35>

EDN: XQZHUP

Обзорная статья УДК 334.7 (470.21)

Храпов Владимир Евгеньевич – доктор экономических наук, доцент, главный 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

ORCID: 0000-0002-1982-7724, **E-mail:** khrapov00@mail.ru

Турчанинова Татьяна Владимировна – кандидат экономических наук, доцент, заместитель генерального директора, ООО «Мурманский морской инженерный сервис», Мурманск, Россия

ORCID: 0000-0002-9770-5095, **E-mail:** tatyana_0401@mail.ru

Адрес:

1. Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» – Россия, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, ул. Ферсмана 24А
2. ООО «Мурманский морской инженерный сервис» – Россия, 183001, г. Мурманск, ул. Траловая, д. 2.

Аннотация. По мнению участников конференции «Судоремонт, модернизация, комплектующие», одним из проблемных вопросов во взаимоотношениях судовладельца и отечественного судоремонтного предприятия остается прозрачная и понятная система ценообразования в судоремонте. Проведенное исследование показало, что простого решения данного вопроса нет, хотя оно во многом зависит от правил организационных взаимоотношений участников данного вида предпринимательства. Авторы сделали вывод, что для решения проблемы необходимо рассмотреть вопросы интеграции судовладельческих компаний и отечественных судоремонтных предприятий.

Для проведения качественного исследования использовались различные научные подходы, такие как системный, комплексный, ситуационный и целевой. В статье предложено несколько вариантов решения вопроса прозрачной и понятной системы ценообразования в судоремонте, которая может привести к дальнейшей интеграции судовладельческих и судоремонтных компаний.

Ключевые слова: договорная цена; нормативы; выпуски; нормо-час; производственная мощность; дефицит судоремонта; Арктическая зона

Для цитирования: Храпов В.Е., Турчанинова Т.В. Формирование понятной системы ценообразования в судоремонте – одна из целей к дальнейшей интеграции судовладельческих и судоремонтных компаний // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 27–35. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-27-35>

THE FORMATION OF A CLEAR PRICING SYSTEM IN SHIP REPAIR IS ONE OF THE GOALS FOR FURTHER INTEGRATION OF SHIP-OWNING AND SHIP-REPAIR COMPANIES

Vladimir E. Khrapov – Doctor of Economics, Associate Professor, Chief Researcher, Luzin Institute of Economic Problems, a separate division of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Federal Research Center Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia

Tatiana V. Turchaninova – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Deputy General Director, Murmansk Marine Engineering Service LLC, Murmansk, Russia

Address:

1. The Luzin Institute of Economic Problems is a separate division of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Federal Research Center «Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences» – Russia, 184209, Murmansk Region, Apatity, Fersman St., 24A
2. Murmansk Marine Engineering Service LLC – Russia, 183001, Murmansk, Tralovaya St., 2

Annotation. According to the participants of the conference “Ship Repair, modernization, components”, one of the problematic issues in the relationship between a shipowner and a domestic ship repair company remains a transparent and understandable pricing system in ship repair. The conducted research has shown that there is no simple solution to this issue, although it largely depends on the rules of organizational relationships between participants in this type of business. The authors concluded that in order to solve the problem, it is necessary to consider the integration of ship-owning companies and domestic ship repair enterprises.

Various scientific approaches, such as systematic, complex, situational, and targeted, were used to conduct qualitative research. The article suggests several options for solving the issue of a transparent and understandable pricing system in ship repair, which can lead to further integration of ship-owners and ship repair companies.

Keywords: contractual price; standards; releases; standard-hour; production capacity; ship repair shortage; Arctic zone

For citation: Khrapov V.E., Turchaninova T.V. (2025). The formation of an understandable Pricing system in ship repair is one of the goals for further integration of ship-owning and ship-repair companies. // Fisheries. No. 3. Pp. 27–35. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-27-35>

Рисунок – авторский / The drawing was made by the author

В настоящее время, в связи с увеличившимся объемом судоремонтных услуг, на российском рынке многие судовладельцы, особенно представляющие компании с государственным капиталом или государственные компании, считают важным вопрос о системе ценообразования в судоремонте. С момента перехода к рыночной экономике изменилась ранее сложившаяся система ценообразования, и основой для формирования цены между судовладельцем и судоремонтным предприятием, при выполнении судоремонтных работ, стали договорные цены. В отличие от прежнего нормативного подхода, используемого в период плановой экономики, новая система полностью устраивала российских судовладельцев, поскольку, используя судоремонтные мощ-

ности иностранных судоремонтных предприятий, судовладельцы имели дело с договорным подходом к формированию цены судоремонтных работ. И именно этот подход к ценообразованию, при выполнении судоремонтных работ на отечественных судоремонтных предприятиях, последние тридцать лет использовался, но сейчас все чаще ставится вопрос о ценообразовании в судоремонте, которое должно быть прозрачным, понятным, а также – рассчитанным на длительный период времени.

На II конференции «Судоремонт, модернизация, комплектующие» генеральный директор ФГУП «Гидрографическое предприятие», входящего в Госкорпорацию «Росатом», Александр Бенгерт заявил, что процессу заключения долго-

срочных договоров с судоремонтными предприятиями мешает факт «отсутствия правил игры при ценообразовании» [2]. Суда данного предприятия работают в приморских регионах Архангельска, Мурманска и Калининграда. По словам А. Бенгерта, в каждом из этих регионов совершенно разные условия, себестоимость и нормативы. А. Бенгерт считает, что выход из данной проблемы – это государственная система нормирования судоремонта и возврат к классической системе нормо-часов. При этом он уверен, что его предложение поддержат многие судовладельцы, так как невозможно развивать судоремонтное предприятие, если оно не находится в интеграции с судовладельческими компаниями [2].

На III конференции «Судоремонт, модернизация, комплектующие» вопрос ценообразования занял одно из центральных мест. Эксперты считают следующее: существует серьезный запрос на формирование прозрачной и понятной системы ценообразования в судоремонте; на судоремонтных предприятиях, как и у заказчиков, отсутствуют утвержденные каким-то уполномоченным органом трудозатраты и стоимость работ; отсутствуют адаптированные программные продукты для планирования организации судоремонта; необходимо создать на уровне государства структуру, которая будет заниматься регулировкой вопросов ценообразования в области судоремонта; необходимо поручить ЦТСС (Центр технологии судостроения и судоремонта) и ЦНИИМФ (Центральный научно-исследовательский институт морского флота) разработать нормативы внутриотраслевого уровня для судоремонтных работ [3].

По нашему мнению, это слишком упрощенный подход к решению вопроса ценообразования в судоремонте. Принцип рыночной экономики предусматривает свободу предпринимательства, и поставить всех в «некие рамки» очень сложно [5]. В данной статье хотелось бы вспомнить порядок формирования нормативной базы на судоремонтные работы Министерства рыбной промышленности и хозяйства СССР во времена плановой экономики [9; 12; 13; 18]. В рыбной отрасли Советского Союза главными законодателями в вопросах ценообразования судоремонтных предприятий были институт ГП «Гипрорыбфлот», ГП ЦКТИС г. Таллин, филиал ГП ЦКТИС «ЦПКТБ», у которых филиалы были во всех рыбопромысловых бассейнах страны (Север, Дальний Восток, Запад, Юг, Каспий) [1]. В те времена работа по созданию, утверждению нормативов на судоремонтные работы для судоремонтных предприятий была непрерывна по причине постоянного обновления состава рыбопромыслового флота. Новые рыбопромысловые или транспортные суда имели отличный

набор судовых механизмов, которые имели различные нормативы на выполнение судоремонтных работ. Кроме вышеназванных институтов, в процессе ценообразования принимали активное участие сами судоремонтные предприятия.

О порядке формирования нормативов на судоремонтном предприятии мы можем говорить с уверенностью, так как были непосредственными участниками этого процесса, работая на ПОСП «Мурманская судовой верфь». Основой во взаимодействии судовладельцев и судоремонтного предприятия по вопросам ценообразования были индивидуальные и типовые ремонтные ведомости, которые оформляли эксплуатационные службы флотов (механико-судовая служба) и личный состав судна, которое направлялось в ремонт на отечественное предприятие, которое, получив судоремонтные ведомости от заказчика, расценивало их на предмет определения трудоемкости и материалоемкости на каждую работу, отраженную в ремонтной ведомости. Основой для расчетов нормативов по каждому параграфу ремонтной ведомости использовались утвержденные «**выпуски**» на судоремонтные работы. Данные «**выпуски**» были результатами длительного процесса разработки и утверждения нормативов отраслевым институтом (такими, как ГП «Гипрорыбфлот» или ЦПКТБ и ЦКТИС (ЦПКТБ – Центральное проектно-конструкторское и технологическое бюро; ЦКТИС – Центральный конструкторско-технологический институт судоремонта). В то время рыбопромысловые суда рыбной отрасли состояли из разнообразных проектов рыбопромысловых судов, построенных не только в СССР, но и в ГДР, Польше, Финляндии, Дании и других странах. Например, на ПОСП «Мурманская судовой верфь» одновременно ремонтировались рыбопромысловые суда как минимум 50-ти проектов (Плавбазы, БМРТ, танкеры, транспортные рефрижераторы, буксиры, средние морозильные траулеры и т.д.). Причем это были ремонты различных категорий: межрейсовые, средние, классовые, капитальные с модернизацией, доковые, аварийные. Ведь в те времена на Северном рыбопромысловом бассейне «Севрыба» эксплуатировалось более 2000 судов рыбной отрасли вместо 200 судов, действующих в настоящий период [16]. Причем рыбопромысловые суда постоянно обновлялись, и на Северный рыбопромысловый бассейн «Севрыба» приходили новые суда, построенные в ГДР, Польше, а также в городах Николаев и Киев (Украина), Клайпеда (Литва), Ярославль, Нижний Новгород, Астрахань (РФ).

Как правило, когда приходило в ремонт новое судно после судостроительной верфи, на судоремонтном предприятии не было утвержденных калькуляционных нормативов,



поэтому судоремонтному предприятию разрешалось применять **«временные нормы»**, которые руководство судоремонтного предприятия утверждало самостоятельно сроком на 3-6 месяцев. Эти нормы носили характер, применимый к подобным узлам и механизмам ранее встречающимся. Например, судовые двигатели расценивались по ранее использованным **«выпускам»** других судовых двигателей, подходящим по размеру (диаметру) цилиндрических втулок ДВС, диаметру поршней, ходу поршня и т.д. Начальнику цеха для нормирования затрат на оплату труда производственных рабочих, при отсутствии утвержденных норм, разрешалось разрабатывать и утверждать **«местные нормы»**, которые использовались только в данном цехе, действующие 3-6 месяцев. За время действия **«временных норм»** проводился хронометраж рабочего времени работников по определенным судовым механизмам и судовым деловым вещам. Временные нормы, как и местные, использовались непродолжительное время и не были обязательными в расчетах между судоремонтным предприятием и заказчиком-судовладельцем, поэтому судоремонтное предприятие было заинтересовано в оперативном создании утвержденных нормативов.

Третьей стадией формирования норм было создание **«опытно-статистических норм»**. При разработке данного вида норм в основу брались ранее разработанные местные и временные нормы, технологическое описание судоремонтных работ, результаты хрономе-

тражей выполнения судоремонтных работ (самофотографии, фотографии технологических процессов). После разработки и формирования опытно-статистические нормы обсуждались на заседании профсоюзных комитетов с приглашением бригадиров судоремонтных бригад, выполняющих судоремонтные работы. После всех этих процедур судоремонтное предприятие направляло подготовленные документы с **«опытно-статистическими нормами»** в проектный институт, например, ЦКТИС. Институт уточнял соблюдение всех формальных требований при разработке нормативов, специалисты выезжали на судоремонтные предприятия и рыбопромысловые суда, для которых разрабатывались нормативы. Затем, как правило, институт сокращал нормативы на 5-10% и утверждал новый **выпуск технически обоснованных** калькуляционных нормативов, которые были обязательны для применения на всех судоремонтных предприятиях рыбной промышленности и хозяйства СССР, но они также были обязательны и для всех судовладельцев, размещающих свои суда в ремонт на отраслевые судоремонтные предприятия. По этим нормативам проводились взаимные расчеты между судоремонтным предприятием и судовладельцем-заказчиком. Затем Министерство рыбной промышленности и хозяйства СССР, по представленным судоремонтным предприятием расчетам себестоимости, устанавливали объем валовой и товарной продукции для судоремонтного предприятия, стоимость сметного часа для расчета с судовладельцем и величину рентабельности для судоремонтного предприятия. Причем стоимость сметного часа отличалась по различным судоремонтным предприятиям, исходя из затрат на производство судоремонтной продукции, которые подтверждались расчетами себестоимости. Совершенно ясно, что затраты в Мурманске на судоремонтных предприятиях были выше, чем в Архангельске и Калининграде. Все было в период плановой экономики, когда все предприятия рыбной отрасли были государственными и подчинялись Министерству рыбной промышленности и хозяйства СССР, а каким образом это организовать в современных условиях хозяйствования пока неясно.

В период плановой экономики была жесткая вертикаль подчиненности, но сейчас, в условиях рыночной экономики, все предприниматели самостоятельны в определении стоимости собственной продукции. Только стоимость на рынке судоремонтных работ по ремонту судна, согласно ремонтным ведомостям, позволяет проводить заказчику тендеры и после этого сотрудничать с тем, кто дает меньшую стои-

мость на предложенные ремонтные работы. В этом случае договорная цена – это цена договора между участниками, но как в этом случае использовать ранее согласованные нормативы? Мы говорим о себестоимости работ на судоремонтных предприятиях, поскольку, в зависимости от наличия основных фондов, необходимых для выполнения качественных судоремонтных услуг, можно определить затраты на их содержание и, как следствие, стоимость судоремонтных работ. Так было во времена плановой экономики, например, в состав производственного объединения судоремонтных предприятий «Мурманская судовой верфь» входили три судоремонтных предприятия, у каждого была собственная стоимость сметного часа, определенная исходя из себестоимости. Например, на головном судоремонтном предприятии один сметный час стоил 10,5 руб., на заводе-филиале №2 (СРЗ-2) – 6,5 руб., а на заводе-филиале №1 (СРЗ-1) – 3,5 рублей. У заводов были совершенно разные основные фонды: на головном предприятии были цеха, причалы, доки и т.д., а на СРЗ-1 не было ни причалов, ни доков, ни кранов, ни буксиров, а на СРЗ-2 были причалы и доки, но основных фондов по количеству было намного меньше, чем на головном предприятии. В стоимость одного сметного часа судоремонтных работ в те времена входили все затраты по услугам, которые были необходимы судну при его нахождении в ремонте на судоремонтном предприятии, а именно: стоимость стоянки судна у причалов судоремонтного завода; обеспечение электроэнергией судна; стоимость буксиров при перешвартовке судна у причалов или при постановке в док; стоимость плавучих кранов при необходимости использования судном; стоимость порталных кранов; стоимость обеспечения судна паром в зимний период и т.д. В настоящее время судовладелец за подобные услуги оплачивает напрямую поставщику услуг, хотя его судно размещено на ремонт на территории судоремонтного предприятия.

Существенная разница в стоимости сметного часа в рамках одного производственного объединения судоремонтных предприятий объяснялась их себестоимостью. Это было во времена плановой экономики, когда были доступны все показатели деятельности по каждому предприятию. В настоящее время подобный подход, по нашему мнению, можно реализовать в рамках жесткой вертикально-интегрированной организационной структуры. Но если говорить о пространственном объединении предпринимательских структур (кластеры, альянсы и т.д.), то в них, по нашему мнению, должна быть проявлена политическая воля каждого собственника предпринимательской структуры на открытие

показателей работы собственного предприятия. В этом случае коллективный орган управления пространственным объединением может подготовить к согласованию некие экономические показатели взаимодействия предпринимательских структур внутри пространственного объединения. Но еще раз обращаем внимание, что каждая предпринимательская структура должна обеспечить прозрачность показателей работы собственной структуры в созданном пространственном объединении.

Еще один важный вопрос – это поиск приемлемого решения по принципам разумного расчета между флотами, представляющими государственную собственность (или где контрольный пакет акций принадлежит государству), и частных судоремонтных предприятий. Предложения, высказанные ранее, в этом случае не подходят, и нормативы, разработанные на конкретном судоремонтном предприятии, могут быть неприемлемы для заказчика с государственным участием, поскольку согласованные договорные условия взаимодействия частного судоремонтного предприятия и флота с государственным участием могут не устраивать прокуратуру или иные органы государственного контроля. В подобном случае всегда можно обвинить стороны в сговоре и неверном подходе к ценообразованию с элементами коррупции, даже если заказ на ремонт судна размещен на тендерной основе.

По нашему мнению, данную проблему можно решать так: проводить госпредприятие (так мы их будем называть) тендер не на одно конкретное судно, а рассматривать потребность в техническом обслуживании и ремонте судна как непрерывный процесс, и тендер на обслуживание судна проводить на 3-5 лет, согласно закону о госзакупках. В этом случае за основу берутся представленные частным судоремонтным предприятием нормативы, которые согласовываются сторонами, и ими руководствуются весь период заключенного контракта. Согласование сторонами калькуляционных нормативов будет являться веским основанием, в случае проводимых проверок контролирующими органами. Подобная практика, по нашему мнению, позволит устранить главную проблему стагнации частных судоремонтных предприятий и создать возможность и определенность в их инновационном развитии. Частное судоремонтное предприятие в данном случае сможет проводить полноценную конструкторско-технологическую подготовку производства, вернуться к изготовлению судовых деталей и изделий в рамках «нулевого этапа», с учетом потребности в импортозамещении. Мы убеждены, что подобный подход обеспечит достижение частным судоремонтным пред-

приятием необходимой конкурентоспособности на рынке судоремонтных услуг, а это приведет к обеспечению безопасности морехозяйственной деятельности отечественных судовладельческих компаний [17]. В случае использования подобной практики инструментом взаимодействия частного судоремонтного предприятия и судовладельца будет являться созданная экосистема с информационными технологиями, которые необходимо разрабатывать и внедрять в рамках проводимой российской цифровизации. Также в информационных платформах должны быть зафиксированы все, согласованные сторонами, нормативы для расчетов, которые можно использовать в будущем [15].

В настоящее время частные судоремонтные предприятия Мурманской области пользуются нормативной базой, разработанной во времена плановой экономики на ПОСП «Мурманская судовой верфь», применяя к этим нормативам коэффициенты, так как никто не может утвердить эти нормативы для проведения расчетов между частными судоремонтными предприятиями, рыбопромысловыми флотами и государственными морехозяйственными структурами. Ясные нормативы нужны также для определения производственных мощностей самих судоремонтных предприятий, которые так необходимы при оценке возможностей судоремонтных предприятий и возможного дефицита судоремонта. На эту тему задумалось российское правительство, и премьер РФ М. Мишустин дал поручение «Минпромторгу» по корректировке «Стратегии развития Арктической зоны России» и представлению предложений по актуализации стратегии [4] для обеспечения национальной безопасности в этом важном для страны макрорегионе. Предложения необходимо внести в Правительство к 20 мая 2025 года [8].

Более конкретно «Минпромторг», с учетом анализа потребности в услугах судоремонта для действующего и перспективного флота Арктической зоны, должен оценить состояние производственных мощностей судоремонтных предприятий, задействованных в техническом обслуживании и ремонте арктического флота, оценить возможность удовлетворения потребности в судоремонте на существующих мощностях, целесообразность модернизации и расширения имеющихся доковых мощностей [8]. До 1 июня 2025 г. должна быть подготовлена программа судоремонта судов, эксплуатирующихся в Арктическом регионе.

Совершенно ясно, что решение этой задачи – непростое дело. Государство берется решать вопрос, который назрел у различных частных и акционерных обществ, являющихся судовладельцами. Да и судоремонтные мощности,

имеющиеся в РФ, тоже в основном негосударственные, а частные, различных форм собственности. Возникает вопрос: как согласовать интересы частных судовладельцев и частных судоремонтных предприятий под руководством «Минпромторга». Предполагаем, что для решения этой задачи необходимо провести оценку потребности в различных видах ремонта действующего флота, работающего в Арктической зоне, а также строящегося флота. Необходимо оценить производственные мощности и технологические возможности действующих судоремонтных предприятий, расположенных в Арктической зоне РФ, провести сравнительную оценку потребности в судоремонте и возможностей судоремонтных мощностей. Данный сравнительный анализ позволит оценить дефицит судоремонтных мощностей, и после этого будет оценена потребность в новых промышленных судоремонтных предприятиях. При этом неясно, какие нормативы будут положены в основу этих расчетов, поскольку в стране нет единых нормативов.

Судоремонтное предприятие, во времена плановой экономики, проводило расчеты производственных мощностей согласно межведомственной инструкции и нормам технологического проектирования судоремонтных предприятий, которая действует и в настоящее время. Межведомственная инструкция по определению производственной мощности судоремонтных предприятий утверждалась Госпланом СССР [6; 7]. Для расчета производственной мощности судоремонтного предприятия нужно было иметь: годовой выпуск продукции по цехам предприятия (в тыс. сметных час.); площади производственных цехов (в кв. м); список технологического оборудования в цехе. По каждому производственному цеху определялся норматив съема годового объема в сметной трудоемкости с каждого технологического станка, а также – возможного объема выпуска продукции с каждого квадратного метра производственной площади.

Норматив годового съема сметной трудоемкости с каждого станка определялся по формуле:

$$H_{\text{стан.}} = \Phi_{\text{стан.}} + K_{\text{загр.}} + K_{\text{раз.}},$$

где: $\Phi_{\text{стан.}}$ – эффективный годовой фонд времени одного станка при 2-х сменной работе (нормы технологического проектирования судоремонтных предприятий – НТП СП) [17];

$K_{\text{загр.}}$ – коэффициент загрузки металлорежущих станков на судоремонтных предприятиях (НТП СП);

$K_{\text{раз.}}$ – коэффициент разрыва сметной трудоемкости в часах и человеко-часах (данный ко-

эффицент устанавливался и утверждался на судоремонтном предприятии. Причем по разным цехам он был разный, а в целом по предприятию коэффициент разрыва утверждался вышестоящей организацией).

Определение норматива съема сметной трудоемкости с 1 м² расчетной площади (Нк) определялся по следующей формуле:

$$H_k = (\Phi_k : H) \times K_{см.} \times K_{раз.}$$

где, Φ_k – эффективный годовой фонд времени работы производственного цеха (НТП СП);

$K_{см.}$ – коэффициент сменности;

$K_{раз.}$ – коэффициент разрыва между сметной трудоемкостью в часах и человеко-часов;

H – нормативная площадь, приходящаяся на одного производственного рабочего (НТП СП).

После выявления возможностей производственных мощностей технологических участков цеха (например, станочного или слесарного) определяется суммарная производственная мощность цеха, которая тоже будет просуммирована и будет представлять производственную мощность всего судоремонтного предприятия. Но в настоящее время неясно, какие нормативы следует положить в основу современных расчетов.

Если судовладелец, например, Госкорпорация «Росатом» управляет ледоколами и транспортными судами, а также в ее распоряжении находятся судоремонтные предприятия ФГУП «Атомфлот» (г. Мурманск), то принятие нормативов для оценки производственной мощности и оценки объема судоремонтных работ, за Госкорпорацией. Но чаще судовладельцы не располагают собственными судоремонтными мощностями, и тогда первоначально, при проведении сравнительных расчетов, необходимо найти решение: по каким нормативам проводить расчеты. Тем более, что необходимо помнить о том, что нормативы различны для различных судоремонтных предприятий. Если такие судоремонтные базы, как ФГУП «Атомфлот», наверняка используют нормативы, которые использовались на судоремонтных предприятиях бывшего Министерства морского флота, а точнее – на судоремонтном заводе Министерства морского флота (СРЗ ММФ), расположенного когда-то в г. Мурманск, то частные судоремонтные предприятия Мурманской области используют нормативы, которые использовались на ПОСП «Мурманская судостроительная верфь», а судоремонтные предприятия, входящие в систему АО «ОСК», используют собственные нормативы. Сложная задача: найти единый подход к этим нормативам, поскольку в основе расчета производственных мощностей и объема

ремонта на любом судне лежит единица труда, которая может быть нормо-часом, сметным-часом или иным показателем измерения.

Далее возникает следующий вопрос: как равномерно распределить потребность в судоремонте для судовладельцев на конкретном судоремонтном предприятии, поскольку в настоящее время существуют рыночные условия хозяйствования, основанные на свободе предпринимательства, и каждый судовладелец вправе самостоятельно определять на каком судоремонтном предприятии он будет выполнять ремонт и техническое обслуживание судна. При таком подходе, по нашему мнению, невозможно создать условия определенности для судоремонтного предприятия, и это приводит к тому, что судоремонтное предприятие не занимается вопросами развития и модернизации. Таким образом, встает вопрос: как закрепить определенные суда за определенным судоремонтным предприятием и на каких привлекательных условиях. Ситуация была бы проще, если бы суда и судоремонтные предприятия входили в одну определенную организационную структуру, например, холдинг «НОРЕБО» или консорциум «Северо-Западная рыболовная компания» («СЗРК»), и подобного вопроса не возникало бы. У консорциума «СЗРК» есть собственные судоремонтные заводы, у холдинга «НОРЕБО» есть судостроительная верфь «Отрадное» в Ленинградской области, и они на своих судоремонтно-судостроительных мощностях способны разместить собственные суда на техническое обслуживание и ремонт, но совсем неясная картина для судовладельцев рыбодобывающих флотов, у которых нет судоремонтных мощностей.

Вспоминая времена плановой экономики Советского Союза, мы говорили, что в основе системы управления любой отраслью лежала государственная собственность, и, например, «Министерство рыбной промышленности и хозяйства» СССР через свои региональные управления руководило отраслью в целом. Судоремонтные базы, определенные промысловым судам еще при их постройке, должны были проводить конструкторскую и технологическую подготовку производства для ремонта данного типа промыслового судна. Каждый год для судовладельцев устанавливались лимиты объемов судоремонтных работ на конкретном судоремонтном заводе для судов его флота. На основании отпущенных лимитов судоремонтное предприятие ежегодно разрабатывало график ремонта судов, который в больших дискуссиях согласовывался с судовладельцами, и утверждался региональным органом управления рыбной отрасли, например, на Северном рыбопромышленном бассейне –

«Севрыбой». Ситуация настоящего дня совершенно другая, и что предложить для согласования пока неясно, хотя в рамках единой вертикально-интегрированной системы, например, Госкорпорации «Росатом» или холдинга «НОРЕБО», или консорциума «СЗРК», данная задача решается. Но как потом отдельные решенные задачи объединить для всех – непонятно, поскольку надо учитывать, что важны интересы предпринимателя-судовладельца, которые не всегда совпадают с интересами государства или судоремонтного предприятия.

По нашему мнению, все перечисленные проблемы по формированию прозрачного ценообразования, способствующего продвижению идей цифровизации, требуют некоего объединения и интеграции между судовладельческими компаниями, осуществляющими морехозяйственную деятельность, и береговыми инфраструктурными предприятиями, обслуживающими судовладельческие компании. Этот вопрос должен быть одним из первых при решении проблем инновационного развития частных судоремонтных предприятий, о которых говорили ранее [14]. По нашему мнению, решение вопроса о прозрачности ценообразования необходимо увязывать с преобразованиями на судоремонтных предприятиях, поскольку собственники судоремонтных предприятий не будут инвестировать в собственные предприятия, если нет уверенности в его загрузке в будущем. Проводя экспресс-опрос среди частных судоремонтных предприятий Мурманской области, мы спросили: «Как Вы считаете, если завтра отменят санкции, где будет ремонтироваться рыбопромысловый флот?». И все ответили, что рыбопромысловый флот вернется к прежним схемам хозяйствования, ориентированным на иностранных партнеров. При таком развороте событий частные судоремонтные предприятия будут ждать снова стагнация, как и в предыдущие тридцать лет.

В качестве подтверждения данного мнения, надо обратить внимание на следующую информацию. В период санкций за 11 месяцев 2024 г. из Мурманской области было оформлено для отправки на экспорт 139,1 тыс. тонн рыбы и морепродуктов, выработанных местными береговыми рыбоперерабатывающими предприятиями и судами на промысле, сообщили в Северноморском межрегиональном управлении Россельхознадзора. Большая часть продукции – и около 110 тыс. тонн – направлена в страны Евросоюза. В основном это треска и пикша. Также мурманская рыба отправилась в АОЭ, Марокко, Уругвай и другие страны. В Китай и Южную Корею направлено 25,6 тыс. тонн рыбы и морепродуктов (краб, креветка, кальмар) [10]. В 2024 г. экспорт российской

рыбы в Норвегию вырос в два раза по сравнению с 2023 г., что в денежном выражении составило 1,2 млрд норвежских крон. В 2024 г. российские рыбаки выловили в норвежских водах 57509 тонн трески (+ 19% к 2023 г.). Получается, что в 2024 г. российские траулеры выгрузили в Норвегии 33% всей российской квоты трески (об этом написало статуправление Норвегии NRK) [11]. То есть, мурманские рыбаки продолжают собственный бизнес в рамках настроенных ранее схем партнерства с иностранными компаниями, хотя, конечно, произошли серьезные изменения. Из всего вышесказанного можно сделать вывод, что, наряду с решением вопроса о прозрачности ценообразования, необходимо продумать вопросы интеграции частных судоремонтных предприятий и частных судовладельческих компаний, так как от этого будет зависеть решение и других проблем судоремонтных предприятий.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: В.Е. Храпов – идея статьи, подготовка статьи, корректировка текста; Т.В. Турчанинова – сбор и анализ данных, подготовка обзора литературы, окончательная проверка текста.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: V.E. Khrapov – the idea of the article, preparation of the article, correction of the text; T.V. Turchaninova – collection and analysis of data, preparation of a literature review, final verification of the text.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Заглубоцкий П.М. Научная организация ремонта судов рыбопромыслового флота // М.: Пищевая промышленность. 1968. 291с.
2. II конференция «Судоремонт, модернизация, комплектующие» 26.09.2023г. / Режим доступа: <https://rus-shipping.ru/ru/prof/news/?id=51710> (дата обращения 18.11.2024)
3. III конференция «Судоремонт, модернизация, комплектующие» 16.09.2024г./ Режим доступа: https://invest.nashsever51.ru/list_item/anons/iii-konferentsiia-sudoremont-modernizatsiia-komplektuiushchie (дата обращения 11.10.2024)
4. Корректировка стратегии развития Арктической зоны России // Режим доступа: <https://tass.ru/politika/22418335> (дата добращения 24.12.2024)
5. Лапуста М.Г. Предпринимательство: учебник – М.: ИНФРА-М. 2009. 607с.
6. Межведомственная инструкция по определению производственной мощности судоремонтных предприятий // Режим доступа: <https://search.rsl.ru/record/01001486376> (дата обращения 20.12.2024)
7. Нормы технологического проектирования судоремонтных предприятий РД 31.31.15-88. //Режим доступа: www.files.stroyinf.ru/Index2/1/4294817/4294817472.htm (дата обращения 20.12.2024)

8. Оценка производственных площадей судоремонта в Арктической зоне // Режим доступа: <https://morvesti.ru/news/1679/112622/> (дата обращения 24.12.2024)
9. Рожинский Я.Н. Экономика судоремонта. 2-е издание перераб. и доп. – М.: Транспорт. 1984. 198 с.
10. Свыше 110 тонн мурманской рыбы «уплыло» в Евросоюз // Режим доступа: <https://severpost.ru/read/180798/> (дата обращения 04.01.2025)
11. СеверПост 20-21.01.2025 // Режим доступа: <https://severpost.ru/read/182898/p> (дата обращения 27.01.2025)
12. Тактаров Г.А. Экономика, организация и планирование судоремонтного производства. учебник – Л.: Судостроение. 1989. 264с.
13. Турчанинова Т.В. Инновационное преобразование малого судоремонтного предприятия. Монография – СПб.: Астерион. 2010. 181с.
14. Турчанинова Т.В., Храпов В.Е. Инновационное развитие судоремонтных предприятий в рамках морехозяйственной деятельности приморского региона Арктической зоны России – Апатиты: ФИЦ КНЦ РАН. 2021. 135 с. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44666117> (дата обращения 17.12.2024)
15. Турчанинова Т.В., Храпов В.Е. Цифровая трансформация частных судоремонтных предприятий Приморского региона: проблемы и перспективы – Изд-во. Апатиты Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина, ФИЦ КНЦ РАН. 2022. 151 с. doi:10.37614/978.5.91137.463.1, ISBN 978-5-91137-463-1. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48559429_81831033.pdf (дата обращения 11.10.2024)
16. Храпов В.Е., Храпова Т.В. Рыночные преобразования на судоремонтном предприятии: учеб. пособие – Мурманск: Максимум. 2002. 358 с. ил.
17. Храпов В.Е. [и др.]. Состояние и тенденции рыбохозяйственной деятельности в Северном бассейне: проблемы и перспективы. Монография – Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН. 2024. 193 с. ил. ISBN 978-5-91137-506-5 // Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67685866> (дата обращения 13.10.2024)
18. Храпов В.Е., Турчанинова Т.В., Храпова Т.А. Судоремонтное предприятие: планирование, организация, экономика. Учебное пособие в 2 частях – Мурманск: Изд-во МГТУ. 2012. 1 ч. 300с: ил.; 2 ч. 258с.: ил. ISBN 978-5-86185-685-0 (ч.1.), ISBN 978-5-86185-686-7 (ч.2.), ISBN 978-5-86185-684-3
- ka/22418335 (date 12/24/2024 fertilizers). (In Russ.)
5. Lapusta M.G. (2009). Entrepreneurship: Textbook – Moscow: INFRA. 607с.
6. Instruction boiler capacity of ship repair enterprises production and interdepartmental definition // available Mode: <https://МежведомственнаяInstructionssearch.rsl.ru> “ru/record/01001486376 (accessed on 12/20/2024). (In Russ.)
7. These are the design standards of ship repair enterprises 31.31.15 technological R-88. //Mode доступа: www.files.stroyinf.ru “Index2/1/4294817/4294817472.htm (date of 20.12.2024 request)
8. Arctic zone V. assessment of production ship repair areas // Available Mode: <https://morvesti.ru/news/1679/112622/> (date of request: 12/24/2024). (In Russ.)
9. Rozhinsky Ya.N. (1984). Ship repair of economics. 2nd revised edition. ne dopov. – М.:Transport. 198 p. (In Russ.)
10. Over 110 tons of Murmansk fish “sailed away” to the European Union In. // access Mode: <https://severpost.ru/read/180798/> / (date of request 04.01.2025). (In Russ.)
11. Air 20-21.01.2025 // Available Mode: <https://severpost.ru/read/182898/p> (date of 27.01.2025 request)
12. Taktarov G.A. (1989). Economics, organization of ship repair by production planning of the year. textbook – L.: Shipbuilding. 264 p. (In Russ.)
13. Turchaninova T.V. (2010). Urlik transformation of innovative ship repair enterprises. Monograph – St. Petersburg: Asterion. 181 p. (In Russ.)
14. Turchaninova T.V., Khrapov V.E. (2021). The zone of the Arctic regions of Primorsk of Russia of a ship repair enterprise within the framework of innovative marine development activities – apatito: KSC RAS. p. 135. Available Mode: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=44666117> (date of 17.12.2024 request). (In Russ.)
15. Turchaninova T.V., Khrapov V.E. (2022). The ship repair enterprises of the Primorsk region of private digital transformation: the problems of the perspective of the year – decreased by the root. Institute of Problems of apatity of economic year. Very. Luzin, FITZ KSC RAS. P. 151. doi:10.37614/978.5.91137.463.1, ISBN 978-5-91137-463-1. Available Mode: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48559429_81831033.pdf (accessed 11.10.2024). (In Russ.)
16. Khrapov V.E., Khrapova T.V. (2002). At the enterprise, market transformations ship repair: textbook. help – Murmansk: Maximum. p. 358 (In Russ.)
17. Khrapov V.E. [and others]. (2024). Activity of the air basin of the fisheries trend in the V. year: problems of the perspective of the year. Monograph – apatito: KSC RAS Publishing House FITZ. P. 193. ill. ISBN 978-5-91137-506-5 // available Mode: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67685866> (date of 13.10.2024 request). (In Russ.)
18. Khrapova V.E., Turchaninova T.V., Khrapova T.A. (2012). Ship repair enterprises: planning, organization, economics. 2 textbooks in parts of V. – Murmansk: this is decreasing-MGTU roots. P-1. 300с: live.; P-2. 258с.: ill. ISBN 978-5-86185-685-0 (p.1.), ISBN 978-5-86185-686-7 (p.2.), ISBN 978-5-86185-684-3. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Zaglubotsky P.M. (1968). Scientific Organization of the fishing fleet for repairs. – Moscow: Food industry. 291p. (In Russ.)
2. II conference “Ship repair, modernization, components”, 09/26/2023. / Available Mode: <https://rus-shipping.ru/ru/prof/news/?id=51710> (date of 18.11.2024 request). (In Russ.)
3. III conference “Ship repair, modernization, components”, 09/16/2024. / Available Mode: https://invest.nashsever51.ru/list_item/anons/iii-konferentsia-sudoremont-modernizatsia-komplektuiushchie (date of 11.10.2024 request). (In Russ.)
4. Adjustment of the development strategy of the Arctic zone of Russia // Access Mode: <https://tass.ru/politi>

Материал поступил в редакцию/ Received 26.03.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.03.2025



Экологический долг: в теории и на практике

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-36-42>

EDN: YTKFBN

Научная статья УДК 504.05

Титова Галина Дмитриевна – доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, Россия

E-mail: gdtitova1939@yandex.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. В статье обсуждаются проблемы оценки экологического долга на примере промышленного рыболовства в прибрежных морях России. Раскрыта понятийная суть этого процесса. Дано определение «горячие точки» в применении к оценке экологического долга и услуг морских экосистем. Обоснована необходимость использования в основе всех программ и проектов комплексного управления морской деятельностью в прибрежных морях России концепции экоцентричного развития, в которой закреплена концепция экологического долга. Показано, что при принятии решений, связанных с новыми инвестициями в промышленном рыболовстве, необходима разработка долгосрочных стратегий и программ комплексного морепользования. При разработке их важно избежать злободневной проблемы, которая в среде экономистов-экологов носит название «дискриминация дисконтирования».

Ключевые слова: экологический долг, промышленное рыболовство, «горячие точки» на морском арктическом побережье России

Для цитирования: Титова Г.Д. Экологический долг: в теории и на практике // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 36–42. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-36-42>

ENVIRONMENTAL DEBT: IN THEORY AND IN PRACTICE

Galina D. Titova – Doctor of Economics, Professor, Chief Researcher, State Science Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia

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

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

Annotation. The article discusses the problems of assessing environmental debt using the example of industrial fishing in the coastal seas of Russia. The conceptual essence of this process is revealed. The definition of “hot spots” is given in application to the assessment of ecological debt and services of marine ecosystems. The necessity of using the concept of ecological development, which enshrines the concept of ecological debt, as the basis for all programs and projects of integrated management of marine activities in the coastal seas of Russia, is substantiated. It is shown that when making decisions related to new investments in industrial fisheries, it is necessary to develop long-term strategies and programs for integrated marine management. When developing them, it is important to avoid a topical problem that is called “discounting discrimination” among environmental economists.

Keywords: environmental debt, industrial fishing, «hot spots» on the Arctic coast of Russia.

For citation: Titova G.D. (2025). Environmental debt: in theory and in practice. // Fisheries. No. 3. Pp. 36–42. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-36-42>

Рисунки и таблица составлены автором / The drawings and table are compiled by the author

ВВЕДЕНИЕ

Экологический долг – понятие, которое определяет, насколько экономно люди используют ресурсы планеты. В статье автор дает характеристику понятию «экологический долг» в виде «горячих точек» на морских побережьях России. В проекте ЮНЕП/ГЭФ [1] под «горячими точками» понимаются:

- источники или виды деятельности человека (или локальное суммарное воздействие), которые неблагоприятно отражаются на здоровье человека, состоянии экосистем, их биологическом разнообразии, устойчивости, что влечет за собой негативные экономические последствия (снижение промысловых запасов, рекреационного потенциала, повышение профессиональной заболеваемости и т. д.), вызывая необходимость принятия мер по уменьшению либо ликвидации негативного воздействия;
- прибрежные районы Северного Ледовитого океана, где, в результате техногенного воздействия, формируются условия, которые неблагоприятно отражаются на состоянии экосистем, их биологическом разнообразии, устойчивости, что влечет за собой негативные экономические последствия, вызывая необходимость принятия мер по уменьшению или ликвидации вредного воздействия.

Эксперты [2; 3] выделили более 100 «горячих точек» (импактных районов) в Российской Арктике, связанных преимущественно с промышленным производством и наличием объектов накопленного экологического ущерба (рис. 1). В этот список вошли «горячие точки», в которых экологическая обстановка достигла кризисного или предкризисного состояния

УЧЕТ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ДОЛГА В СТРАТЕГИЧЕСКОМ ПЛАНИРОВАНИИ МОРСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

В условиях быстрого роста экологических угроз здоровью морских экосистем чрезвычайно важно, чтобы в основе всех программ и проектов комплексного управления морской деятельностью в прибрежных морях России лежала концепция экоцентрического развития, в которой закреплена концепция экологического долга. Это в первую очередь касается

морской деятельности в арктических морях с наиболее уязвимыми экосистемами.

На то, чтобы именно экологическая составляющая стала ключевым лейтмотивом деятельности человека на Крайнем Севере, неоднократно обращал внимание Президент России В.В. Путин, выступая на международных конференциях «Арктика – территория диалога» [4].

Ответ на вопрос, как выполнить это требование на практике, В.В. Путин дал ответ на заседании Совета безопасности РФ (20.11.2013), посвященного решению проблемы обеспечения национальной безопасности в сфере охраны окружающей среды и природопользования [5]. В своем докладе Президент акцентировал внимание на том, что в стратегии экологической безопасности России до 2025 г. должны найти отражение полноценный механизм экологических платежей и другие механизмы охраны природы, которые «использует весь цивилизованный мир».

По мнению Президента, будущая стратегия должна объективно оценить пороговые показатели экологической безопасности, реальные внешние и внутренние экологические угрозы и обосновать долгосрочные меры по их нейтрализации. Для этого горизонт прогнозов изменения состояния окружающей среды должен составлять не менее 10-15 лет.

Особое внимание, заявил В.В. Путин, должно быть обращено на экологическую безопасность российской арктической зоны, соблюдение в ней международных экологических обязательств и устранение необоснованно затянувшегося присоединения России к экологическим программам ООН.

Действительно, в России используется далеко не весь арсенал средств и методов защиты морских экосистем, применяемых западными странами. Это касается, прежде всего, инструментария экономической защиты. Поэтому лица, принимающие решения по интегрированному управлению морепользованием в нашей стране, менее, чем их коллеги за рубежом, информированы о «цене» экологических последствий своих решений. Недостаточная информированность управленцев существенно ограничивает возможность использования принципа предосторожности в планировании морской деятельности. Хотя этот принцип и относится к международным



Рисунок 1. Карта «горячих точек» российской Арктики
Figure 1. Map of the «hot spots» of the Russian Arctic

обязательствам России в сфере экологически безопасного природопользования [6]. Автор попытался пояснить, чем грозит игнорирование Россией принятых в мире экономических методов защиты морских экосистем, в основе которых лежит ценностная оценка природного капитала и услуг экосистем, а также принцип предосторожности.

ЧЕМ ГРОЗИТ РОССИИ ИГНОРИРОВАНИЕ ЭКОНОМИЧЕСКИХ МЕТОДОВ ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ АРКТИЧЕСКИХ ЭКОСИСТЕМ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ЗАПАДНЫМИ СТРАНАМИ

В настоящее время в международных отношениях все шире используются такие понятия как «экстерналии», «интернализация экстерналий», «платежи за услуги экосистем», «экологический донор», «экологический долг», «долги в обмен на природу» и др., связанные с ценностными оценками услуг экосистем. Все перечисленные понятия относятся к экономическому механизму защиты окружающей среды, формирующемуся в концепции устойчивого развития, принятой на Конференции ООН по охране окружающей среды в Рио-де-Жанейро (1992). Они закреплены в правовых актах по охране окружающей среды практически у всех западных стран, а также – в методиках и руководствах по правилам применения новых понятий в системах управления природопользованием. В мире уже формируются рынки услуг экосистем, потенциал

которых достаточно велик. Так, по экспертным оценкам, рынок генетических ресурсов и экотуризма уже сегодня превышает рынки морепродуктов и древесины. На повестке дня – рынки ассимиляционной емкости экосистем, их средообразующие функции и трансграничные переносы [7].

К сожалению, в России проблема ценностной оценки природного капитала и услуг экосистем¹ до сих пор обсуждается в основном в научных кругах и далека от выхода в практику. Вместе с тем, по оценкам UNEP, совокупный вклад средообразующих услуг экосистем Севера России в поддержание глобальной устойчивости достигает 10-12% [8]. То есть, Россия является экологическим донором планеты. При

том, что экологическая ситуация на побережьях некоторых арктических морей оценивается как катастрофическая, несущая серьезные угрозы для здоровья морских экосистем Арктики (см. рис. 1).

Обсуждая проблему экологического долга, нельзя забывать еще одно обстоятельство: в настоящее время правила игры на геополитической карте мира задают злостные экологические должники, используя в борьбе за обладание мировыми природными ресурсами такое оружие, как экологический шантаж (см. рис. 2). Орудием шантажа могут оказаться ценностные оценки услуг экосистем, находящихся в совместном пользовании разными странами, платежи за трансграничные ресурсы (водные и воздушные переносы загрязнений, мигрирующие водные биоресурсы и т.д.) и другие из приведенных выше понятий, в методах оценки и практического использования которых наша страна значительно отстает от развитых стран.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ ДОЛГ: ЗАЧЕМ ЕГО ЗНАТЬ И КАК ИСПОЛЬЗОВАТЬ ЗНАНИЯ О НЕМ

Среди управленцев, занимающихся комплексным управлением прибрежными зонами, а в последние годы – и морским пространственным планированием, распространено мнение, что принятая процедура ОВОС достаточна для того, чтобы устранить экологические угрозы от планируемой хозяйственной деятельности.

¹ Экосистемные услуги – это блага, которые люди бесплатно получают из окружающей среды при нормальном функционировании экосистем.

Но практика свидетельствует об ином: несмотря на меры, принимаемые в последние 40 лет по противодействию деградации морских экосистем, тенденции деградации не только не уменьшаются, но и продолжают нарастать. Это происходит по нескольким причинам.

Во-первых, исследователи недостаточно осведомлены о реакции экосистем (и особенно морских) на антропогенные воздействия, чтобы принять надежные превентивные меры. При современном уровне знаний все попытки теоретиков и практиков обнаруживать признаки краха морской экосистемы пока не более успешны, чем усилия финансистов предсказывать крах фондовых рынков.

Во-вторых, сформировавшийся после Стокгольмской Конференции ООН (1972) механизм компенсации экологического ущерба по принципу «загрязнитель – платит», способен компенсировать лишь 1/10 реальной его суммы [9]. Механизм сориентирован на учет платежеспособности бизнеса и носит щадящий для него характер. При господстве технократической концепции никто не понуждает бизнес принять на себя ответственность за состояние окружающей среды, сообразно причиняемому ей вреду. Мало кто из представителей бизнеса в России осведомлен о том, что стоимость глобальных экстерналий, т.е. оказываемых экосистемами услуг, многократно превышает суммы, направляемые на компенсацию ущерба. По оценкам ЮНЕП, уже в 2008 г. услуги планетарных экосистем, скрытые для экономики, составили около 7 трлн долл. США (или 11% мирового ВВП) [10].

Для снижения темпов нарастания экологической задолженности, на Конференции ООН по охране окружающей среды и развития в Рио-де-Жанейро (1992) был поддержан экономический механизм защиты окружающей среды, позволяющий современем вывести Природу из пассивной роли в экономике и распространить на нее правила использования и охраны, принятые для других национальных активов, в частности, физического (рукотворного) капитала

(см. гл. 8 «Учет вопросов окружающей среды и развития в процессе принятия решений» Повестки дня на XXI век).

Основной целью, принятой в Рио-1992 концепции устойчивого развития, стало увеличение экологического долга в процессе экономического роста. После Рио-1992 некомпенсированный экологический долг стал рассматриваться как накапливаемый, на который следует распространять все правила обращения с долгами в экономике, т.е. использование процентов при несвоевременном погашении. Была поставлена задача научиться измерять растущий экологический долг и соответствующим образом использовать эту информацию в практике охраны окружающей среды и природопользования. Если долг не погашается, он должен капитализироваться, вычитаться из оценочной стоимости природного капитала в системе национальных богатств, а к субъекту хозяйственной деятельности должны применяться адекватные претензии за вред, причиняемый природному капиталу.

То есть, если говорить о морских экосистемах на языке экономики, то они, вместе с обитающими в них гидробионтами и возможностью оказывать другие экологические услуги (сохранение биоразнообразия и генетической

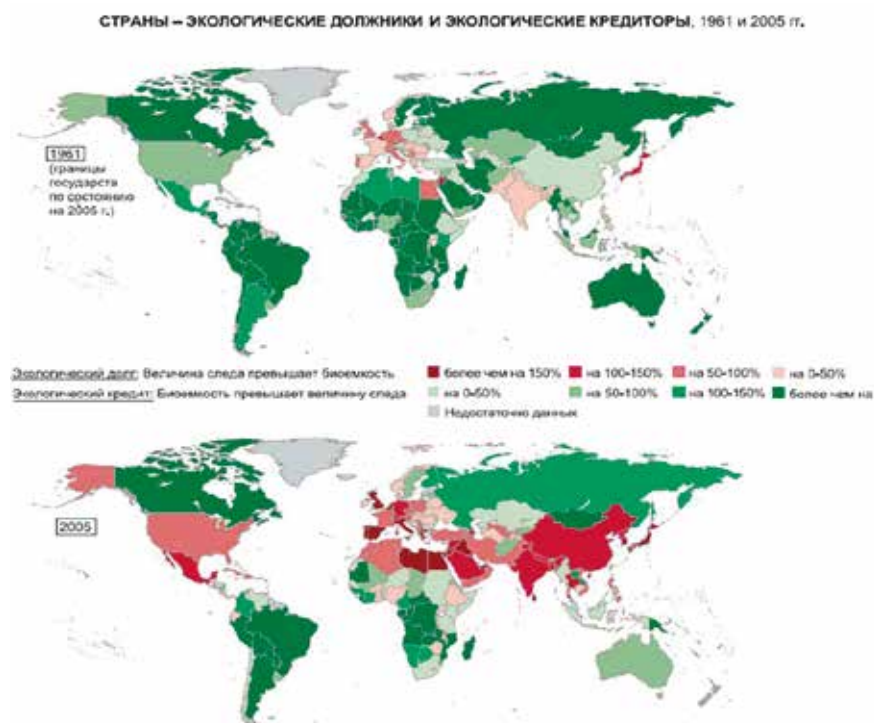


Рисунок 2. Страны – экологические должники и экологические кредиторы в 1961 и 2005 годы

Figure 2. Environmental debtor and creditor countries in 1961 and 2005

библиотеки, обеззараживания загрязнений, влияние на климат, депонирование CO₂ и т.п.), представляют своего рода капитальный вклад, дарованный природой, который, как любой капитал, при желании можно выразить в денежной или иной ценностной форме и распространить на него те же принципы, что и при управлении физическим капиталом: оценку изношенности (амортизация), оценку экологического долга при причинении вреда и начисление процентов при несвоевременном погашении долга и т.д.

Понятие экологического долга с позиций концепции устойчивого развития, принятой в Рио-1992, в России впервые было сформулировано К. Гофманом и Е. Рюминой. Исследуя кредитные отношения общества и природы согласно этой концепции, исследователи и определили экологический долг следующим образом: «Если взять за точку отсчета состояние окружающей среды, при котором она характеризуется способностью к полному самовосстановлению, то изменение этого состояния, обусловленное, в основном, развитием экономической деятельности, и есть экологический долг» [10]. Говоря об экологическом долге, они имели в виду не абсолютную его величину, а «приращение» в результате конкретной хозяйственной деятельности. Хотя, полагают авторы, воспринимать денежные обязательства общества перед природой следует с большой долей условности, все же они в чем-то близки понятию внешнего государственного долга, а правильнее сказать – экстерналиям². Приращение их ведет к накоплению задолженности и нарушению целостности экосистем. Говоря о возврате экологического долга, имеется в виду восстановление целостности функций экосистемы, утраченных от антропогенной деятельности.

Ситуация, когда экономический рост увеличивает экологический долг, может быть интерпретирована как кредитование экономического развития за счет природного амортизационного фонда. Эти кредиты должны быть краткосрочными, т.к. при длительном накоплении экологический долг может достигнуть критических величин.

При оценке экологического долга предлагается рассматривать два аспекта управления долгом – на макро- и микроуровнях [11]. На макроуровне, как уже отмечалось, это уменьшение на сумму экологического долга национального богатства. На микроуровне экологический долг возникает от конкретной хозяйственной деятельности или от ре-

ализации того или иного проекта. Его связь с жизненным циклом внедряемого новшества и нормами дисконтирования показана на рисунке, демонстрирующем, как проявляет себя экологический долг во время жизненного цикла нововведения. Видно, что накопленный до реализации нового хозяйственного проекта экологический ущерб сохраняется на прежнем уровне, поскольку бизнесмену вменяется обязанность компенсировать только вред, причиняемый его деятельностью по щадящему для него режиму, без учета услуг экосистемы. На практике это приводит к тому, что к накопленному ранее экологическому долгу добавляется возросший новый. И уровень его можно определить только на основе ставок дисконта, учитывающих длительность природных циклов, свойственных данной экосистеме, что не учитывается на практике. Рисунок демонстрирует, как возникают новые экстерналии, вследствие расхождения частных и общественных интересов в природопользовании.

Обсуждая проблему расширения масштабов морской деятельности, связанную с новыми инвестициями и приемами дисконтирования, нельзя оставить в стороне и такую злободневную тему, которая в среде экономистов-экологов носит название «дискриминация дисконтирования» [14]. Для исключения этого явления требуется приведение затрат и выгод, возникающих в любом планируемом году инвестирования капитала, к текущему моменту обычно используется следующая формула:

$$PV = FV / (1 + r)$$

где: PV – текущая стоимость будущих выгод или затрат (FV); r – ставка дисконтирования; t – период получения выгод или возникновения затрат.

Аналогичные приемы дисконтирования используются и при оценке потерь биоразнообразия и роста вследствие этого экологического долга.

Бизнес ориентирован на быструю отдачу от вложений и краткосрочные инвестиции. Поэтому традиционно применяет высокие ставки дисконтирования, чаще на уровне 4%, но иногда 8-10%.

Вместе с тем, высокие нормы дисконта стимулируют и ускоряют разработку (добычу, эксплуатацию) запасов как возобновляемых, так и не возобновляемых природных ресурсов, создавая угрозу их полного истощения. В то же время большинство экологических инвести-

² Экстерналии – это побочные результаты экономической деятельности, которые влияют на благосостояние третьих лиц, не участвующих непосредственно в этой деятельности.

ций, связанных с восстановлением качества деградировавших природных экосистем, приносят отдачу, как правило, в отдаленной перспективе. Хотя, чем выше норма дисконта, тем большее бремя издержек ложится на будущие поколения, а результаты присваиваются нынешним, что противоречит концепции устойчивого развития.

На важность изучения проблемы дисконтирования в решении программ охраны природы обращается внимание в документах UNEP, подготовленных по заказу ООН и Еврокомиссии [12]. К примеру, применение 5%-ой ставки дисконта приводит к выводу, что потери биоразнообразия в последующие 50 лет будут оценены только как 1/7 от тех же потерь сегодня (см. табл.).

Расчеты также убедительно показывают, что если живущие ныне хотят, чтобы их потомки могли получать природные блага также, как и нынешнее поколение, то дисконтная ставка по оценке выгод экосистем, за рассматриваемый период времени, должна быть нулевой.

Из анализа и дискуссий по проблеме дисконтирования в решении экологических задач следует важный вывод – нельзя игнорировать эту проблему, следует искать ее решение.

Для специалистов, далеких от экономики, возникают законные вопросы, а какую пользу принесут знания об экологическом долге, о «дискриминации дисконтирования» в отношении экологических инвестиций, не обернутся ли эти знания для бизнеса новыми денежными обременениями. Безусловно, знания несут для бизнеса определенные неудобства, поскольку значительно повышают экологические требования. Но главное назначение их в другом – расширить информационную возможность для воплощения на практике принципа предосторожности в управлении морской деятельностью, вооружив управленцев новыми весомыми аргументами против принятия малообоснованных экологических решений и лучшего осознания, в понятных для них денежных измерителях, уровня экологических угроз.

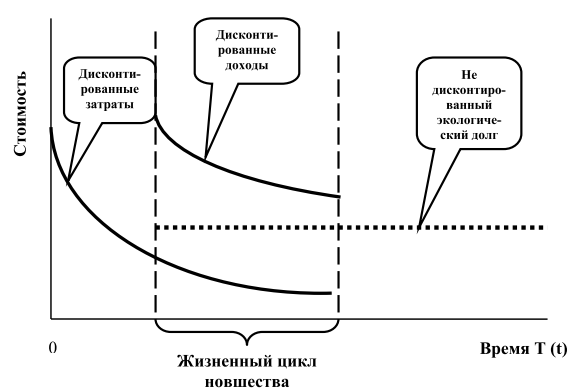


Рисунок 3. Жизненный цикл новшества и сохранение недисконтированного экологического долга

Figure 3. The life cycle of innovation and the preservation of undiscounted environmental debt

ВЫВОДЫ

Проведенный в статье анализ проблемы экологического долга позволяет автору сделать следующие выводы:

1. Главная цель оценки экологического долга состоит не в замене принятых методов его оценки, а в использовании в качестве аргумента в защиту живой природы, который был бы понятен управленцам, принимающим решения на разных уровнях государственной власти.
2. Следует не только изучить методы защиты национальных интересов России на глобальном рынке экосистемных услуг, используя знания об экологическом долге, реальной ценности биоемкости планеты и услуг морских экосистем, но и научиться грамотно применять на практике эти и другие понятия, из накопленного в мире, арсенала экономических средств защиты природы.
3. Важно не только понять, что главное назначение концепции экологического долга

Таблица. Различия в ценности потока наличности в 1 млн руб. за 50 лет, в зависимости от уровня ставок дисконтирования / **Table.** Differences in the value of a cash flow of 1 million rubles over 50 years, depending on the level of discount rates

Поток наличности в данном году, млн. руб.	Ежегодная ставка дисконтирования, %	Настоящая ценность потока наличности через 50 лет, тыс. руб.
1,0	4	141
1,0	2	372
1,0	1	608
1,0	0,1	951
1,0	0	1 000

и выстраивание правильного вектора морепользования в прибрежных экосистемах и снижения уровня экологических угроз, но и стать равным партнером на формирующихся в мире рынках экологических услуг.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Программа ООН по окружающей среде. Диагностический анализ состояния окружающей среды арктической зоны Российской Федерации: Расширенное резюме. – М.: Науч. мир, 2011.
2. Соколов Ю.И. Арктика: к проблеме накопленного экологического ущерба // Арктика: экология и экономика № 2 (10). 2013. С. 18-27.
3. Евсеев А.В., Красовская Т.М. «Горячие точки» Российской Арктики // Вестник МГУ. Сер. География, 2010. № 5. С. 48-54.
4. http://narfu.ru/upload/other/territory_dialog.pdf
5. <http://news.kremlin.ru/news/19655>
6. Титова Г.Д. Принцип предосторожности в стратегическом планировании морепользования: экономические аспекты // Доклады XII Общероссийского форума «Стратегическое планирование в регионах и городах России: выстраивая систему» / Под. ред. Б. С. Жихаревича. – СПб: Леонтьевский центр. 2014. С. 93-97.
7. Павлов Д.С., Букварева Е.Н. Средообразующие функции живой природы и экологическая концепция природопользования // В «Экономика экосистем и биоразнообразия: потенциал и перспективы стран Северной Евразии: Материалы совещания «Проект ТЕЕВ – экономика экосистем и биоразнообразия: перспективы участия России и других стран ННН». – М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2010. С. 7-19.
8. UNEP. Toward a market-based financial mechanism to support biodiversity and development. The GDM 2010 Initiative Report / An information document for the 10th Conference of the Parties of the Convention on Biological Diversity. – Nagoya, Japan, 18-29 October. 2010. 48 p.
9. Стратегия и проблемы устойчивого развития России в XXI веке (под ред. А.Г. Гранберга, В.И. Данилова-Данильяна, М.М. Цыканова и Е.С. Шопхоева). – М.: «Экономика». 2002. 414 с.
10. Гофман К.Г., Рюмина Е.В. Кредитные отношения общества и природы // Экономика и мат. методы. – М.: 1994. Т. 30. вып. 2. С. 17-32.
11. Рюмина Е.В. Экономические аспекты управления экологическим долгом // Экономика природопользования. – М.: 2007. № 6. С. 17-21.
12. Титова Г.Д. Концепция экологического долга: развитие и возможные направления использования на практике // Региональная экология. 2016. № 1 (43). – С. 7-14.
13. Титова Г.Д. Механизм смягчения риска и неопределенности экологических инвестиций // Межвузовский сборник научных трудов «Экология России: на пути к инновациям». – Астрахань: Астраханский гос. Университет. 2014. Вып. 10.
14. Глазырина И.П. Принцип «загрязнитель платит» и экологически неравноценный обмен // Вестник ЗабГУ. 2016. № 3. С. 93-100.
1. The United Nations Environment Programme. Diagnostic analysis of the state of the environment of the Arctic zone of the Russian Federation: An extended summary. Moscow: Nauch. Mir. 2011. (In Russ.).
2. Sokolov Yu.I. (2013). The Arctic: towards the problem of accumulated environmental damage // The Arctic: Ecology and Economics No. 2 (10). Pp. 18-27. (In Russ.).
3. Evseev A.V., Krasovskaya T.M. (2010). «Hot spots» of the Russian Arctic // Bulletin Of The Moscow State University. Ser. Geography. – No. 5. – Pp. 48-54. (In Russ.).
4. http://narfu.ru/upload/other/territory_dialog.pdf
5. <http://news.kremlin.ru/news/19655>
6. Titova G.D. (2014). The precautionary principle in strategic planning of marine use: economic aspects // Reports of the XII All-Russian Forum «Strategic Planning in the regions and cities of Russia: building a system» / Edited by B. S. Zhikharevich. St. Petersburg: Leontief Center, Pp. 93-97. (In Russ.).
7. Pavlov D.S., Bukhareva E.N. (2010). The environment-forming functions of wildlife and the ecocentric concept of nature management // In the Economics of Ecosystems and Biodiversity: Potential and Prospects of the Countries of Northern Eurasia: Materials of the Meeting, the TEEV Project – Economics of Ecosystems and Biodiversity: prospects for the participation of Russia and other IUU countries.» – М.: Publishing House of the Center for Wildlife Conservation. Pp. 7-19. (In Russ.).
8. UNEP (2010). Toward a market-based financial mechanism to support biodiversity and development. The GDM 2010 Initiative Report / An information document for the 10th Conference of the Parties of the Convention on Biological Diversity. Nagoya, Japan. 48 p.
9. Strategy and problems of sustainable development of Russia in the 21st century (edited by A. G. Granberg, V. I. Danilov-Danilyan, M. M. Tsukanov and E. S. Shokhoyev). (2002). Moscow: Ekonomika Publ. 414 p. (In Russ.).
10. Hoffman K.G., Ryumina E.V. (1994). Credit relations between society and nature // Economics and math. methods. Vol. 30, issue 2. Pp. 17-32. (In Russ.).
11. Ryumina E.V. (2007). Economic aspects of environmental debt management // Economics of environmental management. No 6. Pp. 17-21. (In Russ.).
12. Titova G.D. The concept of ecological debt: development and possible directions of use in practice // Regional Ecology. 2016. No. 1 (43). – Pp. 7-14. (In Russ.).
13. Titova G.D. (2014). A mechanism for mitigating the risk and uncertainty of environmental investments // Interuniversity collection of scientific papers «Ecology of Russia: on the way to innovation.» Astrakhan: Astrakhan State University. Issue 10 (In Russ.).
14. Glazyrina I.P. (2016). The «polluter pays» principle and the ecologically unequal exchange // Bulletin of ZabGU. No. 3. Pp. 93-100. (In Russ.).

Материал поступил в редакцию/ Received 19.05.2025

Принят к публикации / Accepted for publication 22.05.2025



Исследование штормовых выбросов двустворчатых моллюсков на побережье Амахтонского залива Тауйской губы Охотского моря

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-43-51>

Научная статья УДК 639.22/.23

EDN: ZEATLU

Жарников Вячеслав Сергеевич – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник отдела аквакультуры беспозвоночных, Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО), Москва, Россия
E-mail: zharnikov@vniro.ru

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

Адреса:

1. Государственный научный центр Российской Федерации Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО) – 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19
2. Северо-Восточный государственный университет – 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 13
3. Дагестанский государственный университет – 367025, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а

Аннотация. В районе пос. Тауйск Амахтонского залива Тауйской губы Охотского моря в конце октября 2020 г. произошел массовый выброс двустворчатых моллюсков в прибрежной полосе длиной 1,2-1,5 км, шириной 1,5-15 м. Для определения причин этого явления были рассмотрены антропогенный (наличие свалки, расположенной недалеко от района выбросов моллюсков) и естественный (сильный шторм, сизигийный отлив и повышенная температура воды) факторы. На всем побережье были обнаружены только два вида двустворчатых моллюсков: спизула войи (*Spisula voyi*) и силиква острая (*Siliqua alta*) в соотношении численности и массы видов 0,59:0,41 и 0,65:0,35 соответственно. Рассматриваются размеры, возраст и количество промысловых моллюсков, выброшенных на берег. На обследованном участке побережья ($S=6075 \text{ м}^2$) общее количество силиквы острой, в возрасте от 2 до 9 лет, оценено в 16,6 т, спизулы войи, в возрасте от 2 до 10 лет, – в 31,2 тонн.

Ключевые слова: штормовые выбросы, гидрологические факторы, сизигийный отлив, спизула войи, силиква острая, размерная и возрастная структуры

Для цитирования: Жарников В.С., Смирнов А.А. Исследование штормовых выбросов двустворчатых моллюсков на побережье Амахтонского залива Тауйской губы Охотского моря // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 43–51. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-43-51>

STUDY OF STORM RELEASES OF BIVALVE MOLLUSKS ON THE COAST OF AMAKHTON BAY, TAU I BAY, SEA OF OKHOTSK

Zharnikov Viacheslav Sergeevich – Candidate of Biological Sciences, Senior researcher, Department of invertebrate aquaculture, The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia

Andrey A. Smirnov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East, The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO); Professor of the Department of Exact and Natural Sciences, Northeastern State University (Northeastern State University); Professor of the Department of Ichthyology, Dagestan State University (DSU), Moscow, Russia

Addresses:

1. The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – 19 Okruzhny Proezd, Moscow, 105187
2. Northeastern State University – Russia, 685000, Magadan, Portovaya St., 13
3. Dagestan State University – Russia, 367025, Makhachkala, Gadzhieva str., 43a

Annotation. In the area of the village. At the end of October 2020, there was a massive release of bivalve mollusks in a coastal strip 1.2-1.5 km long, 1.5-15 m wide. To determine the causes of this phenomenon, anthropogenic (presence of a landfill located near the area of mollusk releases) and natural (strong storm, spring tide and elevated temperature) occurred water factors. On the entire coast, only two species of bivalve mollusks *Spisula voyi* and *Siliqua alta* were found in the ratio of the number and mass of species 0.59:0.41 and 0.65:0.35, respectively. The size, age and number of commercial shellfish washed ashore are considered. On the surveyed section of the coast ($S = 6075 \text{ m}^2$), the total amount of *Siliqua alta*, aged from 2 to 9 years, was estimated at 16.6 tons, *Spisula voyi*, aged from 2 to 10 years, was estimated at 31.2 tons.

Keywords: storm emissions, hydrological factors, spring ebb, *Siliqua alta*, *Spisula voyi*, size and age structure

For citation: Zharnikov V.S., Smirnov A.A. (2025). Study of storm releases of bivalve mollusks on the coast of Amakhton Bay, Tau I Bay, Sea of Okhotsk // Fisheries. No. 3. Pp. 43–51. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-43-51>

Рисунки – авторские / The drawings was made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Тауйская губа относится к наиболее продуктивным районам северной части Охотского моря и является одним из важнейших районов воспроизводства крабов, креветок, моллюсков и других животных [1]. В пределах губы относительно хорошо обособлены такие крупные заливы, как Амахтонский, Мотыклейский и Одян [2].

Амахтонский залив образован вследствие проникновения моря в понижения между передовыми горными цепями и характеризуется наличием впадающих в него крупных рек, таких как Армань, Ойра, Яна и Тауй. Воды его опреснены до 27‰ [3]. Литераль здесь хорошо выражена лишь в западной части залива в районе между р. Яна и Тауй. Сублитеральная зона до глубины 15 м в западной части Амахтонского залива характеризуется протяжённостью около 20 км с доминированием здесь илистых

и песчаных грунтов. Малые глубины, протяжённость литерально-сублитеральной зоны, вынос биогенных реками и илисто-песчаные типы грунтов, определяют высокую продуктивность этого участка для группы закапывающихся моллюсков, создавая здесь концентрации их поселений. Выходы крупных рек Яна и Тауй способствуют понижению солёности воды и таким образом защищают двустворчатых моллюсков от хищников (крабов, морских звезд), которые не переносят понижение солёности, что, в свою очередь, способствует повышению скопления здесь моллюсков.

Одним из основных составляющих биоценоза морской литорали Охотского моря являются двустворчатые моллюски. Участвуя в процессе (генезисе) прибрежного сообщества как фильтраторы и детритофаги, они являются одним из важнейших гарантов экологического равно-

весия [4]. В Охотском море двустворчатые моллюски составляют основу биомассы бентоса континентального шельфа, достигая в Притайском районе 36,8% от общей биомассы [5].

Двустворчатые моллюски – наиболее удобные объекты для мониторинга качества морской среды, которые при дыхании и питании пропускают через себя значительное количество морской воды. В процессе фильтрации животные аккумулируют загрязняющие вещества [6], при этом концентрация ксенобиотиков в тканях двустворчатых моллюсков может достигать высокого уровня [7].

На побережье Амахтонского залива 25 октября 2020 г. был обнаружен массовый выброс двустворчатых моллюсков в районе с. Тауйск (рис. 1). По данным Магаданского филиала ВНИРО (МагаданНИРО), масштаб выбросов в полосе побережья определен протяженностью 1,2-1,5 км, шириной 1,5-15 метров. Ученые объясняют эти выбросы природными факторами [8]. Природные явления, такие как сильная волновая активность, «красный прилив» и антропогенное загрязнение могли стать причиной выбросов двустворчатых моллюсков.

Цель работы – исследовать видовое разнообразие, размерную, возрастную и массовую характеристики двустворчатых моллюсков в штормовых выбросах на побережье Амахтонского залива Тауйской губы Охотского моря, а также определить причину вызванного явления.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

На западном побережье Амахтонского залива в районе с. Тауйск, находящегося между выходом двух крупных рек – Яны и Тауй, был проведен сбор материала из штормовых выбросов в период полного отлива с 25 по 27 октября 2020 г. (рис. 2). В это время, благодаря сизигийным приливо-отливным течениям, произошло освобождение от воды трех горизонтов литорали. Это позволило определить распространение штормовых выбросов двустворчатых моллюсков на литорали вдоль побережья длиной 1250 м и шириной от 1,5 до 15 м (в среднем около 5 м) (см. рис. 1).

Западное побережье Амахтонского залива представляет пологую зону осушки, простирающуюся во время отлива на 500-700 м от супралиторали (зона максимального прилива) до сублиторали (граница максимального отлива). Четких границ между горизонтами литорали на этом участке не наблюдалось. Границы литорали условно поделили по мере удаления от супралиторали к сублиторали вдоль пологой зоны осушки. На пяти разрезах через каждые 250 м вдоль берега делали станцию, где рамкой площадью 1/10 м² (32х32 см) отбирали

по 5 проб. Учётную рамку бросали случайным образом на литораль, где находились гидробионты. Все содержимое рамки собирали, а моллюсков, которые успели зарыться, выкапывали совком. В учётной рамке (1/10 м²) оценивалось проективное покрытие моллюсками на доле площади грунта, занятого животными. Кроме того, было оценено проективное покрытие моллюсков для всей станции (разреза) в целом. Проективное покрытие моллюсками, как в пределах отдельной пробы (рамки), так и на всей станции (разрезах) было оценено по фотографиям с применением программы анализа изображения ImageJ. Также провели исследование площади распространения штормовых выбросов на различных участках литорали.

Всех моллюсков тщательно промывали водой. Всего за период исследований собрано 25 проб и обработаны 717 экз. моллюсков. В каждой пробе определяли вид и возраст двустворчатых моллюсков по годовым кольцам нарастания, согласно методике И.А. Садыховой [9], и длину раковины особей штангенциркулем с точностью до 0,1 мм. Моллюсков взвешивали на электронных весах с точностью до 0,01 грамма. Полученные данные, пересчитанные на 1 м², были применены для вычисления средних значений плотности, биомассы животных и количества двустворчатых моллюсков, находящихся в штормовых выбросах на побережье.

Индивидуальный рост спизулы войи и силлики острой реконструировали путём изме-



Рисунок 1. Массовый выброс двустворчатых моллюсков на побережье Амахтонского залива в районе села Тауйск Тауйской губы Охотского моря (фото В.С. Жарникова)

Figure 1. Massive release of bivalve mollusks on the coast of the Amakhton Bay in the area of the village of Tauisk, Tauisk Bay of the Sea of Okhotsk (photo by V.S. Zharnikov)

рения расстояний между макушкой раковины и кольцами зимней остановки роста («размеры колец»). На основании измерений для каждого моллюска графическим способом оценивали величину углового коэффициента уравнения прямой линии, описывающей рост мидии и являющейся линеаризованной формой модели Берталанфи: $L_t = L_{\infty}(1 - e^{-k(t-t_0)})$, где L_t – длина раковины моллюска в возрасте t ; L_{∞} – «физиологически возможная» предельная длина раковины, мм; k – коэффициент, характеризующий скорость замедления процесса роста; t_0 – возраст, при котором длина раковины равна нулю. Угловой коэффициент b (тангенс угла наклона) модели Берталанфи, приведенной к виду прямой линии ($y = a + bx$), связан с коэффициентом k зависимостью: $k = -\ln b$ [10].

Согласно расчетам, темп роста моллюсков в штормовых выбросах Амахтонского залива выглядит следующим образом: для силиквы острой $L_t = 115(1 - e^{-0,16(t-0,3)})$ и спизулы войи $L_t = 103,55(1 - e^{-0,13(t-0,3)})$. Собранный материал статистически обработан с помощью про-

грамм Exel и Statistica 10.0. В тексте указана ошибка среднего.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для определения причин массового выброса двустворчатых моллюсков на побережье Тауской губы были рассмотрены антропогенные и естественные факторы. Неподалеку от места выброса сотрудники МагаданНИРО обнаружили свалку бытовых отходов в прибрежной водоохранной зоне моря. Специалисты отмечали, что наличие мусора может способствовать накоплению тяжелых металлов и микропластика в грунтах побережья и ухудшить условия обитания морских гидробионтов [8]. Однако отобранные пробы моллюсков, воды и грунта не подтвердили техногенную причину массового выброса животных.

Явления «красных приливов» в побережье Тауской губы не были описаны, однако такой феномен, при котором происходит резкая вспышка и развитие микроскопических водорослей динофлагеллят, диатомовых и других водорослей накапливающие токсины (нейротоксичную домоевую кислоту) отрицать нельзя [11]. С развитием глобального потепления «красные приливы» встречаются не только на побережье Приморья, но и у берегов Камчатки, Сахалина, и причиняют большой вред морским экосистемам, так как обуславливают дефицит кислорода в воде, появление в ней сероводорода и аммиака, способствуют возникновению заморных явлений и массовой гибели морских гидробионтов [12]. Однако местные жители поселка Тауйск охотно собирали и употребляли двустворчатых моллюсков в пищу, и случаев отравления зафиксировано не было.

Наиболее подходящая версия массового выброса моллюсков – это естественные гидрологические факторы. Исследования розы ветров Тауской губы привели нас к выводу, что южные и юго-восточные ветры, оказывающие воздействие на участок побережья длиной 1,25 км в районе с. Тауйск, где в штормовых выбросах были найдены в массовом количестве двустворчатые моллюски, имеют коэффициент Эйди 620 (см. рис. 2). От всей суммы розы ветров этот участок побережья имеет значение 38,5% и считается умеренно-повышенным районом по ветро-волновой активности [13]. Можно предположить, что не только открытость берега и преобладание ветрового волнения образовали «штормовые выбросы», но и множество других факторов. По данным ГИС (ЕСИМО), в октябре 2020 г. в северной части Охотского моря температура воды была несколько выше среднеемноголетней. Сильный шторм, сизигийный отлив и повышенная температура воды,

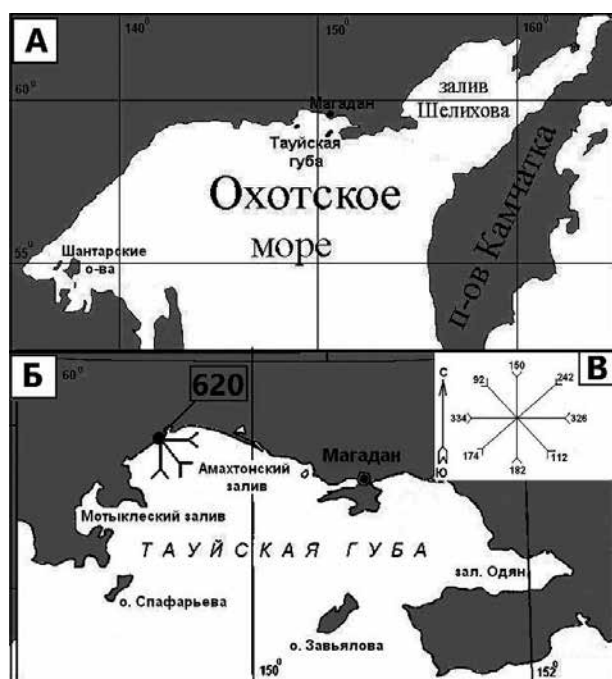


Рисунок 2. А и Б – карта-схема сбора проб двустворчатых моллюсков на побережье Амахтонского залива Тауской губы Охотского моря; В – роза ветров, выраженная в коэффициентах Эйди, на побережье Тауской губы

Figure 2. A and B – map diagram of the collection of samples of bivalve mollusks on the coast of the Amakhton Bay of the Taui Bay of the Sea of Okhotsk; B – wind rose, expressed in Eidi coefficients, on the coast of Tauskaya Bay

вкупе с пространственно-временным положением поселений моллюсков в грунте на западном побережье Амахтонского залива, были причиной массового выброса гидробионтов на берег в районе поселка Тауйск. Волны размывали поверхностную часть песочного грунта во время отлива в сублиторальной зоне. Обычно при вымывании двустворчатых моллюсков из грунта они могут снова закопаться в грунт, но из-за сильной ветро-волновой активности животные не сумели это сделать и стали уязвимыми при воздействии динамики вод.

По заявлению местных жителей, подобное явление происходило и за несколько лет до 2020 г., но объёмы выбросов моллюсков были в меньшем масштабе. Как известно, штормовые выбросы наглядно иллюстрируют разнообразие видов в прибрежных районах моря [14]. По данным К.В. Регель [15], в Тауйской губе обитает около 50 видов двустворчатых моллюсков. В наших пробах и в штормовых выбросах найдены только два вида двустворчатых моллюсков спизула войи *Spisula voyi* (Gabb, 1866) (*Mactromeris polynyma* Stimpson, 1860) и силиква острая *Siliqua alta* (Broderip et Sowerby, 1829) и (рис. 3 А, Б).

Силиква острая (*Siliqua alta*). Этот вид широко распространен в северной части Тихого океана [16] и отмечен на песчаной литорали дальневосточных морей [17]. Обитает в диапазоне глубин от литорали до 80 метров. В Охотском море достигает длины 160 мм и возраста 22 года [18]. Крупные раковины встречались в выбросах в устье р. Тауй, на Ольской косе и в Мотыклейском заливе. Имеет большое значение, как один из кормовых объектов прибрежных бентосоядных рыб (например, камбал) [15]. В Тауйской губе имеет промысловое значение, запас определен в размере 10020 т [14].

По данным И.А. Буяновского [19], скопления силиквы острой (острый клэм, морская бритва) в Охотском море отмечены на глубинах 4-25 м, средняя биомасса составляет 600 г/м² с плотностью скоплений 6–8 экз./м². Основные скопления расположены в Охотском море: в заливах Анива, Терпения, у восточного Сахалина и в Сахалинском заливе, у западной и восточной Камчатки, у Курильских, Командорских и Алеутских островов, в Беринговом море – в заливах Корфа и Олюторском [18]. Естественной границей скоплений силиквы острой вдоль изобат следует считать гравийно-галечные грунты и поселения морского ежа и звезд [20]. Силиква острая наименее изученная группа потенциально промысловых двустворчатых моллюсков на побережье Тауйской губы, поэтому основное внимание должно быть уде-



Рисунок 3. Фото спизулы войи *Spisula voyi* (А) силиквы острой *Siliqua alta* (Б) (фото В.С. Жарникова)

Figure 3. Photo of *Spisula voyi* (А) and *Siliqua alta* (Б) (photo by V.S. Zharnikov)

лено *Siliqua alta*, так как этот моллюск образует большие скопления, достигает больших размеров и растет относительно быстро.

Размерная и возрастная структура. Длина силиквы острой в выбросах колебалась от 31 до 93 мм, при среднем значении $64,8 \pm 0,4$ мм (рис. 4). Преобладали в пробах две размерные группы длиной раковины 55,1-60 мм (21,1%) и 75,1-80 мм (14,9%). Особи становятся половозрелыми в возрасте 5 лет (до 10%), но 100-процентная половая зрелость достигается к 8 годам [11]. Половозрелые особи в штормовых выбросах составили 50%.

В собранных пробах моллюсков в основном преобладала силиква острая в возрасте от 2 до

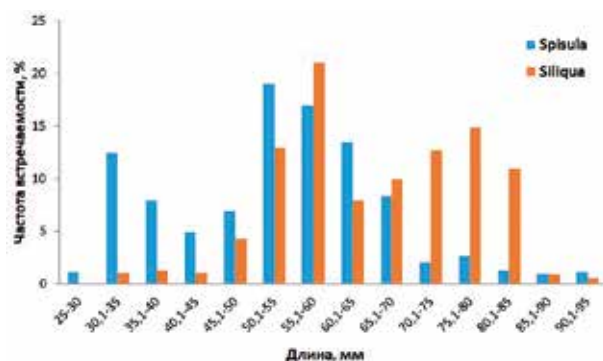


Рисунок 4. Частотное распределение по длине раковины силиквы острой и спизулы войи в штормовых выбросах в Амахтонском заливе Тауйской губы Охотского моря в 2020 года

Figure 4. Frequency distribution along the shell length of *Siliqua alta* and *Spisula voyi* in storm emissions in the Amakhton Bay of the Taiu Bay of the Sea of Okhotsk in 2020

9 лет с доминированием в возрасте 4 года (37%) и 6 лет (26,8%). В единичных экземплярах встречались моллюски в возрасте 2 лет (1,1%) и 9 лет (0,7%) (рис. 5). Наличие в поселении моллюсков с доминированием различных размерных групп, а также не всех генераций свидетельствует об автоциклических (не ежегодных) массовых пополнениях популяции молодью. Вероятно, отсутствие в выбросах силиквы острой в возрасте 0+ и 1+ свидетельствует о концентрации их на более низких глубинах, где они не были затронуты волновой активностью.

Рост. Согласно проведённым исследованиям, темп роста силиквы острой в штормовых выбросах подчиняется уравнению группового линейного роста (рис. 6) и выглядит следующим образом: $L_t = 115(1 - e^{-0,16(t - 0,3)})$.

Силиква острая растёт на протяжении всей жизни, но наиболее значительный ежегодный прирост длины раковины (в среднем более 10-16 мм) наблюдается у моллюсков в возрасте от 0+ до 3+ лет. В возрасте 4+ до 7+ лет, при длине раковины 55-80 мм, прирост раковины составляет 5-10 мм, а в возрасте более 8+ лет не превышает – 2-4 мм в год. Возрастные изменения прижизненной массы тела силиквы острой почти повторяют картину изменения длины раковины, но отличаются очень низкими величинами ежегодных приростов. В возрасте от 3+ лет характерно достижение максимальной величины прироста массы (более 12 г), в тот момент, когда прирост длины уже снижается (рис. 6, 7).

Размерно-массовая характеристика. Масса силиквы острой в штормовых выбросах колебалась от 2,6 до 85 г., средняя величина оставила $24 \pm 0,2$ г. (рис. 7). Показатель сте-

пени (3,5369) был больше 3, что, по мнению А.Ч. Ким и Р.Т. Гон [21], говорит о стабильности размерно-массовой характеристики данной группировки.

Общая масса силиквы острой, на обследованном участке побережья ($S=6075$ м²) в возрасте от 2 до 9 лет, оценена в 16,6 тонн. При промысловой длине 80 мм [22] и возрасте более 7+ лет, средняя масса 1 экз. силиквы острой составляет 47 граммов. От общего количества, выброшенной силиквы острой на берег, 12,5% моллюсков были промыслового размера и составили в масштабе штормовых выбросов 5,19 тонн.

Спизула войи или прибойный клэм (*Spisula voyi*). Широко распространён в северо-западной части Тихого океана, обитает на глубине 0-110 м [16] на песчаных грунтах. По-

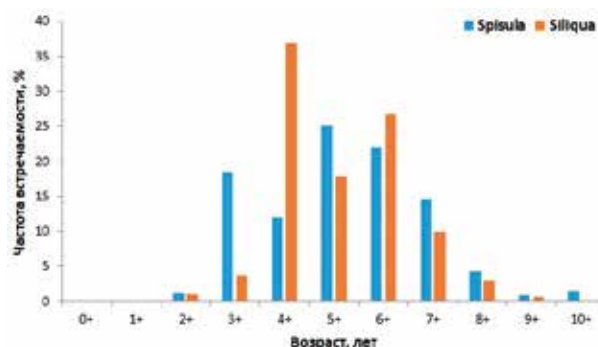


Рисунок 5. Частотное распределение по возрасту силиквы острой и спизулы войи в штормовых выбросах в Амахтонском заливе Тауйской губы Охотского моря в 2020 году

Figure 5. Frequency distribution by age of *Siliqua alta* and *Spisula voyi* in storm emissions in the Amakhton Bay of the Taiu Bay of the Sea of Okhotsk in 2020

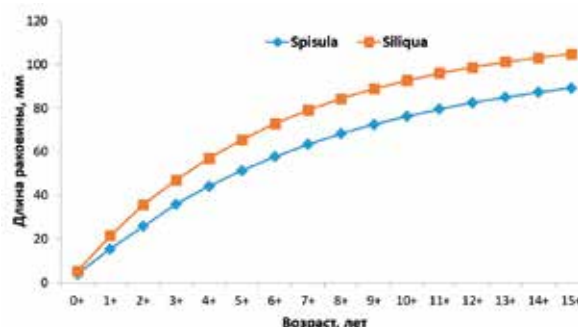


Рисунок 6. Рост силиквы острой и спизулы войи аппроксимирован уравнением Берталанфи

Figure 6. Growth of *Siliqua alta* and *Spisula voyi* approximated by Bertalanffy's equation

тенциальный промысловый объект [4]. Моллюски обитают в песчаном, гравийном, мелко-галечном, ракушечном грунтах в сублиторали, зарываясь в грунт до 15 см [22]. Максимальная длина раковины достигает 160 мм при возрасте 60 лет [23]. Этот моллюск в массовых количествах ранее отмечался в штормовых выбросах на северном побережье Охотского моря, в междуречье р. Яна – р. Тауй [4]. Добычу можно вести круглый год [20]. Известно, что спизула в значительном количестве встречается в совместных поселениях с силиквой [24], это подтверждают наши данные из штормовых выбросов.

Размерная и возрастная структура. По нашим данным, длина спизулы войи в штормовых выбросах колебалась от 25 до 94 мм, составив в среднем $53,4 \pm 0,3$ мм. Преобладали две размерные группы – длиной 30,1-35 мм (12,5%) и 50,1-65 мм (49,6%) (рис. 4).

В сборах встречалась спизула войи в возрасте от 2 до 10 лет. Доминировали моллюски в возрасте 3 года (18,5%) и 5-6 лет (47,1%). В единичных экземплярах встречались моллюски в возрасте 2 лет (1,2%) и 9-10 лет (2,3%) (рис. 5). Отсутствие в штормовых выбросах молоди моллюсков 0+ и 1+ лет свидетельствует об их концентрации на более низких глубинах, где волновая активность не оказывает влияние и не размывается грунт. Молодые моллюски не могут глубоко закопаться, поэтому сосредотачиваются глубже, чем их взрослые особи. Со временем спизула войи, достигнув возраста 2-3 лет, перемещается на мелководье, где лучше прогревается вода в летнее время и больше пищи. Доминирование двух размерных и возрастных групп у спизулы войи свидетельствует об автоциклических ежегодных массовых пополнениях популяции молодью и избирательной миграции моллюсков на мелководье. Первые особи спизулы войи становятся половозрелыми в возрасте 3 лет [22]. Вероятно, особи к этому времени перемещаются в сублиторальной зоне ближе к литорали, где вода в летнее время хорошо прогревается и наиболее благоприятна для размножения. В штормовых выбросах основная масса спизулы войи была половозрелой.

Рост. Темп роста спизулы войи в штормовых выбросах подчиняется уравнению группового линейного роста (рис. 5) и выглядит следующим образом: $L_t = 103,55(1 - e^{-0,13(t-0,3)})$.

Спизула войи (прибойный клэм) растёт на протяжении всей жизни. Наиболее значительный ежегодный прирост длины раковины (в среднем более 10-12 мм) наблюдается у моллюсков в возрасте от 0+ до 2+ лет. В возрасте от 3+ до 7+ лет, при длине раковины 35-65 мм, прирост раковины составляет 5-10 мм, а в возрасте более 8+ лет (более 65 мм) не превышает

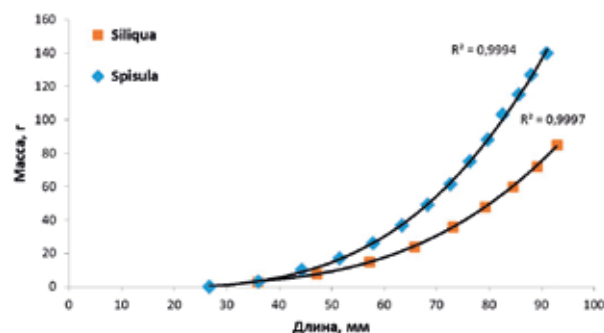


Рисунок 7. Размерно-массовая характеристика силиквы острой и спизулы войи в штормовых выбросах в Амахтонском заливе Тауйской губы Охотского моря в 2020 году

Figure 7. Size and mass characteristics of *Siliqua alta* and *Spisula voyi* in storm emissions in the Amakhton Bay of the Taiui Bay of the Sea of Okhotsk in 2020

ет 2-5 мм в год. Прирост массы у спизулы войи имеет обратную зависимость от увеличения длины моллюска. Так, в возрасте от 2+ лет характерно резкое увеличение прироста массы (более 7 г) и снижается – с увеличением прироста длины моллюска (рис. 6, 7).

Размерно-массовая характеристика. Масса 1 экз. спизулы войи (прибойного клэма) колебалась от 3,0 до 157 г, составив в среднем $31 \pm 0,3$ г (рис. 7). Общая масса спизулы войи в возрасте от 2 до 10 лет в штормовых выбросах на участке побережья ($S=6075$ м²) оценена в 31,2 тонн. Моллюски промыслового размера (более 8+ лет и 70 мм), средняя масса 1 экз. составила 68 граммов. Из общего количества, выброшенной на побережье спизулы войи, 8,3% составили особи промыслового размера с общей массой 9,62 тонн.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Соотношения численности и массы видов спизулы войи и силиквы острой в штормовых выбросах на побережье Амахтонского залива составило 0,59:0,41 и 0,65:0,35, соответственно. Как по численности, так и по массе, доминировала спизула войи. По данным специалистов МагаданНИРО, штормовой выброс на побережье Амахтонского залива в октябре 2020 г. отличался значительным объемом, который случается не чаще, чем один раз в 10-15 лет [25]. Исследования размерной и возрастной структуры моллюсков из выбросов показали, что в незначительных количествах встречались 9-10 летние особи и отсутствовали 11-12-летние животные, которые часто встречались в виде пустых ракушек на побережье Тауйской губы [26].

Согласно полученным данным, предполагаем, что подобные явления на побережье Амахатонского залива случались здесь 8-10 лет назад.

По данным И.А. Болотина [4], в этом районе в 2000 г. уже были отмечены штормовые выбросы двустворчатых моллюсков, а в 2021 г. – подобное явление повторилось, но было в несколько раз меньшего масштаба [27].

Вероятно, глобальное потепление оказывает значительное влияние на атмосферные фронты, это, в свою очередь, приводит к изменению частоты и увеличению интенсивности штормов. Повышение температуры океана приводит к увеличению испарения и изменению атмосферной циркуляции, вызывающие более сильные и частые шторма. В связи с климатическими изменениями, сильные шторма стали более распространёнными и приводят к негативным последствиям для экосистемы, особенно в мелководных районах моря, включая выброс двустворчатых моллюсков и эрозию берегов. В условиях глобального потепления происходит резкая перестройка в атмосферных фронтах, особенно в летне-осенний сезон, в результате будут чаще возникать сильные шторма и выбрасывать моллюсков на берег Охотского моря.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **В.С. Жарников** – подготовка статьи, сбор и обработка материала, корректура текста; **А.А. Смирнов** – подготовка статьи и ее окончательная проверка.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **V.S. Zharnikov** – preparation of the article, collection and processing of material, text correction; **A.A. Smirnov** – preparation of the article and its final verification.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Черешнев И.А., Поезжалова-Чегодаева Е.А. Систематика и биология бельдюг рода *Zoarcis* (Zoarcidae, Pisces) северной части Охотского моря. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2011. 184 с.
2. Баранова Ю.П., Бискэ С.Ф. Северо-Восток СССР. Из сер. «История развития рельефа Сибири и Дальнего Востока». – М.: Изд-во Наука. 1964. 290 с.
3. Галанин Д.А. Прибрежные сообщества беспозвоночных и водорослей макрофитов Берингова и Охотского морей (На примере Анадырского залива и Тайфской губы). – Анадырь: НИЦ «Чукотка» ДВО РАН, 1997. С. 47-65
4. Болотин И.А. Особенности распределения и оценка запасов доминирующих видов двустворчатых моллюсков в литоральной зоне Тайфской губы. Сборник научных трудов МагаданНИРО. Вып. 1. 2001. с 247-254
5. Дулепова Е.П., Борец Л.А. Состав, трофическая структура и продуктивность донных сообществ на шельфе Охотского моря // Известия ТИНРО (Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра). 1990. Т. 111. С. 39-48
6. Наумов А.Д. Двустворчатые моллюски Белого моря. Опыт эколого-фаунистического анализа. – СПб.: ЗИНРАН. 2006. 367 с.
7. Краснов Е.В., Корнеев Л.В. Антропогенное воздействие на морские экосистемы европейских морей // VI Baltyckie forum ekologiczne. – Gdansk. 1993. С. 76-82
8. Выброс моллюсков на побережье Колымы ученые объясняют природными факторами // <https://www.interfax-russia.ru/far-east/main/massovyuyvybros-mollyuskov-na-poberezhe-magadanskoy-oblasti-uchenye-obyasnyayut-prirodnymi-faktorami/> (дата обращения: 31.01.2025).
9. Садыхова И.А. Методика определения возраста двустворчатых моллюсков. – М.: ВНИРО. 1972. 39 с.
10. Максимович Н.В., Погребов В.Б. Анализ количественных гидробиологических материалов. – Л.: Изд-во ЛГУ. 1986. 97 с.
11. Rao D. V. S., Quilliam M. A., Pocklington R. Domoic acid – a neurotoxic amino acid produced by the marine diatom *Nitzschia pungens* in culture // Canadian journal of fisheries and aquatic sciences. 1988. Vol. 45. №. 12. Pp. 2076-2079
12. Тайны «Красного прилива»: как токсичные водоросли могли убить морских животных на Камчатке 2020 // <https://www.dv.kp.ru/daily/217193/4302461/> (дата обращения: 31.01.2025).
13. Жарников В.С. Структура, распределение поселений, рост и запасы *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) на литорали Тайфской губы Охотского моря // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2016. № 2. С. 42-49
14. Болотин И.А. Двустворчатые моллюски литорали // Ландшафты, климат и природные ресурсы Тайфской губы Охотского моря. – Владивосток: Дальнаука/ 2006. С. 342-346
15. Регель К.В. Биологическое разнообразие Тайфской губы Охотского моря // Морские и солоноватоводные беспозвоночные Тайфской губы Охотского моря. – Владивосток: Дальнаука. 2005. С. 479-521
16. Кафанов А.И. Двустворчатые моллюски шельфов и континентального склона северной Пацифики: Анот. указ. – Владивосток: ДВО АН СССР. 1991. 200 с.
17. Кусакин О.Г., Иванова М.Б., Цурпало А.П. [и др.] Список видов животных, растений и грибов литорали дальневосточных морей России. – Владивосток: Дальнаука. 1997. 168 с.
18. Скарлато О.А. Двустворчатые моллюски умеренных широт западной части Тихого океана. – Л.: Наука. 1981. 480 с.
19. Буяновский А.И. Морские двустворчатые моллюски Камчатки и перспективы их использования. – М.: ВНИРО. 1994. 99 с.
20. Ромейко Л.В. Двустворчатые зарывающиеся моллюски Камчатского шельфа и перспективы их использования // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2002. №. 1. С. 34-43
21. Ким А.Ч., Гон Р.Т. Распределение, размерно-массовый состав и состояние ресурсов спикулы сахалинской *Spisula sachalinensis* в бухте Лососей (залив Анива, Охотское море) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2018. №. 49. С. 75-84
22. Атлас двустворчатых моллюсков Дальневосточных морей России. – Владивосток. ТИНРО-центр. 2000. 167 с.
23. Hubley B., Heaslip S.G. Data Review and Assessment Framework of the Arctic Surfclam (*Mactromeris*

- polynyma*) on Banquereau and Grand Bank. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/069. 2018. v + 49 p.
24. Савилов А.И. Экологическая характеристика донных сообществ беспозвоночных Охотского моря // Тр. ИО АН СССР. 1961. Т. 46. С. 3-84
 25. Масштаб выброса моллюсков на берег в Магадане наблюдается раз в 10-15 лет – Росрыболовство // <https://mfd.ru/news/view/?id=2391500/> (дата обращения: 31.01.2025).
 26. Жарников В.С. Видовое разнообразие двустворчатых моллюсков в штормовых выбросах прибрежной зоны Амахтонского залива Тайуэйской губы. Научная молодежь – Северо-Востоку России / II Межрегиональная конференция молодых учёных (Магадан, 29-30 мая 2008 г.): сб. материалов. СВКНИИ ДВО РАН. – Магадан: ООО «Полиарк». 2008. Вып. 2. С. 73-77
 27. Берег в Магадане оказался усыпан морскими деликатесами после шторма // <https://ren.tv/news/v-rossii/903932-bereg-v-magadane-okazalsia-usupan-morskimi-delikatesami-posle-shtorma/> (дата обращения: 31.01.2025)
 12. Secrets of the “Red Tide”: how toxic algae could kill marine animals in Kamchatka 2020 // <https://www.dv.kp.ru/daily/217193/4302461/> (date of access: 31.01.2025).
 13. Zharnikov V.S. (2016). The structure, distribution of settlements, growth and stocks of *Mytilus trossulus* (Bivalvia: Mytilidae) in the Tauiskaya Bay littoral of the Sea of Okhotsk // Bulletin of the Central Scientific Research Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. No. 2. Pp. 42-49. (In Russ.)
 14. Bolotin I.A. (2006). Bivalve mollusks of the Littoral // Landscapes, climate and natural resources of the Tauisk Bay of the Sea of Okhotsk. Vladivostok: Dalnauka. Pp. 342-346. (In Russ.)
 15. Regel K.V. (2005). Biological diversity of the Tauisk Bay of the Sea of Okhotsk // Marine and brackish-water invertebrates of the Tauisk Bay of the Sea of Okhotsk. – Vladivostok: Dalnauka. Pp. 479-521. (In Russ.)
 16. Kafanov A.I. (1991). Bivalve mollusks of the shelves and the continental slope of the Northern Pacific: Anot. the decree. Vladivostok: Far Eastern Branch of the USSR Academy of Sciences. 200 p. (In Russ.)
 17. Kusakin O.G., Ivanova M.B., Tsurpalo A.P. [et al.] (1997). List of species of animals, plants and fungi in the littoral of the Far Eastern seas of Russia. – Vladivostok: Dalnauka. 168 p. (In Russ.)
 18. Scarlato O.A. (1981). Bivalves of temperate latitudes of the western Pacific Ocean. – L.: Nauka. 480 p. (In Russ.)
 19. Buyanovskiy A.I. (1994). Marine bivalves of Kamchatka and prospects for their use. Moscow: VNIRO. 99 p. (In Russ.)
 20. Romeyko L.V. (2002). Bivalve burrowing mollusks of the Kamchatka shelf and prospects for their use // Bulletin of the Kamchatka State Technical University. No. 1. Pp. 34-43. (In Russ.)
 21. Kim A.Ch., Gon R.T. (2018). Distribution, size and mass composition and state of resources of Sakhalin spissula *Spisula sachalinensis* in Salmon Bay (Aniva Bay, Sea of Okhotsk) // Studies of aquatic biological resources of Kamchatka and the northwestern Pacific Ocean. No. 49. Pp. 75-84. (In Russ.)
 22. Atlas of bivalve mollusks of the Far Eastern Seas of Russia. – Vladivostok. TINRO Center. 2000. 167 p. (In Russ.)
 23. Hubley B., Heaslip S.G. (2018). Data Review and Assessment Framework of the Arctic Surfclam (*Macrormeris polynyma*) on Banquereau and Grand Bank. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Res. Doc. 2017/069. v + 49 p.
 24. Savilov A.I. (1961). Ecological characteristics of benthic communities of invertebrates of the Sea of Okhotsk // Tr. IO OF THE USSR Academy OF Sciences. Vol. 46. Pp. 3-84. (In Russ.)
 25. The scale of shellfish release to the shore in Magadan is observed once every 10-15 years – Rosrybolovstvo // <https://mfd.ru/news/view/?id=2391500/> (date of access: 31.01.2025).
 26. Zharnikov V.S. (2008). Species diversity of bivalves in storm surges of the coastal zone of the Amakhton Bay of the Tauiskaya Bay. Scientific youth – Northeast of Russia / II Inter-regional Conference of Young Scientists (Magadan, May 29-30, 2008): collection of materials. SVKNII FEB RAS. – Magadan: Polyark LLC. Issue. 2. Pp. 73-77. (In Russ.)
 27. ThecoastinMagadanwassstrewnwithseafooddelicaciesafterthestorm // <https://ren.tv/news/v-rossii/903932-bereg-v-magadane-okazalsia-usupan-morskimi-delikatesami-posle-shtorma/> (date of request: 31.01.2025)

LITERATURE AND SOURCES

1. Chereshevnev I.A., Poezhalova-Chegodaveva E.A. (2011). Systematics and biology of the beldyugas of the genus *Zoarces* (Zoaridae, Pisces) of the northern part of the Sea of Okhotsk. – Magadan: SVNTS FEB RAS. 184 p. (In Russ.)
 2. Baranova Yu.P., Biske S.F. (1964). The North-East of the USSR. From ser. “The history of the development of the relief of Siberia and the Far East. – Moscow: Nauka Publishing House. 290 p. (In Russ.)
 3. Galanin D.A. (1997). Coastal communities of invertebrates and algae of macrophytes of the Bering and Okhotsk Seas (On the example of the Anadyr Bay and the Tauiskaya Bay). – Anadyr: Scientific Research Center “Chukotka” FEB RAS. Pp. 47-65. (In Russ.)
 4. Bolotin I.A. (2001). Distribution features and assessment of stocks of dominant bivalve mollusks in the littoral zone of the Tauiskaya Bay. Collection of scientific papers of MagadanNIRO. Issue 1. Pp. 247-254. (In Russ.)
 5. Dulepova E.P., Borets L.A. (1990). Composition, trophic structure and productivity of bottom communities on the shelf of the Sea of Okhotsk // Izvestiya TINRO (Pacific Scientific Research Fisheries Center). Vol. 111. Pp. 39-48. (In Russ.)
 6. Naumov A.D. (2006). Bivalve mollusks of the White Sea. The experience of ecological and faunal analysis. – St. Petersburg: ZINRAN. 367 p. (In Russ.)
 7. Krasnov E.V., Korneevets L.V. (1993). Anthropogenic impact on marine ecosystems of the European seas // VI Baltyckie forum ekologiczne. – Gdansk. Pp. 76-82
 8. Scientists explain the release of shellfish on the coast of Kolyma by natural factors // <https://www.interfax-russia.ru/far-east/main/massovyy-vybros-mollyuskov-na-poberezhe-magadanskoy-oblasti-uchenye-obyasnyayut-prirodnymi-faktorami/> (date of reference: 01/31/2025). (In Russ.)
 9. Sadikhova I.A. (1972). Methodology for determining the age of bivalve mollusks. Moscow: VNIRO. 39 p.
 10. Maksimovich N.V., Pogrebov V.B. (1986). Analysis of quantitative hydrobiological materials. – L.: Publishing House of Leningrad State University. 97 p. (In Russ.)
 11. Rao D. V. S., Quilliam M. A., Pocklington R. (1988). Domoic acid – a neurotoxic amino acid produced by the marine diatom *Nitzschia pungens* in culture // Canadian journal of fisheries and aquatic sciences. Vol. 45. No. 12. Pp. 2076-2079
- Материал поступил в редакцию/ Received 06.03.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025



Состояние запасов атлантического лосося (*Salmo-Salar* L.) реки Тулома (Кольский полуостров)

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-52-60>
EDN: ZROWRR

Обзорная статья
УДК 597.553.2:639.2.03 (470.21)

Ткаченко Артем Владимирович – заведующий лабораторией биоресурсов внутренних водоемов, Мурманск, Россия
E-mail: tkach@pinro.vniro.ru

Зубченко Александр Васильевич – Доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории биоресурсов внутренних водоемов, Мурманск, Россия

Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» (ПИНРО им. Н.М. Книповича)

Адрес: 183038, г. Мурманск, ул. Академика Книповича, дом 6

Аннотация. Проанализировали многолетние данные по динамике численности атлантического лосося р. Тулома. Высказали мнение о том, что строительство Нижне-Туломской и Верхне-Туломской ГЭС не оказало значительного воздействия на репродуктивный потенциал популяции. Рассмотрели влияние на динамику численности нелегального рыболовства и ведущего к гибели производителей заболевания, диагностированного как ulcerативный дермальный некроз. Сделали вывод о том, что совокупное воздействие этих факторов в последние годы оказалось весьма негативным для состояния запасов. Отнесли к риск-факторам обнаружение моногенной *Gyrodactylus salaris*, ставшей причиной массовой гибели молоди в реках Норвегии и в р. Кереть (Россия). Предложили ряд мер организационного характера, направленных на восстановление численности до среднеемноголетних значений.

Рисунок 2. Изучение плотности молоди семги методом электролова с помощью аппарата ранцевого типа
Figure 2. Study of the density of juvenile salmon by electrofishing using a knapsack-type apparatus

Ключевые слова: атлантический лосось, р. Тулома, динамика численности, репродуктивный потенциал, нелегальное рыболовство, язвенный дермальный некроз, *Gyrodactylus salaris*

Для цитирования: Ткаченко А.В., Зубченко А.В. Состояние запасов атлантического лосося (*Salmo-Salar* L.) реки Тулома (Кольский полуостров) // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 52–60. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-52-60>

THE STATE OF ATLANTIC SALMON STOCKS (*SALMO-SALAR* L.) OF THE TULOMA RIVER (KOLA PENINSULA)

Artyom V. Tkachenko – Head of the Laboratory of Biological Resources of Inland Waters, Murmansk, Russia
Alexander V. Zubchenko – Doctor of Biological Sciences, Lead Scientist of the Laboratory of Biological Resources of Inland Waters, Murmansk, Russia

Polar branch of FSBSI «VNIRO» («PINRO» named after N.M. Knipovich)

Address: 183038, Murmansk, Akademika Knipovich str., 6

Annotation. Long-term abundance dynamics of Atlantic salmon in the Tuloma River were analyzed. It was an opinion given that the Nizhne-Tulomskaya and Verkhne-Tulomskaya hydropower plants have no significant impact on the reproductive capacity in the river. Ulcerative dermal necrosis causing spawners mortality and illegal fisheries were also considered to have an impact on the abundance dynamics. It was concluded that all these cumulatively have recently had a negative impact on the stock. Being the cause of mass mortality of juveniles in Norwegian rivers and in the Keret' River (Russia), monogenean *Gyrodactylus salaris* was detected and identified as a risk factor. A number of practical measures were suggested to restore the stock abundance up to the long-term means.

Keywords: Atlantic salmon, Tuloma River, abundance dynamics, reproductive capacity, illegal fisheries, ulcerative dermal necrosis, *Gyrodactylus salaris*

For citation: Tkachenko A.V., Zubchenko A.V. (2025). The state of Atlantic salmon stocks (*Salmo-Salar* L.) of the Tuloma River (Kola Peninsula) // Fisheries. No. 3. Pp. 52–60. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-52-60>

Рисунки – авторские / The drawings was made by the author

ВВЕДЕНИЕ

В настоящий момент запасы атлантического лосося на Кольском полуострове, имеющие промысловое значение, сохранились в основном в труднодоступных реках, протекающих вдали от агломераций (реки Поной, Варзуга, Харловка и др.). В отличие от них, р. Тулома расположена вблизи крупных населенных пунктов (города Мурманск, Кола, поселки городского типа Мурманши, Верхнетуломский), в районе с развитой сетью дорог различного типа и легко доступна практически на всем протяжении. При относительно короткой протяженности в 59,8 км водоток относится к наиболее крупным речным системам Кольского полуострова. Площадь водосборного бассейна составляет 18231,5 км². До 1996 г. на реке существовал промысел семги. Река зарегулирована плотинами двух ГЭС (Нижне – и Верхне-

Тулумских), и воспроизводство лососей сохранилось только в притоках Нижне-Тулумского водохранилища (НТВ), хотя ранее производители встречались в верховьях притоков, берущих начало в Финляндии. Основная особенность существования популяции семги в р. Тулома связана с необходимостью ежегодной нерестовой миграции производителей через рыбопропускное сооружение, расположенное в теле плотины Нижне-Тулумской ГЭС (НТГЭС). Скат молоди также сопряжен с преодолением водосбросов или турбин ГЭС. Репродуктивный потенциал популяции довольно высок: при оптимальном заполнении нерестовых угодий потенциальная численность производителей может достигать 15 тыс. экз. [22]. До недавнего времени популяция семги р. Тулома была одной из крупнейших на Мурманском побережье, важной составляющей биоразнообразия лосося

в реках Кольского полуострова. Однако в последние годы ее численность резко сократилась. Это происходит на фоне депрессивного состояния многих популяций лосося в различных частях ареала и исчезновения некоторых из них [26; 28; 30], а также сложившейся неблагоприятной эпизоотологической ситуации в ряде рек Кольского полуострова, связанной с заболеванием, диагностированным как ulcerативный (язвенный) дермальный некроз [13]. Эти обстоятельства обуславливают необходимость выявления причин, приведших к снижению численности, и принятия адекватных управленческих решений с целью сохранения уникальной популяции атлантического лосося.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Материалом для статьи послужили данные, собранные в ходе полевых исследований, выполненных в 1992-2024 годах. Сведения по основным популяционным характеристикам (численность, длина, масса, пол, возраст) производителей атлантического лосося собирали в ло-

вушке, расположенной в верхнем оголовке Нижнетуломского рыбохода (рис. 1). Для изучения плотности молоди использовали стандартизированный метод, описанный Болином и др. [27]. Молодь сёмги отлавливали на нерестово-выростных участках (НВУ) притоков р. Тулома – Печа, Пак, Шовна, Улита и Гремяха. Применяли метод электролова с использованием аппарата ранцевого типа Geomega FA4 («Terik Technology AS» Норвегия) (рис. 2). Каждый участок облавливали не менее трёх раз, измеряли его площадь. Расчёты плотности молоди осуществляли по методу удаления [35]. В статье также использовали ретроспективные данные Мурманского филиала ФГБУ «Главрыбвод» по статистике уловов лосося за 1945-1991 годы. Сбор и камеральную обработку ихтиологического материала выполняли по общепринятым методикам [15; 20].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Река Тулома – единственная из зарегулированных в интересах гидроэнергетики лососевых рек Кольского полуострова, где сохра-



Рисунок 1. Ловушка рыбохода НТГЭС: а – общий вид; б – сбор ихтиологического материала

Figure 1. The trap of the NTGES fish walker; a – general view; b – collection of ichthyological material

нилось естественное воспроизводство семги. В результате строительства в 1934-1936 гг. НТГЭС, расположенной в 10 км от устья реки, и образования водохранилища, оказались затопленными и непригодными для воспроизводства нерестово-выростные угодья (НВУ), расположенные в основном русле реки [9]. Одновременно со строительством плотины НТГЭС был сооружен рыбоход лестничного типа для пропуска анадромных мигрантов семги, который эффективно работает с 1937 г. по настоящее время. В верхний оголовок рыбохода встроена ловушка, позволяющая вести тотальный учет мигрирующих на нерест рыб.

По завершении строительства Верхне-Тулумской ГЭС (ВТГЭС) в 1962-1965 гг., в истоке реки, вытекающей из оз. Нотозеро, был перекрыт доступ нерестовым мигрантам лосося в верхние притоки – реки Лотта, Нота, Явр, Вува. Рыбоход комбинированного лестнично-лифтового типа, построенный в теле плотины, оказался неэффективным и был закрыт в 1970 г. [22; 23]. Согласно данным С.И. Долотова [9], в результате затопления нерестилищ и перекрытия путей миграции, общий фонд НВУ бассейна р. Тулома сократился с 1355,5 до 245,3 га. В настоящее время воспроизводство атлантического лосося сосредоточено в притоках Нижне-Тулумского водохранилища (НТВ) – реках Печа, Шовна, Улита, Пак, Гремяха, Кожа и некоторых других.

Данные учета на Нижне-Тулумском рыбоходе, несмотря на значительные колебания динамики численности нерестовых мигрантов (за период с 1945 по 2024 год минимальная численность составила 0,886 тыс. экз. в 2021 г., а максимальная – 12,784 тыс. экз. в 1974 г.), при сравнении средних значений по пятилетиям, показывают, что периоды падения численности чередуются с периодами роста практически до уровня предыдущих лет. Это свидетельствует о том, что строительство ВТГЭС, перекрывшей пути миграций взрослых лососей в верховья, фактически не отразилось на их численности, и закономерностей в изменении численности не наблюдается (коэффициент R^2 близок к 0). Это ранее уже отмечал С.И. Долотов [9].

Исходя из вышеприведенного анализа, вытекает вывод о том, что снижение доли НВУ, в результате строительства ГЭС, практически не повлияло на репродуктивные возможности популяции лосося. В этой связи можно предположить, что притоки, впадающие в оз. Нотозеро играли незначительную роль в воспроизводстве семги. Во-первых, по-видимому, большинство порогов в этих притоках по своему качеству не были пригодны для нереста лососей. Ранее это уже отмечалось в отчете TACIS (Technical Assistance for the Commonwealth of Independent

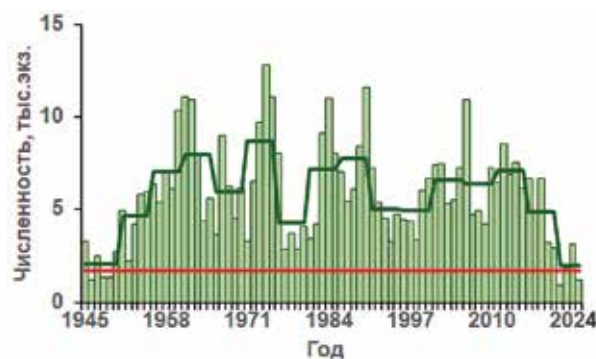


Рисунок 3. (■ – ежегодная численность; — – средняя численность в 5-летнем интервале; — – сохраняющий лимит)

Figure 3. Dynamics of the number of anadromous salmon migrants in the Tuloma River in 1945-2024 (■ – annual number; — – average number in the 5-year interval; — – saving limit)

States) «Tuloma River Project» [34]: «Редкость и небольшой размер нерестилищ – сдерживающий фактор для воспроизводства семги в северных реках. Например, в р. Суоми, притоке р. Лотта на территории Финляндии, воспроизводственная часть составляет 54 га... однако все 14 участков, классифицированных как нерестилища, составили всего 0,78 га». Во-вторых, наличие водопада «Падун» (высота около 5,8 м [17]), который располагался примерно в 5 км ниже истока р. Тулома и до возведения ВТГЭС создавал значительное препятствие для мигрирующих на нерест производителей семги.

Предположение о незначительном значении верхних притоков согласуется с исследованиями М.Ю. Смирнова [24] и В.В. Азбелева [2]. Первый указывал на реки Печа, Улита, Шовна и Пак как наиболее значимые для захода семги. Второй, после строительства НТГЭС, выделял реки Шовна и Улита, в которых места нереста разбросаны по всему течению этих рек и в их притоках. При этом вышеуказанные авторы не упоминают два самых крупных верхних притока – реки Нота (длина – 171 км) и Лота (235 км), а В.В. Азбелев [2] не включает в этот список р. Печа (79 км), которая до строительства ВТГЭС впадала в р. Тулома выше водопада «Падун». После строительства ВТГЭС, в устье р. Печа образовался водопад (рис. 4а), в обход которого построили рыбоход лестничного типа (рис. 4б). Однако полноценный доступ семги к нерестилищам был обеспечен только после его реконструкции в 1998 году. В этой реке сосредоточено более 61% от общего фонда, действующих на данный момент, НВУ [23], что указывает на ее значимость, а полноценное включение этого притока в воспроизводство лосося,



Рисунок 4. Общий вид водопада и рыбохода (а) и нижний участок рыбохода (б) на р. Печа
Figure 4. General view of the waterfall and fish passage (a) and the lower section of the fish passage (b) on the Pecha River

по-видимому, в значительной степени компенсировало потери после строительства ВТГЭС.

Как следует из материалов по динамике численности лосося за период 1945-2024 гг., низкая численность семги в р. Тулома наблюдалась дважды: первый раз во второй половине 1940-х гг., когда популяция восстанавливалась после открытия рыбохода (во время Великой Отечественной войны функционирование рыбохода было не регулярным); второй – в 2020-2024 годы. В этот период средняя численность нерестовых мигрантов снизилась до 2 тыс. экз., и в 2021 и 2024 гг. их количество было меньше уровня сохраняющего лимита, который равен 1709 экз. [22]. Анализ имеющихся данных показывает, что резкое снижение численности лосося в реке в последние годы обусловлено двумя наиболее значимыми факторами: воздействием незаконного, несообщаемого, нерегулируемого (ННН) рыболовства, и неконтролируемым распространением инфекционного заболевания – УДН (ульцеративный дермальный некроз). Влияние этих факторов по отдельности, возможно, не привело бы к серьезным последствиям, но в совокупности их воздействие оказалось весьма негативным для состояния запасов.

ННН-рыболовство, особенно в последние десятилетия, стало самой большой угрозой для воспроизводства лосося в реках Кольского полуострова [18]. Масштабы нелегального промысла настолько велики, что даже в крупных реках наблюдается резкое уменьшение численности сёмги. Например, если в начале 1990-х гг. в р. Умба состояние воспроизводства лососевой популяции не вызывало серьезных опасений [5], то уже с начала XXI века произошло резкое снижение количества нерестовых мигрантов [7]. Высокий уровень пресса ННН-лова привел к депрессии популяции сёмги даже в

некогда самой продуктивной лососевой реке – Варзуга, где состояние воспроизводства до начала XXI века не вызывало опасений, но в середине 2010-х годов численность запаса вплотную приблизилась к критическому уровню [6].

Не является исключением и р. Тулома. По данным А.В. Зубченко [36], пресс незаконного вылова в бассейне р. Тулома в 1992 г. составлял около 25%, а в 1991 г. – около 50%. По результатам радиомечения, в начале 2000-х годов величина браконьерского вылова лосося в этой реке составила 50% [19]. В период 2007-2011 гг. незаконно вылавливали около 30% от заходящей на нерест рыбы, при этом установлено, что нелегальный лов лососей в этой реке доминирует над легальным [23].

Попытка внедрения альтернативы нелегальному лову, в форме любительского рыболовства, не дала ощутимого результата, так как, из-за отсутствия должного контроля, часть уловов рыбаков-любителей, осуществлявших лов легально (по лицензии), не декларировалась.

Как это ни покажется странным, но, несмотря на высокий уровень ННН-рыболовства, которое после окончания промысла освоило освободившуюся нишу, оно в течение многих лет не оказывало катастрофического воздействия на состояние запасов. По данным М.Ю. Алексева [3], изучавшего динамическое поведение модельного лососевого стада при различных условиях с помощью математической модели, равновесное состояние популяции сёмги р. Тулома сохраняется при значениях $F=1,4-1,5$ год, что соответствует 75% величины промысловой смертности. Дальнейшее увеличение промысловых нагрузок, до изъятия 90 и более процентов нерестового стада ведет к скачкообразному выходу системы из равновесия и быстрому исчезновению запасов. Исходя из статистики

уловов, можно сделать вывод о том, что величина промысловой смертности до 2015 г. хотя и была высокой, но не превышала 90%, и ее доля, относительно численности нерестового стада, была сравнительно постоянной.

С 2015 г. к традиционной промысловой смертности добавилась дополнительная смертность от эпизоотии УДН, что изменило ситуацию. УДН проявляется у половозрелых лососей появлением на теле рыб специфических язв [21]. Сопутствующие заболевания (в основном – сапролегниоз, вторичные бактериальные инфекции) могут протекать в молниеносной форме и приводить к массовой гибели рыб [14]. По данным учета, на р. Тулома в 2017 г. было обнаружено 213 лососей с признаками УДН – это 4,4% от общего числа учтенных нерестовых мигрантов. Максимальное количество больных рыб наблюдалось в 2021 г. – 9,4%, а минимальное в 2024 г. – 1,7%. Поскольку заболевание передается горизонтальным путем через воду [21], число зараженных рыб, вероятно, больше. Динамика их встречаемости в последние три года указывает на тенденцию снижения количества больных рыб, однако является ли это признаком затухания очага заболевания пока остается неясным [25].

В результате наложения этих двух факторов – промысловой смертности и гибели от УДН – общая смертность, по-видимому, превысила критический уровень. Это через несколько лет после начала эпизоотии сказалось на численности нерестовых мигрантов. К этому следует добавить, что, согласно данным И.В. Самохвалова и соавторов [23] нелегальный лов преимущественно ориентирован на особи в возрасте 2SW и 3SW, среди которых преобладают самки. М.Ю. Алексеев [3] указывает, что селективный лов крупных особей негативно сказывается на состоянии популяции и быстро приводит ее к депрессивному состоянию. Отсутствие информации о характеристиках нелегальных уловов не позволяет подтвердить этот вывод. Численность рыб в возрасте 2SW и 3SW за период с 1982 по 2013 гг. испытывала значительные флуктуации – 21,6-71,5 и в среднем составила 39,8%. В период с 2014 по 2024 гг. средняя численность рыб этих возрастных групп снизилась до 27,7% (9,6-46,1%), что, возможно, является следствием неблагоприятной эпизоотологической ситуации в реке.

Участвуют ли больные рыбы в нересте и как это сказывается на его эффективности остается неизвестным. Данные о плотности молоди в возрасте 1+ и старше (рис. 5) однозначного ответа не дают; однако в последние годы зафиксированы самые низкие значения – 6,5 экз./100 м² в 2021 г. и 5,8 экз./100 м² в 2023-м.

Фактором риска является обнаружение в бассейне р. Тулома моногении *Gyrodactylus*

salaris [16], которая стала причиной массовой гибели молоди в ряде рек Норвегии [31; 32; 33], и в р. Кереть (Карелия) [8; 11; 12].

Первоначально этот эктопаразит был обнаружен у молоди лосося в р. Пак в 2015 г., а затем в 2017 г. – у молоди в р. Шовна. Морфологический анализ, обнаруженных моногенетических сосальщиков, показал их соответствие штамму, ассоциированному с радужной форелью [29]. Степень патогенности этого эктопаразита в отношении молоди лосося, обитающей в р. Тулома и ее смертности, до настоящего времени не определена, поскольку не наблюдается тотального сокращения численности молоди (рис. 5). Причины этого – будь то иммунитет или иные факторы – не ясны. Не проясняют ситуацию и данные о плотности молоди лосося непосредственно в р. Пак (рис. 6).

В среднем в р. Тулома плотность молоди атлантического лосося в возрасте $\geq 1+$ составляет 19,7 экз./100 м², что характерно для водотоков с высоким уровнем ННН-рыболовства, расположенных, как правило, вблизи крупных населенных пунктов [10].

В сложившейся ситуации представляется наиболее целесообразным консолидация усилий муниципальных органов власти, Мурманского филиала ФГБУ «Главрыбвод», осуществляющего искусственное воспроизводство атлантического лосося, и Североморского бассейнового управления Росрыболовства, отвечающего за рыбоохрану, а также вовлечение заинтересованных организаций, прежде всего – занимающихся туристическим рыболовным бизнесом. Известно, что популяции атлантического лосося демонстрируют способность к быстрому восстановлению, при условии отсутствия промысла и иных сдерживающих воспроизводство

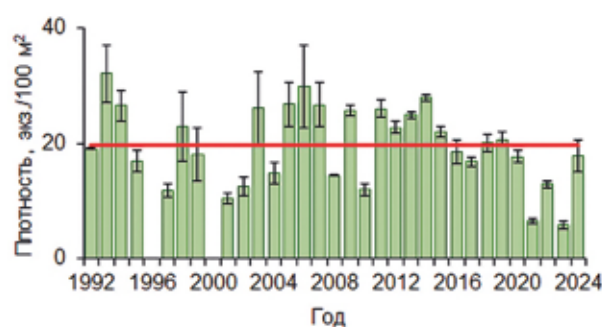


Рисунок 5. Плотность молоди на НВУ р. Тулома в 1992–2024 гг. (— – средняя плотность). Показан доверительный интервал

Figure 5. The density of juveniles on the NWF of the Tuloma River in 1992–2024 (— – average density). The confidence interval is shown

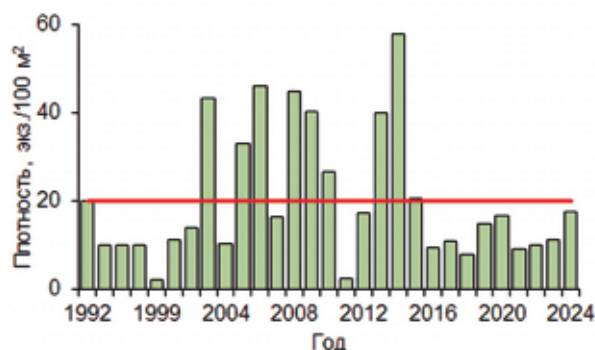


Рисунок 6. Плотность молоди на НВУ р. Пак в 1992–2024 гг. (— – средняя плотность)

Figure 6. The density of juveniles on the NWFB Pak in 1992–2024 (— – average density)

факторов. Например, по расчетам В.В. Азбелева [1], с 1945 по 1949 гг., после вынужденного закрытия рыбодохода НТ ГЭС на период Великой Отечественной войны, коэффициент возврата достигал 7,3 от одного производителя. Похожий результат получен с использованием математической модели [4], показавшей, что популяция семги, при наличии благоприятных условий, способна восстановиться от критических значений до средней численности в течение 16 лет.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования, проводившиеся на нерестовых лососевых притоках р. Тулома в течение многих лет, выявили их высокий потенциал для воспроизводства атлантического лосося. Несмотря на зарегулирование реки двумя плотинами ГЭС и преодоление нерестовыми мигрантами рыбодохода, популяция атлантического лосося в этой реке сохранилась. В последние годы отмечается тревожная тенденция к сокращению численности нерестовых мигрантов. Анализ возможных причин показал, что доминирующими угрозами для воспроизводства семги в р. Тулома являются ННН-рыболовство и неблагоприятная эпизоотическая ситуация. Несмотря на большие воспроизводительные способности популяции семги, требуется принятие охранных мер в сочетании с постоянным мониторингом ихтиопатологической ситуации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **А.В. Ткаченко** – идея статьи, сбор и анализ данных, подготовка статьи; **А.В. Зубченко** – работа с литературными источниками, подготовка статьи и ее окончательная проверка.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **A.V. Tkachenko** – the idea of the article, data collection and analysis, preparation

of the article; **A.V. Zubchenko** – work with literary sources, preparation of the article and its final verification.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Азбелев В.В. Некоторые данные по возврату семги от известного числа производителей // Научн.-техн. Бюлл. ПИНРО. 1958. №2 (6). С. 53-55
2. Азбелев В.В. Материалы по биологии семги Кольского полуострова и ее выживаемости // Тр. ПИНРО. 1960. Вып. 12. С. 5-70
3. Алексеев М.Ю. Изучение динамики численности нерестового стада атлантического лосося реки Тулома с помощью математической модели // Вопросы рыболовства. 2003. Т. 4. №2 (14). С. 246-263
4. Алексеев М.Ю. Динамика популяций семги (*Salmo salar* L.) рек Кольского полуострова: дис.... канд. биол. Наук – М.: 2004. 145 с.
5. Алексеев М.Ю., Криксунов Е.А. Современное состояние стада семги реки Умба // Адаптация и эволюция живого населения полиарных морей в условиях океанического перигляциала. – Апатиты: изд-во КНЦ РАН. 1999. С. 224-231
6. Алексеев М.Ю., Зубченко А.В. Причины депрессивного состояния стада атлантического лосося реки Варзуга (Кольский полуостров) // Ученые записки ПетрГУ. 2017. № 2 (163). С. 16-23
7. Алексеев М.Ю., Зубченко А.В., Криксунов Е.А. Применение имитационного математического моделирования для оценки величины нелегального вылова семги (*Salmo salar* L.) в реке Умба // Вопросы рыболовства. 2006. Т. 7. № 2 (26). С. 318-325
8. Шульман Б.С., Щуров И.Л., Иешко Е.П. [и др.] Влияние *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea: Gyrodactylidae) на популяцию атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в реке Кереть и возможные меры борьбы с ним // Эколого-паразитологические исследования животных и растений Европейского Севера. – Петрозаводск: Карельский НЦ РАН. 2001. С. 40-48
9. Долотов С.И. Влияние гидростроительства на воспроизводство атлантического лосося р. Тулома // Рыбное хозяйство. 2007. № 6. С. 50-54
10. Зубченко А.В., Прусов С.В., Алексеев М.Ю. Оценка состояния запасов атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в реках Мурманской области по данным съёмки плотности молоди // XII Съезд Гидробиологического общества при РАН: тезисы докладов. – Петрозаводск: Карельский НЦ РАН. 2019. С. 172-174
11. Иешко Е.П., Шульман Б.С. Паразитофауна молоди семги некоторых рек Карельского побережья Белого моря // Экологическая паразитология. – Петрозаводск. 1994. С.45–53
12. Иешко Е.П., Шульман Б.С., Щуров И.Л. [и др.] Многолетние изменения эпизоотии молоди лосося (*Salmo salar* L.) в реке Кереть (бассейн Белого моря), вызванной вселением *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 // Паразитология 2008. Т. 42, Вып. 6. С. 486-496
13. Карасева Т.А., Мельник В.С. Оценка здоровья диких и культивируемых рыб в бассейнах лососевых рек Кольского полуострова // Экологические проблемы северных регионов и пути их решения. Тезисы докладов VII Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 30-летию Института проблем промышленной экологии

- Севера ФИЦ КНЦ РАН и 75-летию со дня рождения доктора биологических наук, профессора В.В. Николаева. 2019. С. 129-130
14. Карасева Т.А., Голикова Л.Н. Результаты изучения язвенного дермального некроза у атлантического лосося в реках Кольского полуострова // Актуальные проблемы освоения водных биологических ресурсов Российской Федерации. Материалы всероссийской конференции ученых и специалистов, посвященной 160-летию Н.М. Книповича. – Мурманск: Изд-во «Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО». 2023. С. 212-217
 15. Мартынов В.Г. Сбор и первичная обработка биологических материалов из промысловых уловов атлантического лосося. – Сыктывкар. 1987. 36 с.
 16. Мельник В.С., Бессонов А.А., Мишопита С.В. Результаты многолетнего паразитологического мониторинга зараженности моногенеей *Gyrodactylus salaris* молоди атлантического лосося в реках Мурманской области и реки Кереть (север Карелии) // Проблемы Арктического региона: Труды XVIII Международной научной конференции студентов и аспирантов. – Мурманск: Кольский науч. центр РАН. 2019. С. 183-188. <https://doi.org/10.25702/KSC.978.5.91137.409.9.183-188>
 17. На байдарках по Кольскому полуострову. 10 августа – 2 сентября 1958 года. – URL: <https://www.tlib.ru/doc.aspx?id=28876&page=5> (дата обращения: 13.03.2025).
 18. Зубченко А.В., Прусов С.В., Щуров И.Л. [др.] ННН-рыболовство – основная угроза для атлантического лосося (*Salmo salar* L.) из беломорских рек Кольского полуострова и Республики Карелия. // Лососевые рыбы: биология, охрана и воспроизводство Материалы международной конференции. Институт биологии. Карельский РНЦ РАН. 2017. С. 63-64
 19. Павлов Д.С., Лупандин А.И., Калужин С.М. Миграционное поведение атлантического лосося реки Тулома в условиях зарегулированного стока // Биология, воспроизводство и состояние запасов анадромных и пресноводных рыб Кольского полуострова. – Мурманск: Изд-во ПИНРО. 2005. С. 150-165
 20. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. – М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
 21. Рудакова Л.С., Буданова Л.К., Самохвалов И.В. [и др.] Предварительные результаты комплексного эпизоотического обследования популяций половозрелого атлантического лосося (семги) в реках Кола и Тулома в 2022 г. // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры. Сборник научных трудов. – Астрахань. 2022. С. 163-177
 22. Зубченко А.В., Алексеев М.Ю., Долотов С.И. [и др.] Реестр лососевых рек Мурманской области. Бассейн Баренцева моря. Полярный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ПИНРО» им. Н.М. Книповича). – 2-е издание, переработанное и дополненное. – Мурманск: ПИНРО им. Н.М. Книповича. 2022. 309 с.
 23. Самохвалов И.В., Прусов С.В., Зубченко А.В. Нелегальный лов атлантического лосося *Salmo salar* в бассейне Нижне-Тулomsкого водохранилища Мурманской области // Вопросы рыболовства. 2014. Т. 15. №1. С. 111-117
 24. Смирнов А.Г. Исследования биологии и промысла семги в реках восточной части Терского берега и на Мурмане в 1932 и 1933 гг. // Известия ВНИОРХ. 1935. Т. 20. С. 114-186
 25. Рудакова С.Л., Самохвалов И.В., Микряков Д.В. [и др.] Язвенный дермальный некроз половозрелого атлантического лосося (УДН) в реках Кола и Тулома (Мурманская область): результаты и перспективы изучения // Труды ВНИРО. 2024. Т. 198(1). С. 34-46. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2024-198-34-46>
 26. Windsor M.L., Hutchinson P., Hansen L.P. [et al.] Atlantic salmon at sea: Findings from recent research and their implications for management. // NASCO document CNL (12) 60. Edinburgh, UK. 2012. 20 p. <http://www.nasco.int/pdf/reports>
 27. Bohlin T., Hamrin S., Heggberget T.G. [et al.] Electrofishing – theory and practice with special emphasis on salmonids // Hydrobiologia. 1989. V. 173. № 1. Pp. 9-43
 28. Chaput G. Overview of the status of Atlantic salmon (*Salmo salar*) in the North Atlantic and trends in marine mortality // ICES Journal of Marine Science. 2012. V. 69. № 9. Pp. 1538-1548. <https://doi.org/10.1093/icesjms/fss013>
 29. Hansen H., Rusch J.C., Ieshko E. [et al.] *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (monogenea, gyrodactylidae) spreads further – a consequence of rainbow trout farming in northern Russia // Aquatic Invasions. 2022. T. 17. № 2. Pp. 224-237. <https://doi.org/10.3391/ai.2022.17.2.06>
 30. ICES Scientific Reports. Working Group on North Atlantic Salmon (WGNAS). 2023. V. 5. № 41. 477 p. <https://doi.org/10.17895/ices.pub.22743713>
 31. Johnsen B.O., Jensen A.J. *Gyrodactylus salaris* in Norwegian rivers / B.O. Johnsen, // Atlantic salmon: Biology, Conservation and Restoration. – Petrozavodsk. 2003. Pp. 38-44
 32. Johnsen B.O., Jensen A.J. Infestations of Atlantic salmon, *Salmo salar*, by *Gyrodactylus salaris* in Norwegian rivers // Journal of Fish Biology. 1986. V. 29. №2. Pp. 233-241. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1986.tb04941.x>
 33. NASCO. North-East Atlantic Commission. *Gyrodactylus salaris* in Norwegian Rivers [Electronic resource] // NEA (22)09. 2022. 1p. URL: https://nasco.int/wp-content/uploads/2022/05/NEA2209_G.-salaris-in-Norwegian-Rivers.pdf (Accessed on 05.03.2025)
 34. Erkinaro J.J., Mattsson H., Erkinaro S. [et al.] The River Tuloma salmon habitat inventory/ // TACIS Tuloma River Project. Helsinki Consulting Group Consortium. ENVRUS 9703. 2001. 19 p.
 35. Zippin C. The removal method of population estimation // J. of Wildlife Management. 1958. Vol. 22. № 1. Pp. 82-90
 36. Zubchenko A.V. Salmon-bearing rivers of the Kola peninsula, their reproductive potential and Atlantic Salmon stock state in the river Tuloma. – ICES: C.M. 1994/M:24. 6 p.

LITERATURE AND SOURCES

1. Azbelev V.V. (1958). Some data on the return of salmon from a known number of producers // Scientific and Technical Byll. PINRO. No. 2 (6). Pp. 53-55. (In Russ.)
2. Azbelev V.V. (1960). Materials on the biology of the Kola Peninsula salmon and its survival // Tr. PINRO. Vol. 12. Pp. 5-70. (In Russ.)
3. Alekseev M.Y. (2003). Studying the dynamics of the Atlantic salmon spawning herd of the Tuloma River using

- a mathematical model // Fishing issues. Vol. 4. No. 2 (14). Pp. 246-263. (In Russ.)
4. Alekseev M.Y. (2004). Dynamics of salmon populations (*Salmo salar* L.) in rivers of the Kola Peninsula: dis.... Candidate of Sciences. biol. Sciences – Moscow: 145 p. (In Russ.)
5. Alekseev M.Yu., Kriksunov E.A. (1999). The current state of the salmon herd of the Umba River // Adaptation and evolution of the living population of the polar seas in oceanic periglacial conditions. – Apatity: publishing house of KSC RAS. Pp. 224-231. (In Russ.)
6. Alekseev M.Yu., Zubchenko A.V. (2017). The causes of the depressive state of the Atlantic salmon herd of the Varzuga River (Kola Peninsula) // Scientific Notes of PetrSU. No. 2 (163). Pp. 16-23. (In Russ.)
7. Alekseev M.Yu., Zubchenko A.V., Kriksunov E.A. (2006). Application of simulation mathematical modeling to estimate the amount of illegal catch of salmon (*Salmo salar* L.) in the Umba River // Questions of fisheries. Vol. 7. No. 2 (26). Pp. 318-325. (In Russ.)
8. Shulman B.S., Shchurov I.L., Ieshko E.P. [et al.] (2001). The influence of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 (Monogenea: Gyrodactylidae) on the population of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in the Keret River and possible measures to control it // Ecological and parasitological studies of animals and plants of the European North. – Petrozavodsk: Karelian Scientific Research Center of the Russian Academy of Sciences. Pp. 40-48. (In Russ.)
9. Dolotov S.I. (2007). The influence of hydraulic engineering on the reproduction of Atlantic salmon of the Tuloma River // Fisheries. No. 6. Pp. 50-54. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Zubchenko A.V., Prusov S.V., Alekseev M.Yu. (2019). Assessment of the state of Atlantic salmon stocks (*Salmo salar* L.) in the rivers of the Murmansk region according to surveys of juvenile density // XII Congress of the Hydrobiological Society of the Russian Academy of Sciences: abstracts. – Petrozavodsk: Karelian Scientific Research Center of the Russian Academy of Sciences. Pp. 172-174. (In Russ.)
11. Ieshko E.P., Shulman B.S. (1994). Parasitofauna of juvenile salmon of some rivers of the Karelian coast of the White Sea // Ecological parasitology. – Petrozavodsk. Pp.45-53. (In Russ.)
12. Ieshko E.P., Shulman B.S., Shchurov I.L. [et al.] (2008). Long-term changes in the epizootic of juvenile salmon (*Salmo salar* L.) in the Keret River (White Sea basin) caused by the introduction of *Gyrodactylus salaris* Malmberg, 1957 // Parasitology. Vol. 42, Issue. 6. Pp. 486-496. (In Russ.)
13. Karaseva T.A., Melnik V.S. (2019). Assessment of the health of wild and cultivated fish in the salmon river basins of the Kola Peninsula // Environmental problems of the northern regions and ways to solve them. Abstracts of the VII All-Russian Scientific Conference with international participation dedicated to the 30th anniversary of the Institute of Industrial Ecology of the North of the Russian Academy of Sciences and the 75th anniversary of the birth of Doctor of Biological Sciences, Professor V.V. Nikonov. Pp. 129-130. (In Russ.)
14. Karaseva T.A., Golikova L.N. (2023). Results of the study of ulcerative dermal necrosis in Atlantic salmon in the rivers of the Kola Peninsula // Actual problems of development of aquatic biological resources of the Russian Federation. Materials of the All-Russian conference of scientists and specialists dedicated to the 160th anniversary of N.M. Knipovich. Murmansk: Publishing house "Polar Branch of VNIRO Federal State Budgetary Budgetary Institution". Pp. 212-217. (In Russ.)
15. Martynov V.G. (1987). Collection and primary processing of biological materials from commercial catches of Atlantic salmon. – Syktyvkar. 36 p. (In Russ.)
16. Melnik V.S., Bessonov A.A., Mishopita S.V. (2019). Results of long-term parasitological monitoring of infection with monogenea *Gyrodactylus salaris* of juvenile Atlantic salmon in the rivers of the Murmansk region and the Keret River (north of Karelia) // Problems of the Arctic region: Proceedings of the XVIII International Scientific Conference of Students and postgraduates. Murmansk: Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. Pp. 183-188. <https://doi.org/10.25702/KSC.978.5.91137.409.9.183-188>. (In Russ.)
17. Kayaking on the Kola Peninsula. August 10 – September 2, 1958. – URL: <https://www.tlib.ru/doc.aspx?id=28876&page=5> (date of reference: 03/13/2025). (In Russ.)
18. Zubchenko A.V., Prusov S.V., Shchurov I.L. [et al.] (2017). IUU fishing is the main threat to Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) from the White Sea rivers of the Kola Peninsula and the Republic of Karelia. // Salmonids: biology, conservation and reproduction Proceedings of the international conference. Institute of Biology. Karelian RSC RAS. Pp. 63-64. (In Russ.)
19. Pavlov D.S., Lupandin A.I., Kalyuzhin S.M. (2005). Migration behavior of Atlantic salmon of the Tuloma River in conditions of regulated runoff // Biology, reproduction and state of stocks of anadromous and freshwater fish of the Kola Peninsula. Murmansk: PINRO Publishing House. Pp. 150-165. (In Russ.)
20. Pravdin I.F. (1966). A guide to the study of fish. Moscow: Food Industry. 376 p. (In Russ.)
21. Rudakova L.S., Budanova L.K., Samokhvalov I.V. [et al.] (2022). Preliminary results of a comprehensive epizootic survey of populations of mature Atlantic salmon (salmon) in the Kola and Tuloma rivers in 2022 // Current issues of freshwater aquaculture. Collection of scientific papers. – Astrakhan. Pp. 163-177. (In Russ.)
22. Zubchenko A.V., Alekseev M.Yu., Dolotov S.I. [et al.] (2022). Register of salmon rivers of the Murmansk region. The Barents Sea basin. Polar Branch of VNIRO Federal State Budgetary Budgetary Institution (N.M. Knipovich PINRO). – 2nd edition, revised and expanded. Murmansk: N.M. Knipovich PINRO. 309 p. (In Russ.)
23. Samokhvalov I.V., Prusov S.V., Zubchenko A.V. (2014). Illegal fishing of Atlantic salmon *Salmo salar* in the basin of the Nizhne-Tulom reservoir of the Murmansk region // Questions of fisheries. Vol. 15. No. 1. Pp. 111-117. (In Russ.)
24. Smirnov A.G. (1935). Studies of the biology and fishing of salmon in the rivers of the eastern part of the Tersk coast and in Murmansk in 1932 and 1933. // Izvestiya VNIORKH. Vol. 20. Pp. 114-186. (In Russ.)
25. Rudakova S.L., Samokhvalov I.V., Mikryakov D.V. [et al.] (2024). Ulcerative dermal necrosis of mature Atlantic salmon in the Kola and Tuloma rivers (Murmansk region): results and prospects of the study // Proceedings of VNIRO. Vol. 198(1). Pp. 34-46. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2024-198-34-46> (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 07.04.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025



Состояние запасов и динамика промысла дальневосточных сельдей (*Clupea pallasii* Valenciennes, 1847)

Научная статья
УДК 639.222.2

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-61-70>
EDN: ZGGMQR

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

Датский Андрей Валерьевич – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, Россия
E-mail: adatsky@vniro.ru

Антонов Николай Парамонович – доктор биологических наук, Директор Департамента морских и пресноводных рыб России, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО), Москва, Россия
E-mail: antonov@vniro.ru

Адреса:

1. Государственный научный центр РФ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) – 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19
2. Северо-Восточный государственный университет – Россия, 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 13
3. Дагестанский государственный университет – Россия, 367025, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а

Аннотация. Представлена характеристика состояния запасов и динамики промысла сельди в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне по данным 1935-2025 гг., оценены перспективы их промысла. Полученные результаты позволят повысить эффективность использования запасов дальневосточных сельдей.

Ключевые слова: тихоокеанская сельдь, Охотское море, Берингово море, Японское море, тихоокеанские воды, запасы, промысел, сезонная динамика уловов

Для цитирования: Смирнов А.А., Датский., Антонов Н.П. Состояние запасов и динамика промысла дальневосточных сельдей (*Clupea pallasii* Valenciennes, 1847) // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 61–70. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-61-70>

STOCK STATUS AND FISHING DYNAMICS OF FAR EASTERN HERRINGS (*CLUPEA PALLASII* VALENCIENNES, 1847)

Andrey A. Smirnov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East, The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO); Professor of the Department of Exact and Natural Sciences, Northeastern State University (NSU); Professor of the Department of Ichthyology, Dagestan State University (DSU), Moscow, Russia

Andrey V. Datsky – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Marine Fish Department of the Far East, The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia

Nikolay P. Antonov – Doctor of Biological Sciences, Director of the Department of Marine and Freshwater Fishes of Russia, The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow, Russia

Addresses:

1. The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – 19 Okruzhny Proezd, Moscow, 105187
2. Northeastern State University – Russia, 685000, Magadan, Portovaya St., 13
3. Dagestan State University – Russia, 367025, Makhachkala, Gadzhieva str., 43a

Annotation. The characteristics of the state of stocks and dynamics of herring fishing in the Far Eastern fisheries basin according to the data of 1935-2025 are presented, and the prospects for their fishing are assessed. The results obtained will improve the efficiency of using the reserves of Far Eastern herrings.

Keywords: Pacific herring, Sea of Okhotsk, Bering Sea, Sea of Japan, Pacific waters, stocks, fishing, seasonal catch dynamics

For citation: Smirnov A.A., Datsky., Antonov N.P. (2025). The state of stocks and the dynamics of fishing for Far Eastern herrings (*Clupea pallasii* Valenciennes, 1847) // Fisheries. No. 3. Pp. 61–70. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-61-70>

Рисунки – авторские / The drawings were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Важнейшее значение для российского промысла в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне имеет тихоокеанская сельдь *Clupea pallasii* Valenciennes, 1847, которую добывают в Охотском и Беринговом морях, в меньшей степени – в Японском море и тихоокеанских водах (Петропавлов-

ско-Командорская подзона и Южно-Курильская зона) [1; 2; 12].

Сельдь в дальневосточных морях представлена популяциями (рис. 1), которые различаются ареалами, условиями нереста и особенностями роста [12; 14; 15; 16; 19; 20]. В XX и первых десятилетиях XXI веков важнейшее значение для отечественного промысла



имели сахалино-хоккайдская, охотская, корфо-карагинская, гижигинско-камчатская, восточно-беринговоморская группировки сельди. Стада сельди Приморья (зал. Петра Великого, пластуно-нельминское), северо-западной части Берингова моря (анадырская), северной части Татарского пролива (де-кастринское), заливов Анива, Терпения и северо-восточного Сахалина (восточно-сахалинское), а также озёрно-лагунные сельди Сахалина и Камчатки имеют небольшую численность, их облавливают в меньших объемах [4; 12; 19].

Первый промысел сельди в дальневосточном регионе известен у японских берегов и датируется серединой XV века, у сахалинского побережья – второй половиной XIX века. Там ловили сельдь сахалино-хоккайдской группировки, ранее самой многочисленной, максимальной годовой вылов которой (973 тыс. т) был достигнут в 1897 г. у побережья о. Хоккайдо [8], но затем запасы существенно сократились, сельдь продолжительное время находилась в глубокой депрессии и лишь в последние годы начала восстанавливать свою численность [6].

В российских дальневосточных водах сельдь начали осваивать у юго-восточного побережья Камчатки с 1740 г., когда на побережье Авачинской губы был основан город Петропавловск-Камчатский [12]. С 1904 г. у берегов Приморья и Сахалина облавливались сельди сахалино-хоккайдской группировки и залива Петра Великого, среднегодовой улов составлял около 50 тыс. тонн. В 1921-1936 гг. к ним добавилась де-кастринская сельдь, и среднегодовой улов достиг 310 тыс. тонн. В 1937-1955 гг. значительно уменьшились уловы «южных» стад сельди, среднегодовая добыча снизилась до 143 тыс. т, в связи с этим началось освоение запасов сельдей в северной части Охотского и Беринговом морях. В 1956-1975 гг. среднегодовой вылов рыб достиг 330 тыс. т, из них на охотскую сельдь приходилось 58%, гижигинско-камчатскую – 10%, корфо-карагинскую – 18%, восточно-беринговоморскую – 8%, на более мелкие группировки – 6%. В 1976-

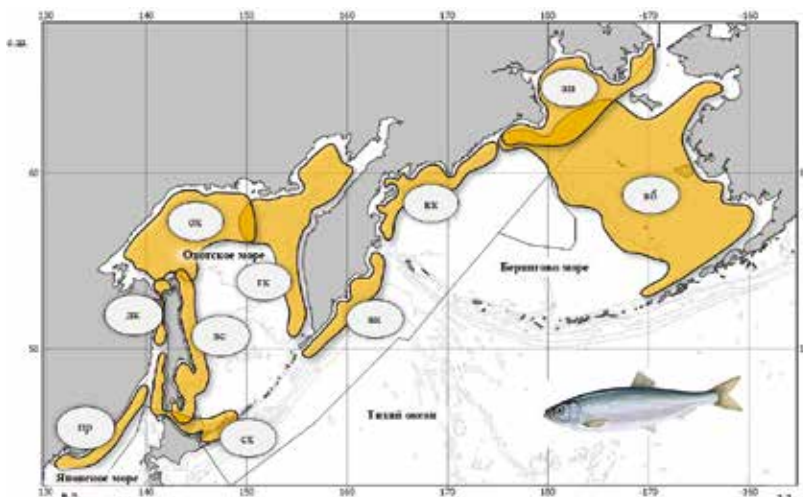


Рисунок 1. Карта-схема расположения основных популяций (единиц запасов) тихоокеанской сельди в дальневосточных морях и прилегающих акваториях Тихого океана. Обозначения популяций (даны в порядке убывания их среднеегодового вылова за 2000-2024 гг.): ох – охотская, ан – анадырская (учтены уловы восточноберинговоморской сельди в зоне РФ), кк – корфо-карагинская, гк – гижигинско-камчатская, вб – восточноберинговоморская (уловы в зоне США), сх – сахалино-хоккайдская, вс – восточносахалинская, пр – приморская, дк – де-кастринская

Figure 1. Map-layout of the main populations (stock units) Pacific herring in the Far Eastern seas and adjacent waters of the Pacific Ocean. Population designations (given in descending order of their average annual catch for 2000-2024): oh – Okhotsk, an – Anadyr (catches of East Beringian Sea herring in the Russian Federation zone are taken into account), kk – Korfo-Karaginskaya, gk – Gizhiginskaya-Kamchatskaya, wb – East Beringian (catches in the USA zone), cx – Sakhalin-Hokkaido, vs – Vostochnosakhalinskaya, pr – Primorskaya, dk – de-kastrinskaya

1995 гг. среднегодовой улов сельди снизился до 109 тыс. т по причине сокращения ее ресурсной базы и ограничения рыболовства на акваториях иностранных экономических зон. В 1996-2004 гг. ежегодный вылов вида вырос до 290 тыс. т, при этом к 2005 г. основу уловов составляла охотская сельдь [13].

На протяжении последующих 20 лет ежегодный вылов тихоокеанской сельди на Дальнем Востоке колебался в пределах от 163 тыс. т (2008 г.) до 420 тыс. т (2017 г.), составляя в среднем 295 тыс. тонн. Колебания ее уловов объясняются изменениями рекомендованных к добыче объемов, которые, в большинстве случаев, напрямую зависят от состояния запасов различных популяций [2]. Следует также отметить, что промысел дальневосточных сельдей имеет ярко выраженный сезонный характер и его интенсивность значительно отличается по месяцам лова.

Цель работы: ретроспективный анализ состояния запасов и межгодовой, и сезонной динамики промысла сельдей Дальнего Востока.

Данные по биомассам и уловам сельди российских вод Берингова, Охотского и Японского морей и прилегающих акваторий северо-западной части Тихого океана взяты из опубликованных источников [2; 5], которые были дополнены ежегодными результатами исследований, полученными научно-исследовательскими институтами Росрыболовства на современном этапе¹ (до 2025 г. включительно). В целом, в рамках настоящего исследования были задействованы материалы с 1935 по 2025 год. Данные по сезонной динамике уловов тихоокеанской сельди проанализированы с 2012 по 2024 год. Вылов сельди рассматривали по данным оперативной отчетности предприятий и отраслевой системы мониторинга. Для доступа к сведениям по уловам сельди и первичной обработки промысловых данных использовали программу «FMS analyst» [23].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

С 1935 по 2025 г. ежегодный суммарный запас основных промысловых стад тихоокеанской сельди на Дальнем Востоке варьировал от 480 тыс. т (1937 г.) до 3779 тыс. т (2010 г.), составляя в среднем 1853 тыс. тонн. При этом ее ежегодный вылов колебался в пределах от 4 тыс. т (1935 г.) до 606 тыс. т (1969 г.), составляя в среднем 228 тыс. тонн.

Рассмотрим динамику запасов и уловов сельди по отдельным промысловым районам Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна.

Охотское море

Северо-Охотоморская подзона. Охотская сельдь обитает в северо-западной части Охотского моря и в настоящее время занимает первое место по численности среди дальневосточных сельдей [14]. С 1945 по 2025 гг. биомасса охотской сельди в этой подзоне колебалась от 70 тыс. т (1956 г.) до 2271 тыс. т (2020 г.), при среднем значении 963 тыс. т (рис. 2А). Вылов этой сельди изменялся от 7,4 тыс. т (1955 г.) до 420 тыс. т (1969 г.), при средней величине 160,2 тыс. тонн. В настоящее время запас охотской сельди находится на высоком уровне, при этом продолжается очередной цикл увеличения численности и биомассы, вызванный вступлением в запас урожайных поколений [11].

Западно-Камчатская подзона. В этом районе, в северо-восточной части Охотского моря, обитает гижигинско-камчатская сельдь [18].

С 1946 по 2025 гг. биомасса этой сельди колебалась от 50 тыс. т (1973 г.) до 950 тыс. т (1957 г.), при среднем значении 247 тыс. т (рис. 2Г). Вылов этой сельди изменялся от 0,2 тыс. т (1975 г.) до 161,4 тыс. т (1958 г.) тыс. т, при средней величине 20,9 тыс. тонн. В последние годы состояние популяции этой сельди характеризуется как стабильное [11].

Восточно-Сахалинская подзона. Восточно-сахалинская сельдь обитает в зал. Анива, Терпения, у северо-восточного Сахалина, на крайнем юге полуострова, встречается и сельдь сахалино-хоккейдской группировки (см. рис. 1).

В заливах северо-востока Сахалина промысел сельди, который базируется на нерестовых скоплениях в мае-июне, после многолетнего перерыва возобновился в 1987 году. Среднегодовой её вылов в 1990-е гг. составлял в среднем 0,36 тыс. т, при максимальных уловах 0,53-0,77 тыс. т в 1990-1993 гг. [2]. В 2000-е гг. среднегодовой вылов не превышал 0,05 тыс. тонн. Увеличение уловов сельди в этом районе отмечено с 2015 года. В 2018-2020 гг. отмечен рост добычи до 0,26-0,45 тыс. т, в 2021-2023 гг. – уменьшение до 0,07-0,15 тыс. тонн. В целом перспективы промысла сельди в этом районе определяются текущей экономической ситуацией и организационными причинами, вследствие чего ее уловы существенно варьируют. В последние годы отмечен некоторый рост ее биомассы: в 2024 г. промысловый запас оценен на уровне 29 тыс. т [11].

В заливе Анива нерестовую сельдь ловили с 1906 г. ставными неводами и сетями на нерестилищах. Наибольшие ее уловы отмечали в 1930-е гг. (200-400 тыс. т), вылов в 1955-1959 гг. в среднем составлял 12,25 тыс. т, в 1965-1969 гг. – не более 0,27 тыс. тонн. В последующие годы промысел не вели. С 2010-х гг. отмечен рост запасов сельди в этом районе: если в 2021 г. он был оценен в объеме 18,2 тыс. т, то к 2023 г. вырос до 307,1 тыс. т [11]. Вылов сельди в заливе Анива возобновился в 2010-е гг. [2], в последние годы он ежегодно возрастал и в 2023 г. составил 2,28 тыс. т [11].

В заливе Терпения промысел сельди известен с 1906 года. Максимальные уловы отмечены в 1920-е годы (среднегодовой вылов – 56 тыс. т), к 1960 г. годовой улов сократился до 9,3 тыс. тонн. Сначала 1990-х годов промысел не велся и возобновился в начале 2000-х годов, в период нереста, в мае-июне. В 2000-2016 гг. среднегодовой вылов сельди составлял всего

¹ См. напр.: Состояние промысловых ресурсов Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна – 2024 (информационный помощник). Владивосток: ТИНРО. 2024. 210 с.



0,06 тыс. т, она вылавливалась как прилов при промысле других видов рыб малыми ставными неводами [8]. Также, как и в заливе Анива, численность сельди здесь начала расти с середины 2010-х годов. Так, в 2000-2015 гг. биомасса нерестового запаса изменялась от 0,38 до 12,79 тыс. тонн. В 2024 г. нерестовая биомасса сельди оценена в 66 тыс. тонн. Вылов в последние годы также растет: в 2022 г. – 6,78 тыс. т, в 2023 г. – 7,43 тыс. т [11].

Берингово море

Чукотская зона. Здесь облавливают часть запаса восточно-берингоморской сельди, которая для нагула заходит в российские воды из восточной части Берингова моря [4; 12], а также – местную анадырскую группировку. В 2007-2024 гг. прогнозируемые уловы сельди в Чукотской зоне рекомендовали в объеме до 1 тыс. т, с его освоением в пределах 0,9-10,7%. Исключением можно считать 2019 г., когда вылов увеличился до 79,4% (при прогнозной оценке улова в 141 т добыли 112 т). В среднем запасы сельди в данном районе осваивались на 1,8%, если учитывать данные 2019 г. – на 10% [2].

Западно-Берингоморская зона. Здесь наиболее многочисленна упомянутая выше восточно-берингоморская сельдь, мигрирующая в российскую часть Берингова моря из американских вод и смешивающаяся с местной (анадырской) группировкой, а в юго-западной части зоны – с корфо-карагинской (в годы ее высокой численности). С 1959 по 2025 гг. промысловая биомасса сельди в этом районе колебалась от 5 тыс. т (2004 г.) до 1895 тыс. т (2010 г.), при среднем значении 343 тыс. т (рис. 2В).

Вылов сельди в Западно-Берингоморской зоне за период с 1959 по 2024 гг. изменялся от 7,8 до 127,1 тыс. т, при средней величине 39,3 тыс. тонн. В западной части облавливаются мигрирующая на нагул из Олюторского залива корфо-карагинская сельдь. В настоящее время наблюдается тенденция стабилизации относительно высокого уровня запаса восточно-берингоморской сельди [11]. В этой связи перспективы промысла в северо-западной части Берингова моря будут зависеть от масштабов нагульных миграций этой группировки из восточной части моря.

Карагинская подзона. Здесь обитает корфо-карагинская сельдь – одна из крупнейших группировок тихоокеанской сельди и один из основных объектов рыбного промысла в западной части Берингова моря. Ареал этой группировки охватывает заливы Корфа, Карагинский, Олюторский, а также – акваторию

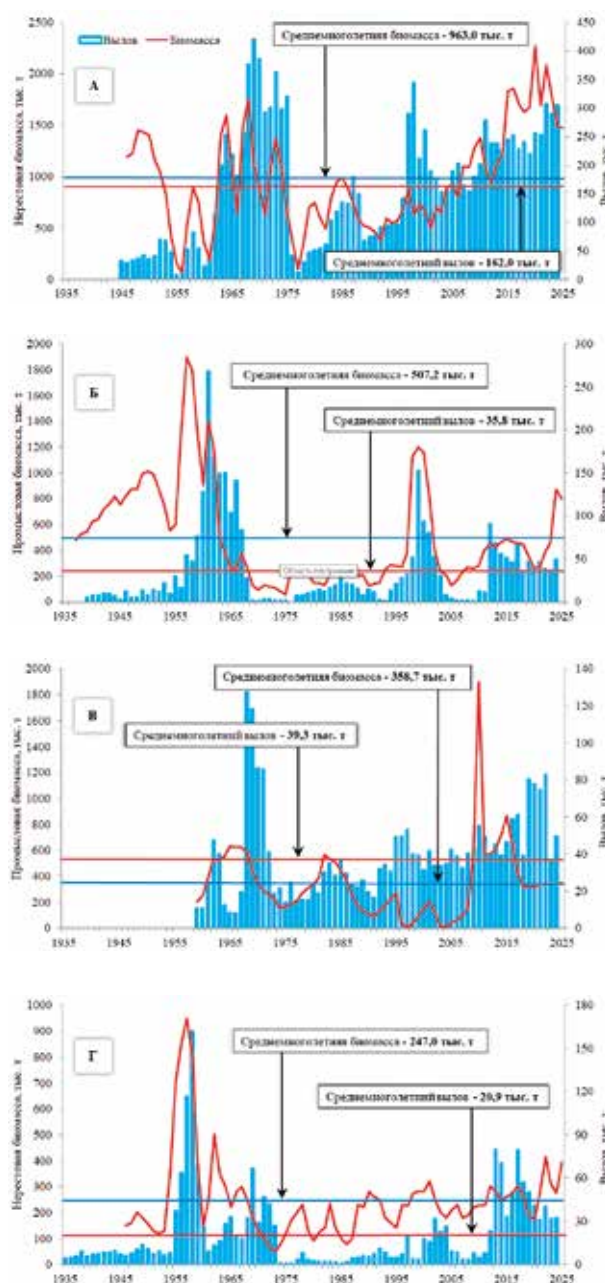


Рисунок 2. Биомасса и вылов (тыс. т) основных популяций тихоокеанской сельди в Охотском и Беринговом (в пределах российских вод) морях в 1935-2025 годах. А – охотская, Б – корфо-карагинская, В – анадырская (совместно с нагульными рыбами восточноберингоморской популяции), Г – гижигинско-камчатская. Группировки даны в порядке убывания биомассы

Figure 2. Biomass and catch (thousand tons) of the main Pacific herring populations in the Okhotsk and Bering Seas (within Russian waters) in 1935-2025. А – Okhotsk, В – Korfo-Karaginskaya, С – Anadyrskaya (together with feeding fish of the East Beringian Sea population), D – Gizhiginskaya-Kamchatskaya. The groupings are given in descending order of biomass

вдоль корякского побережья до 174°в.д. [12; 17]. С 1937 по 2025 гг. промысловая биомасса корфо-карагинской сельди в этой подзоне колебалась от 60 тыс. т (1975 г.) до 1900 тыс. т (1957 г.), при среднем значении 507 тыс. т (рис. 2Б). Вылов этой сельди изменялся от 0,1 тыс. т (1970 г.) до 268,2 тыс. т (1961 г.), при средней величине 35,8 тыс. тонн. В настоящее время отмечен рост запасов и уловов этой группировки.

Японское море

Подзона Приморье включает в себя воды зал. Петра Великого, северного Приморья и материкового побережья Татарского пролива. Здесь известны места обитания трех группировок тихоокеанской сельди: на юге – зал. Петра Великого, в центральной части подзоны – пластуно-нельминская, в западной части Татарского пролива – де-кастринская сельди. Запасы этих сельдей небольшие, не более 100 тыс. т [21]. Данные последних лет показали тенденцию роста численности и биомассы этой рыбы в подзоне Приморье. В промысловом режиме в небольших объемах сельдь здесь начали добывать только с 2021 года. В 2023 г. вылов сельди составил 223 тонн.

Подзона Западно-Сахалинская. В водах западного Сахалина обитают рыбы де-кастринской (на севере) и сахалино-хоккайдской (на юге) популяций, условная граница ареалов которых проходит в Татарском проливе по 49°с.ш. [9].

Относительно небольшой запас де-кастринской сельди в рассматриваемом районе осваивался в 1990-1996 гг. в период нагула (с августа по сентябрь) кошельковыми неводами. Максимальной величины запасы этой сельди достигали в 1992 г. (8 тыс. т) и в 2019 г. (12,7 тыс. т). В 2000-е – первой половине 2010-х гг. были зафиксированы минимальные значения ее нерестовой биомассы от 0,04 до 4,2 тыс. тонн.

По данным траловых учетных съемок 2015, 2018 и 2020 гг., величина общего запаса де-кастринской сельди в границах Западно-Сахалинской подзоны равнялась соответственно 14,2; 10,7 и 21,3 тыс. т [10]. Запас этой сельди в 2024 г. оценен в объеме 21 тыс. тонн. Среднегодовой вылов колебался от 0,10 до 3,75 тыс. т, при среднем значении – 1,23 тыс. тонн. В последующие годы специализированный лов этой группировки не проводили [11].

Сахалино-хоккайдская сельдь у юго-западного Сахалина в течение 1990-х – первой половины 2010-х гг. имела минимальный уровень биомассы. Результаты траловых съемок, выполненных в 2001-2008 гг., показали среднюю величину запаса сельди, равную 0,6 тыс. тонн. Осенние съемки 2009-2013 гг. продемонстрировали также весьма низкий уровень ее биомассы – от 0,05 до 0,08 тыс. тонн. В 2015 и 2018 гг. расчетный запас сельди заметно увеличился и составил соответственно 8,6 и 12,6 тыс. т [10], а в 2024 г. он достиг уже 35,5 тыс. т [11].

Таким образом, со второй половины 2010-х годов отмечается заметное увеличение биомассы и численности у западного побережья о. Сахалин как сахалино-хоккайдской, так и де-кастринской группировок, но ведется только лов сахалино-хоккайдской сельди. Частичное освоение ее выделенных объемов происходит в виде прилова при промысле снюрреводом донных видов рыб и минтая у юго-западного Сахалина. Освоение рекомендованных объемов сельди, величина которых в 2022 и 2023 гг. для де-кастринской популяции составляла по 3,4 тыс. т, а для сахалино-хоккайдской популяции – по 6,0 тыс. т, находится на низком уровне. В 2022 г. суммарный вылов сельди сахалино-хоккайдской популяции составил 13,1%, в 2023 г. он снизился до 10,6%. Промысел де-кастринской сельди в рассматриваемые годы отсутствовал [22].

Южно-Курильская зона. Сельдь у южных Курильских островов (район обитания сахалино-хоккайдской группировки) до середины XX века была традиционным объектом промысла в годы ее высокой численности в южной части Охотского моря и Японском море, с уловами от 3,0 до 4,2 тыс. т в год [6]. С конца 1950-х гг. специализированный промысел сельди в Юж-



Рисунок 3. Нарастающий вылов (А) и распределение уловов по месяцам (Б) тихоокеанской сельди в Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне в 2012-2024 гг., %

Figure 3. Increasing catch (A) and monthly catch distribution (B) of Pacific herring in the Far Eastern Fisheries Basin in 2012-2024, %

но-Курильской зоне не осуществляли. В дальнейшем, с 2017 г. сельдь здесь начали облавливать как прилов при промысле других видов рыб ставными неводами в апреле-июне, разноглубинными тралами и снюрреводами осенью и зимой в акватории, прилегающей к острову Кунашир и Малой Курильской гряде, объемы изъятия ежегодно увеличиваются. Вылов этой сельди в последние годы вырос от 0,03 тыс. т (2019 г.) до 1,2 тыс. т (2023 г.) [11]. По модельным расчетам, промысловая биомасса сельди в этом районе увеличилась от нескольких десятков тонн в 2014-2017 гг. до 9,7 тыс. т в 2021 г., рост запасов продолжается [7].

Освоение ресурсов сельди в течение сезона лова существенно отличается по районам промысла. Ее максимальные уловы в целом по Дальнему Востоку, по данным последних лет, наблюдаются в апреле (20%), ноябре (18%), декабре (16%) и январе (13%). В то же время минимальный вылов рыб приурочен к маю (0,2%) и июню (1%). В остальные месяцы уловы колебались от 4% в августе до 8% в октябре (рис. 3). Преобладающая часть промысла облавливает нагульные скопления сельди.

Если рассматривать помесечный вылов сельди по дальневосточным морям и тихоокеанским водам в долях от годового изъятия (рис. 4), то в Охотском море максимальные уловы отмечены в апреле (22%), декабре (20%), в ноябре и январе – по 17% в каждом месяце, минимальные – в мае (0,2%). В Беринговом море ее максимальные выловы наблюдали в ноябре (29%), в августе и декабре – по 18% в каждом месяце, минимальные – в феврале и мае (по 0,1% в каждом месяце). В Японском море наибольшая добыча вида отмечена в ноябре (29%) и октябре (22%), минимальная – в мае (0,2%). В тихоокеанских водах максимальные уловы рыб наблюдали в октябре (34%), минимальные – в мае (0,2%), при этом суммарный годовой вылов не превышал 1 тыс. тонн.

В Северо-Охотоморской подзоне максимальные уловы сельди наблюдали в декабре (23%), ноябре (20%), январе (19%) и октябре (14%), в апреле – 9%, феврале – 6% и марте – 5%. Минимальные ее уловы отмечены в мае и июне (по 0,1% в каждом месяце). Охотская сельдь образует скопления высокой плотности в октябре-январе [11], и именно на эти месяцы приходится наибольший вылов по месяцам (см. рис. 5А).

В Западно-Камчатской подзоне максимальный вылов гижигинско-камчатской сельди в последние годы приходится на апрель (88%), когда промысловый флот облавливает плотные преднерестовые скопления рыб в устье залива Шелихова [18], в январе-марте сельдь добыва-

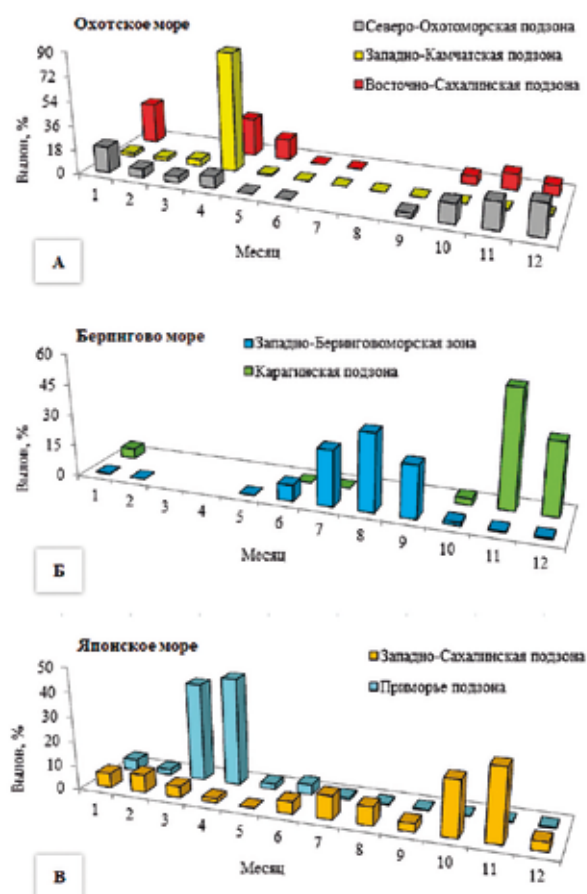


Рисунок 5. Ежемесячный вылов тихоокеанской сельди по районам промысла в Охотском (А), Беринговом (Б) и Японском (В) морях в 2012–2024 гг., в % от годового вылова

Figure 5. Monthly catch of Pacific herring by fishing areas in the Okhotsk (A), Bering (B) and Japanese (C) Seas in 2012–2024, as % of total annual catch

ли как прилов на промысле минтая: в январе – 3%, в феврале – 2%, в марте – 5%, в мае – 1%. Минимальные уловы сельди выявлены в декабре (0,7%), ноябре (0,4%) и июне (0,1%).

В Восточно-Сахалинской подзоне максимальные уловы сельди наблюдали в январе (30%) и апреле (28%), мае – 16%, ноябре и декабре – по 12% в каждый месяц и октябре – 6%. Наименьшая ее добыча зафиксирована в июне и июле (по 0,1% в каждом месяце). В этом районе, по устному сообщению Э.Р. Ившиной, в рассматриваемый период основной лов сельди проводился весной береговыми ставными и закидными неводами, а в январе сельдь добывали в море тралами на самой северной границе Восточно-Сахалинской и Северо-Охотоморской подзон, куда заходит охотская сельдь из Северо-Охотоморской подзоны.

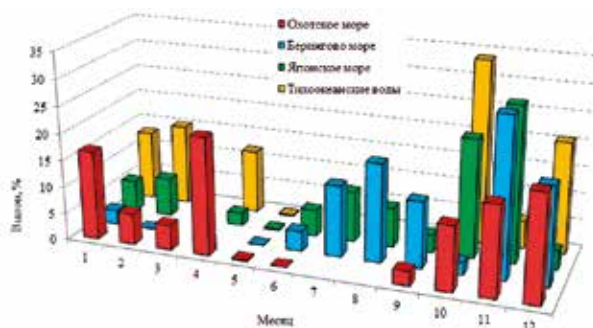


Рисунок 4. Ежемесячный вылов тихоокеанской сельди по морям Дальнего Востока и тихоокеанским водам в 2012–2024 гг., в % от общего годового вылова

Figure 4. Monthly catch of Pacific herring in the seas of the Far East and Pacific waters in 2012–2024, as % of the total annual catch

В Беринговом море промысел тихоокеанской сельди осуществляется в Западно-Беринговоморской зоне в летний, и в Карагинской подзоне, преимущественно в осенний период (рис. 5Б). В первом районе максимальные уловы сельди наблюдали в августе (37%), июле (27%) и сентябре (25%), в июне – 8%. Минимальные ее уловы отмечены в феврале и мае (по 0,1% в каждом месяце). Очевидно, что максимальные ежемесячные уловы сельди напрямую зависят от сроков образования плотных скоплений. Так, в Западно-Беринговоморской зоне основной промысел сельди проходит в июне–сентябре, т.к. в этот период здесь наблюдаются нагульные миграции восточно-беринговоморской сельди из восточной части Берингова моря.

В Карагинской подзоне максимальные уловы вида флот обеспечивал в ноябре (57%) и декабре (35%), минимальные – в июне и июле (по 0,1% в каждом месяце), в январе вылов составил 5%, в октябре – 31%. Корфо-карагинская сельдь поздней осенью и в начале зимы формирует зимовальные скопления высокой плотности [12]. Именно в это время (ноябрь–декабрь) рыбопромысловый флот вылавливает преобладающую часть рекомендованного ежегодного объема сельди в Карагинской подзоне [3].

В Японском море промысел тихоокеанской сельди осуществляется в подзонах Западно-Сахалинская и Приморье (рис. 5В).

В Западно-Сахалинской подзоне максимальные уловы сельди наблюдали в ноябре (29%) и октябре (22%), в январе–апреле они колебались от 2% (апрель) до 7% (февраль), в мае уловы были минимальны – 0,2%, в июне–сентябре они колебались от 3% (сентябрь)

до 9% (июль). Специализированного промысла сельди здесь нет, ее ловят в качестве прилова при промысле минтая, трески и камбал разноглубинными травами и снюрреводами. Этим и объясняется ее встречаемость практически в течение всего календарного года.

В подзоне Приморье максимальные уловы сельди наблюдали в апреле (44%) и марте (40%), январе – 5%, июне – 4%, феврале и мае – по 2% в каждом месяце. В июле вылов составлял 0,8%, в остальные месяцы (август–декабрь) уловы были минимальны (по 0,4% в каждом месяце). Максимальные уловы сельди в Приморье, наблюдаемые в марте–апреле, по устному сообщению Л.А. Черноивановой, являются в основном приловом при промысле минтая, камбал и других рыб. В то же время в 2021–2024 гг. сельдь осваивали также и в ходе промышленного лова разноглубинными травами с судов типов БМРТ и СРТМ.

Выводы

До 2020 г. в целом по Дальневосточному рыбохозяйственному бассейну запас сельди в среднем составлял 1738 тыс. т, при вылове 219 тыс. тонн. В последние годы (2021–2024 гг.), главным образом за счет охотской сельди, эти показатели выросли до 2918 и 425 тыс. т, соответственно. В целом сельдь весьма востребована промыслом, однако в Западно-Беринговоморской и Южно-Курильской зонах, Восточно-Сахалинской, Западно-Сахалинской подзонах, подзоне Приморье ее ресурсы используются не полностью.

Максимальные уловы дальневосточной сельди по Дальнему Востоку наблюдались в зимовальный период в ноябре, декабре, январе и в преднерестовый – в апреле. Минимальные уловы – в мае и июне.

В Охотском море наибольшие уловы сельди традиционно приходятся на апрель, ноябрь, декабрь и январь, минимальные – на май. В Северо-Охотоморской подзоне ее максимальные уловы наблюдали в октябре–январе, когда охотская сельдь образует плотные нагульные и зимовальные скопления, минимальные уловы – в мае и июне. В Западно-Камчатской подзоне наиболее высокие уловы сельди обеспечивала в апреле, когда суда облавливали ее плотные преднерестовые скопления в устье залива Шелихова. Минимальные уловы рыб в этой акватории – в июне, ноябре и декабре. В Восточно-Сахалинской подзоне максимальные уловы сельди наблюдали в январе, когда ее траловый промысел осуществляется возле северной границы подзоны, куда заходит охотская сельдь из Северо-Охотоморской подзоны, и в апреле (в этом месяце ее также облавливали береговыми ставными и закидными неводами). Минимальные уловы – в июне и июле.

В российских водах Берингова моря максимальные уловы сельди отмечены в ноябре, декабре и августе, минимальные – в феврале и мае. При этом в северо-западной части моря (Западно-Берингоморская зона) ее наибольшие уловы наблюдали в июле, августе и сентябре (в период нагульных подходов восточно-берингоморской группировки), а минимальные – в феврале и мае. В юго-западной акватории моря (Карагинская подзона) наибольшая добыча сельди выявлена в ноябре и декабре, когда она формирует зимовальные скопления высокой плотности, минимальные – в июне и июле.

В Японском море в целом наибольшие уловы сельди отмечены в октябре и ноябре, минимальные – в мае. При этом у западного Сахалина ее максимальные уловы (в ходе прилова при промысле минтая, трески и камбал) наблюдали в октябре и ноябре с минимумом в мае. В подзоне Приморье наибольшая добыча сельди зафиксирована в марте-апреле (прилов при промысле минтая, камбал и других рыб), ее уловы были минимальны в августе-декабре.

В ближайшей перспективе запасы охотской сельди стабилизируются на высоком уровне, корфо-карагинской, восточно-берингоморской и гижигинско-камчатской – на среднем. Наряду с этим, ожидается рост биомассы сахалино-хоккайдской, де-кастринской группировок и сельдей подзоны Приморье.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **А.А. Смирнов** – идея статьи, подготовка обзора литературы, обработка материала, окончательная проверка текста статьи; **А.В. Датский** – обработка и анализ материала, подготовка иллюстративного материала и статьи; **Н.П. Антонов** – подготовка статьи, корректировка текста.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **A.A. Smirnov** – the idea of the article, preparation of the literature review, processing of the material, final verification of the text of the article; **A.V. Datsky** – processing and analysis of the material, preparation of illustrative material and articles; **N.P. Antonov** – preparation of the article, text correction.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Антонов Н.П., Датский А.В., Мазникова О.А., Митенкова Л.В. Современное состояние промысла тихоокеанской сельди в дальневосточных морях // Рыбное хозяйство. 2016. № 1. С. 54-58.
- Антонов Н.П., Датский А.В., Смирнов А.А., Кузнецова Е.Н., Ведищева Е.В., Головатюк Г.Ю. Использование сырьевой базы морских рыб в российских водах дальневосточных морей и прилегающих районах

- открытой части Тихого океана в 2000-2020 гг. // Труды ВНИРО. 2024. Т. 195. С. 61-128.
- Датский А.В. Сырьевая база рыболовства и её использование в российских водах Берингова моря. Сообщение 3. Сезонная динамика вылова водных биологических ресурсов // Труды ВНИРО. 2019. Т. 178. С. 112-149.
- Датский А.В., Андронов П.Ю. Иктиоцен верхнего шельфа северо-западной части Берингова моря. Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 2007. 261 с.
- Датский А.В., Кулик В.В., Датская С.А. Динамика обилия массовых промысловых рыб дальневосточных морей и прилегающих районов открытой части Тихого океана и влияющие на неё факторы // Труды ВНИРО. 2021. Т. 186. С. 31-77.
- Зверькова Л.М., Антонов Н.П. Промысел сахалино-хоккайдской («весенней») сельди *Clupea pallasii* // Вопросы рыболовства. 2017. Т. 18. № 4. С. 462-472.
- Золотов А.О., Буслов А.В., Пономарев С.С. Особенности биологии и перспективы современного промысла тихоокеанской сельди *Clupea pallasii* на шельфе южных Курильских островов // Известия ТИНРО. 2022. Т. 202. Вып. 2. С. 283-304.
- Ивишина Э.Р. Современное состояние запасов сахалино-хоккайдской сельди *Clupea pallasii* у побережья о. Сахалин и южных Курильских островов // Известия ТИНРО. 2022а. Т. 202. Вып. 1. С. 61-70.
- Ивишина Э.Р. Распределение нерестилищ тихоокеанской сельди сахалино-хоккайдской и декастринской популяций у западного побережья о. Сахалин (Японское море) // Вопросы рыболовства. 2022б. Т. 23. № 2. С. 201-215.
- Ким С.Т., Ивишина Э.Р., Заварзина Н.К. Современное состояние сырьевых ресурсов рыб в северо-восточной части Японского моря // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2022. № 4. С. 70-84.
- Нагульная сельдь – 2024 (путинный прогноз). Владивосток: ТИНРО. 2024. 87 с.
- Науменко Н.И. Биология и промысел морских сельдей Дальнего Востока. П.-Камчатский: Камчатский печатный двор. 2001. 300 с.
- Науменко Н.И. Дальневосточная сельдь: взгляд в XXI век (обзор литературы, краткая история исследований и промысла) // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2007. Вып. 9. С. 185-190.
- 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.
- Смирнов А.А. Гижигинско-камчатская сельдь // Магадан: МагаданНИРО. 2009. 149 с.
- Смирнов А.А. Биология, распределение и состояние запасов гижигинско-камчатской сельди. Магадан: МагаданНИРО. 2014. 170 с.
- Смирнов А.А., Датский А.В., Антонов Н.П. Сельди западной части Берингова моря: распределение, основные черты биологии, состояние запасов и промысел // Вопросы рыболовства. 2022. Т. 23. № 2. С. 86-107.
- Смирнов А.А., Прикоки О.В. История изучения, распределение, основные черты биологии, состояние запасов и промысел гижигинско-камчатской сельди в 1971-2021 гг. // Вопросы рыболовства. 2022. Т. 23. № 2. С. 27-50.
- Смирнов А.А., Датский А.В. Состояние запасов и перспективы промысла сельдей Дальнего Востока //

- Материалы II Международной научно-практической конференции «Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет российской академической науке». М.: Изд-во ВНИРО. 2024. С. 313-319.
20. Строганов А.Н., Семенова А.В., Рыбаков М.О., Смирнов А.А. О влиянии факторов среды на формирование изменчивости тихоокеанской сельди на ареале от Белого до Жёлтого морей // Труды ВНИРО. 2020. Т. 181. С. 69-83.
 21. Черноиванова Л.А. Биологическая характеристика сельди залива Петра Великого сельди (Японское море) // Промысел, динамика запаса и основные биологические показатели нерестовой охотской сельди на современном этапе // Вопросы рыболовства. 2022. Т. 23. № 2. С. 63-85.
 22. Шейбак А.Ю., Смирнов А.А. Биологическое состояние тихоокеанской сельди у западного Сахалина, как показатель степени использования природно-ресурсного потенциала // Сборник статей XXIII международной научно-практической конференции «Природно-ресурсный потенциал, экология и устойчивое развитие регионов России». Пенза. 2025. С. 237-240.
 23. Vasilets P.M. FMS analyst – computer program for processing data from Russian Fishery Monitoring System. 2015. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5186.0962>.

LITERATURE AND SOURCES

1. Antonov N.P., Datsky A.V., Maznikova O.A., Mitenkova L.V. 2016. The current state of Pacific herring fishing in the Far Eastern seas // Fisheries. No. 1. Pp. 54-58. (In Russ.)
2. Antonov N.P., Datsky A.V., Smirnov A.A., Kuznetsova E.N., Vedishcheva E.V., Golovatyuk G.Yu. 2024. The use of the raw material base of marine fish in the Russian waters of the Far Eastern seas and adjacent areas of the open Pacific Ocean in 2000-2020 // Proceedings of VNIRO. Vol. 195. Pp. 61-128. (In Russ.)
3. Datsky A.V. 2019. The raw material base of fishing and its use in the Russian waters of the Bering Sea. Message 3. Seasonal dynamics of catch of aquatic biological resources // Proceedings of VNIRO. Vol. 178. Pp. 112-149. (In Russ.)
4. Datsky A.V., Andronov P.Yu. 2007. Ichthyocene of the upper shelf of the northwestern part of the Bering Sea. Magadan: SVNTS FEB RAS. 261 p. (In Russ.)
5. Datsky A.V., Kulik V.V., Datsky S.A. 2021. Dynamics of abundance of mass commercial fish of the Far Eastern seas and adjacent areas of the open Pacific Ocean and factors affecting it // Proceedings of VNIRO. Vol. 186. Pp. 31-77. (In Russ.)
6. Zverkova L.M., Antonov N.P. 2017. I found the Sakhalin-Okaid ("spring") breeding of *Clupea pallasii* // Questions of fisheries. Vol. 18. No. 4. Pp. 462-472. (In Russ.)
7. Zolotov A.O., Buslov A.V., Ponomarev S.S. 2022. Features of biology and prospects of modern fishing of Pacific herring on a Polrosian vessel on the shelf of the southern Kuril Islands // Izvestiya TINRO. Vol. 202. Issue. 2. Pp. 283-304. (In Russ.)
8. Ivshina E.R. 2022a. The current state of Sakhalin-Hokkaido herring stocks is a survey of a ship off the coast. Sakhalin and the southern Kuril Islands // Izvestiya TINRO. Vol. 202. Issue 1. pp. 61-70.
9. Ivshina E.R. 2022b. Distribution of Pacific herring spawning grounds of Sakhalin-Hokkaido and Decastrian populations off the western coast of Sakhalin (Sea of Japan) // Questions of fisheries. Vol. 23. No. 2. Pp. 201-215. (In Russ.)
10. Kim S.T., Ivshina E.R., Zavarzina N.K. 2022. The current state of fish resources in the northeastern part of the Sea of Japan // Bulletin of the Northeastern Scientific Center of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. No. 4. Pp. 70-84. (In Russ.)
11. Feeding herring – 2024 (Putin's forecast). Vladivostok: TINRO. 2024. 87 p. (In Russ.)
12. Naumenko N.I. 2001. Biology and fishing of sea herrings of the Far East. P.-Kamchatsky: Kamchatka Printing Yard. 300 p. (In Russ.)
13. Naumenko N.I. 2007. The Far Eastern village: a look into the 21st century (literature review, a brief history of research and fishing) // Research on aquatic biotechnological overview of Kamchatka and the Northwestern Pacific Ocean. Issue 9. Pp. 185-190. (In Russ.)
14. Panfilov A.M., Smirnov A.A. (2022). Fishing, stock dynamics and the main biological indicators of spawning Okhotsk herring at the present stage // Questions of fisheries. Vol. 23. No. 2. Pp. 108-121. (In Russ.)
15. Smirnov A.A. (2009). Gizhiginsko-kamchatskaya herring // Magadan: MagadanNIRO. 149 p. (In Russ.)
16. Smirnov A.A. (2014). Biology, distribution and condition of Gizhiga-Kamchatka herring stocks. Magadan: MagadanNIRO. 170 p. (In Russ.)
17. Smirnov A.A., Datsky A.V., Antonov N.P. (2022). Herring of the western part of the Bering Sea: distribution, basic features of biology, state of stocks and fishing // Questions of fisheries. Vol. 23. No. 2. Pp. 86-107. (In Russ.)
18. Smirnov A.A., Prikoki O.V. (2022). The history of the study, distribution, main features of biology, the state of stocks and fishing of the Gizhiga-Kamchatka herring in 1971-2021. // Questions of fisheries. Vol. 23. № 2. Pp. 27-50. (In Russ.)
19. Smirnov A.A., Datsky A.V. (2024). The stock status and prospects swept past the village of the Far East // Proceedings of the II International Scientific and Practical Conference. "The fisheries complex of Russia: 300 years of Russian academic science." Moscow: VNIRO Publishing House. Pp. 313-319. (In Russ.)
20. Stroganov A.N., Semenova A.V., Rybakov M.O., Smirnov A.A. (2020). On the influence of environmental factors on the formation of variability of Pacific herring in the range from the White to the Yellow seas // Proceedings of VNIRO. Vol. 181. Pp. 69-83. (In Russ.)
21. Chernoiivanova L.A. (2022). Biological characteristics of Peter the Great Bay herring (Sea of Japan) // Fishing, stock dynamics and basic biological indicators of spawning Okhotsk herring at the present stage // Questions of fisheries. Vol. 23. No. 2. Pp. 63-85. (In Russ.)
22. Sheibak A.Yu., Smirnov A.A. (2025). The biological state of Pacific herring off western Sakhalin as an indicator of the degree of use of natural resource potential // Collection of articles of the XXIII International scientific and practical conference "Natural Resource potential, ecology and sustainable development of Russian regions". Penza. Pp. 237-240. (In Russ.)
23. Vasilets P.M. (2015). FMS analyst is a computer program for processing data from the Russian Fisheries Monitoring System. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.5186.0962>. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 29.04.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025



Некоторые особенности промысла и состояние запаса черноморско-азовской проходной сельди (*Alosa immaculata*, Bennett, 1836) в Азово-Черноморском бассейне в период 2020–2024 годов

Научная статья
УДК 639.2.053

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-71-82>
EDN: YSVBKY

Козоброд Инна Дмитриевна – главный специалист, Лаборатория проходных и полупроходных рыб, Азово-Черноморский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Керчь, Россия
E-mail: kozobrodid@azniirkh.vniro.ru

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

Пятинский Михаил Михайлович – кандидат биологических наук, заместитель начальника Центра цифровизации рыбохозяйственных исследований, Керчь, Россия
E-mail: pyatinskiymm@azniirkh.vniro.ru

Гуськова Ольга Сергеевна – главный специалист, лаборатория проходных и полупроходных рыб, Азово-Черноморский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Керчь, Россия
E-mail: guskovaos@azniirkh.vniro.ru

Жукова Светлана Витальевна – кандидат географических наук, заведующая лабораторией гидрологии, Азово-Черноморский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), Ростов-на-Дону, Россия
E-mail: zhukovasv@azniirkh.vniro.ru

Адреса:

1. Азово-Черноморский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ») – Россия, 344002, Ростов-на-Дону, ул. Береговая, д. 21В;
2. Государственный научный центр РФ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» (ВНИРО) – 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19
3. Северо-Восточный государственный университет – Россия, 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 13
4. Дагестанский государственный университет – Россия, 367025, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а

Аннотация. В истории наблюдения за промыслом и параметрами популяции черноморско-азовской сельди исследователи выделяли 9 периодов структурной организации популяции, обусловленные преимущественно антропогенной трансформацией водоема. В работе представлены обновленные результаты оценки динамики запаса, промысловой убыли и анализ особенностей организации промысла в Керченском проливе и р. Дон в 2020-2024 годах. Результаты моделирования динамики популяции показали, что биомасса промыслового запаса сельди частично обуславливалась уровнем промысловой убыли и продолжает тренд на снижение начиная с 2021 г., отмечаются признаки перелова. Промысловое изъятие в Керченском проливе и р. Дон имело равномерную структуру в период 2020-2022 гг., в 2023 г. основная часть улова отмечена в Керченском проливе, в 2024 г. – в р. Дон. Отмечен пик результативности промысла в мае каждого года (за исключением 2023 г.), обусловленный высокой эффективностью промысла в низовьях р. Дон в ходе нерестовой миграции. Размерная структура популяции сельди, оцененная по результатам донной траловой съемки в осенний период, свидетельствует об ухудшении структуры промыслового стада (его численности и структурного разнообразия) в 2021 г. и о последовавшем восстановлении структуры промыслового стада в 2022-2024 годах.

Ключевые слова: черноморско-азовская сельдь, популяция, динамика численности, промысел

Для цитирования: Козоброд И.Д., Смирнов А.А., Пятинский М.М., Гуськова О.С., Жукова С.В. Некоторые особенности промысла и состояние запаса черноморско-азовской проходной сельди (*Alosa immaculata*, Bennett, 1836) в Азово-Черноморском бассейне в период 2020-2024 годов // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 71–82. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-71-82>

SOME FISHING FEATURES AND THE STATE OF THE BLACK SEA-AZOV PONTIC SHAD STOCK (*ALOSA IMMACULATA*, BENNETT, 1836) IN THE AZOV-BLACK SEA BASIN DURING THE PERIOD 2020-2024

Inna D. Kozobrod – Chief Specialist, Laboratory of Anadromous and Semi-anadromous Fishes, Azov-Black Sea Branch of the Scientific Research Center of the Russian Federation VNIRO Federal State Budgetary Scientific Institution (AzNIIRH), Kerch, Russia

Andrey A. Smirnov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East, The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO); Professor of the Department of Exact and Natural Sciences, Northeastern State University (Northeastern State University); Professor of the Department of Ichthyology, Dagestan State University (DSU), Moscow, Russia

Mikhail M. Piatinskii – Candidate of Biological Sciences, Deputy Head of the Center for Digitalization of Fisheries Research, Kerch, Russia

Olga S. Guskova – Chief Specialist, Laboratory of Anadromous and Semi-anadromous Fishes, Azov-Black Sea Branch of the Scientific Research Center of the Russian Federation VNIRO Federal State Budgetary Scientific Institution (AzNIIRH), Rostov-on-Don, Russia

Svetlana V. Zhukova – Candidate of Geographical Sciences, Head of the Hydrology Laboratory, Azov-Black Sea Branch of the National Research Center of the Russian Federation VNIRO Federal State Budgetary Scientific Institution (AzNIIRH), Rostov-on-Don, Russia

Addresses:

1. **The Azov-Black Sea branch of the SSC RF VNIRO Federal State Budgetary Institution (AzNIIRH)** – Russia, 344002, Rostov-on-Don, Beregovaya str., 21B;
2. **The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO)** – Russia, 105187, Moscow, Okruzhny Proezd, 19
3. **Northeastern State University** – Russia, 685000, Magadan, Portovaya str., 13
4. **Dagestan State University** – Russia, 367025, Makhachkala, Gadzhieva str., 43a

Annotation. During the history of monitoring fishing and population parameters of the Black Sea-Azov pontic shad, researchers have identified 9 periods of structural organization of the population, mainly due to anthropogenic transformation of the reservoir. The paper presents updated results of an assessment of stock dynamics, fishing mortality, and an analysis of the specifics of fishing organization in the Kerch Strait and the Don river in 2020-2024. The results of stock assessment showed that the biomass of the commercial pontic shad stock was partially determined by the level of fishing mortality, and continues its downward trend starting since 2021, with signs of overfishing. Commercial catches in the Kerch Strait and the The Don had a uniform proportion in the period 2020-2022, in 2023 the main part of the catch volume was recorded in the Kerch Strait, in 2024 – in the Don River. The peak of fishing efficiency was recorded in May of each year (with the exception of 2023), due to the high efficiency of fishing in the lower reaches of the Don River during spawning migration. The length structure of the pontic shad population, estimated from the results of bottom trawling in the autumn period, indicates a deterioration in the structure of the commercial population (its abundance and structural diversity) in 2021 and the subsequent restoration of the structure of the commercial population in 2022-2024.

Keywords: Black Sea-Azov herring, population, population dynamics, fishing

For citation: Kozobrod I.D., Smirnov A.A., Pyatinskii M.M., Guskova O.S., Zhukova S.V. (2025). Some fishing features and the state of the pontic shad stock (*Alosa immaculata*, Bennett, 1836) in the Azov-Black Sea basin during the period 2020-2024 // Fisheries. No. 3. Pp. 71–82. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-71-82>

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

ВВЕДЕНИЕ

Черноморско-азовская проходная сельдь (*Alosa immaculata*, Bennett, 1836) – проходной вид рыбы, ежегодные объемы вылова добычи которой до 2021 г. определялись деятельностью Российско-Украинской комиссии по вопросам рыболовства в Азовском море. Промысел сельди осуществляется в период ее весенней нерестовой миграции из Черного моря в Керченском проливе и низовьях р. Дон, а также – при миграции в обратном направлении в осенне-зимний период на зимовку [1]. Промысел черноморско-азовской сельди осуществляется пассивными орудиями лова на местах ее нерестово-нагульной миграции: в Керченском проливе – ставными неводами и ставными одностенными сетями, в р. Дон – закидными неводами. Минимальный разрешенный размер сельди для промысла составляет 15 см (SL), в соответствии с действующими Правилами промышленного рыболовства для Азово-Черноморского бассейна [2; 3; 4].

Численность популяции черноморско-азовской сельди на протяжении всей истории развития промысла в Азово-Черноморском бассейне претерпевала системные многолетние колебания, обусловленные преимущественно антропогенной трансформацией водоема. В зависимости от периода антропогенной трансформации, условно можно выделить несколько уникальных этапов структурной (пространственно-экологическая, возрастная) организации популяции сельди (табл. 1) [5; 6; 7].

На формирование популяции черноморско-азовской сельди наиболее значимо повлияла антропогенная трансформация р. Дон, в результате которой многократно изменялись условия воспроизводства. Ключевыми среди этих изменений были становление плотин и гидроузлов: Цимлянского гидроузла в 1952 г., Николаевского и Константиновского гидроузла в 1974 г. и 1982 г., соответственно. К значительным изменениям в структуре гидробиологических сообществ и ихтиоценозов

Таблица 1. Многолетние средние показатели запаса, улова, численности пополнения популяции черноморско-азовской проходной сельди и объемы водного стока р. Дон в период 1920–2019 гг. в условиях различных этапов антропогенной трансформации Азово-Черноморского бассейна / **Table 1.** Long-term average indicators of stock biomass, catch volume, recruitment numbers of the pontic shad and the volume of water runoff of the Don River during the period 1920–2019 under the conditions of various stages of anthropogenic transformation of the Azov-Black Sea basin

Название этапа структурной организации популяции сельди	Период	Сток р. Дон в мае, км ³	Численность сеголеток, млн шт.	Численность пром. запаса, млн шт.	Биомасса пром. запаса, тыс. т	Уловы, тыс. т
До зарегулирования стока						
«Бытовой» режим Дона	1920–1930	9,4	*	160	19,67	5,3
Разрешение промысла ставными неводами мелкосельдевых рыб на путях ската молоди сельди	1941–1951	8,7	1201,6	70,2	8,6	1,3
После зарегулирования стока						
Введение в эксплуатацию Цимлянского ГУ + ставные невода	1952–1956	3,3	853,4	26	1,94	0,5
Запрет промысла ставными неводами на путях ската молоди сельди	1957–1973	3,1	760,3	50	4,2	0,9
Постройка и функционирование Николаевского и Константиновского ГУ	1974–1988	2,55	240	9,8	0,69	0,29
Вселение в Азовское море гребневика	1989–1993	2,8	154,1	5,2	0,37	0,09
Запрет промысла	1994–2004	2	*	3,1	0,22	нет
Период умеренного восстановления после коллапса численности популяции	2005–2014	1,81	42,9	13	1,56	0,038
Реорганизация промысла вследствие административных изменений (присоединение Крыма)	2015–2019	1,66	54,9	15,7	1,9	0,2

* – оценка показателя не выполнялась

привело вселение хищного гребневика мнемипсис *Mnemiopsis leidy* в Азовское море, в результате чего произошло значительное снижение численности популяции анчоуса – основного кормового объекта сельди [8; 9; 10].

В первый этап (1920–1930 гг.) до антропогенной трансформации р. Дон и использования его водного стока только на «бытовые» нужды населения, численность популяции сельди достигала максимальных значений за рассматриваемый период – биомасса промыслового запаса составляла 19,7 тыс. тонн. Показатели годового вылова в этот период также были максимальными, несмотря на невысокую технологическую организацию промысла, в среднем годовые уловы составляли 5,3 тыс. т [5; 11].

Второй этап (1940–1950 гг.) характеризовался значительным снижением численности популяции сельди, несмотря на высокую результативность воспроизводства в эти годы. Причиной снижения в этот период стал прилов молоди сельди в мелководные хамсово-тюлечные ставные невода, в результате чего значительно увеличилась смертность молоди в период ее ската из р. Дон в Таганрогский залив и Азовское море на нагул [5]. Биомасса промыслового запаса в этот период снизилась более чем в 2 раза, относительно предыдущего этапа, до 8,6 тыс. тонн. Средняя величина годового вылова в этот период снизилась более чем в 4 раза, относительно предшествующего этапа, и составила 1,3 тыс. т/год.

Третий этап (1950–1956 гг.) характеризовался значительным ухудшением условий естественного воспроизводства, обуславли-

вался строительством Цимлянского гидроузла на р. Дон. В этот период отмечено стремительное снижение результативности воспроизводства сельди – учитываемая численность сеголеток за короткий период времени снизилась более чем на 30%, относительно предыдущего этапа (с 1,2 млрд экз. до 0,85 млрд экз.). При этом существенное негативное влияние на численность пополнения сельди продолжал оказывать промысел в Таганрогском заливе ставными неводами мелко-сельдевых рыб [12]. Уловы сельди сократились в 3 раза, по сравнению с предыдущим периодом, и составили 0,5 тонн.

В четвертый период (1957-1973 гг.) после запрета лова хамсово-тюлечными ставными неводами наблюдалось увеличение биомассы промыслового запаса и вылова сельди, по сравнению с третьим периодом. Средний годовой вылов составил 0,9 тыс. т, в некоторые годы вылов достигал 1,5 тыс. тонн. Биомасса промыслового запаса при этом в среднем составляла 4,2 тыс. т, а численность сеголеток была незначительно меньше, чем в предшествующий период.

Пятый период (1974-1988 гг.) характеризуется строительством и вводом в эксплуатацию Николаевского и Константиновского гидроузлов, что привело к потере наиболее продуктивной части нерестилищ на р. Дон и привело к снижению стока р. Дон в весенний период. Это стало причиной ухудшения результативности естественного воспроизводства сельди – численность сеголеток снизилась более чем в 3 раза, относительно предыдущего периода (с 760,3 до 240,0 млн экз.). Снижение результативности воспроизводства привело к сокращению биомассы промыслового запаса более чем в 6 раз, относительно предыдущего этапа (с 4,2 до 0,69 тыс. т), снижению объемов годового вылова более чем в 3 раза (с 0,90 до 0,29 тыс. т).

Шестой период (1989-1993 гг.) характеризовался сукцессиями в экосистеме Азово-Черноморского бассейна, обусловленными вселением и развитием планктонного хищника полифага гребневика мнемипсис, который выступал в роли кормового конкурента для мелко-сельдевых рыб (анчоус, тюлька, шпрот, атерина), в результате чего произошел коллапс численности этих популяций и более высоких уровней трофической цепи (в том числе популяции сельди). С появлением мнемипсиса удельная остаточная биомасса зоопланктона в летнее время составляла 0,052 г/м³ в начале лета и 0,02 г/м³ – в середине, что на порядки ниже показателей до мнемипсисного периода [13; 14].

В седьмой период (1994-2004 гг.), в результате предыдущих ухудшений условий воспроизводства и нагула, популяция черноморско-азовской сельди претерпевала коллапс, выражающийся в сокращении потенциала к воспроизводству и снижению численности промысловой части популяции. К середине 1990-х гг. промысловый запас сельди находился на самом низком уровне за весь период наблюдений и составил всего 150 т, в результате чего в 1994 г. был введен запрет на ее промышленный вылов. В период с 1996 по 1997 гг. вылов был возобновлен, в связи с благоприятным прогнозом ее пополнения. Однако этот прогноз не оправдался и промысел в конце 1997 г. был вновь закрыт. В результате полного запрета промысла, к 2005 г. произошло умеренное восстановление численности популяции – биомасса промыслового запаса стала достигать 0,5 тыс. т, после чего промышленное рыболовство было возобновлено на щадящем уровне с бассейновой квотой 90 т (Россия – 63 т, Украина – 27 т). [7; 15; 16].

В восьмой период (2005-2014 гг.) отмечалось постепенное самовосстановление популяции сельди – меры искусственного воспроизводства не предпринимались. Основными факторами, оказавшими благоприятное влияние на увеличение численности сельди в этот период, по мнению исследователей, стали: улучшение условий зимовки в Черном море (благоприятные температуры и доступность объектов питания), относительное увеличение численности пополнения (до 117 млн экз. в 2013 г.), низкая интенсивность промысла (средний годовой вылов составил 0,038 т, в отдельные годы достигал 0,07 т). Биомасса промыслового запаса в этот период постепенно увеличивалась с 0,5 до 3,2 тыс. т [1].

Девятый период (2015-2019 гг.) характеризуется значимыми административными изменениями в регионе. В первую очередь эти изменения коснулись реорганизации промысла в Керченском проливе, в результате присоединения Крыма к составу России. В результате административных изменений значительно увеличилась промысловая нагрузка на популяцию сельди, годовые уловы стали достигать более 0,2 тыс. т, при этом отмечается устойчиво высокий уровень ННН-промысла в регионе [3]. Другим серьезным изменением было начало строительства Багаевского гидроузла в 2018 г., после ввода в эксплуатацию которого для популяции сельди может быть полностью прекращен доступ ко всем доступным до этого момента нерестилищам на р. Дон.

Учитывая рассмотренную историю изменения структурной организации популяции черноморско-азовской сельди, для совершенствования мер рациональной эксплуатации запаса, актуальным является изучение современного состояния ее популяции и особенностей организации ее промысла в период 2020-2024 годов. При этом важным аспектом исследования является изучение произошедших административных изменений в организации промысла в Запорожской и Херсонской областях, в результате их присоединения к составу России, а также денонсации Российско-Украинской комиссии, которая осуществляла регулирование промысла сельди до 2021 года.

Целью данной работы является оценка пространственной структуры промысла и биомассы промыслового запаса популяции черноморско-азовской сельди в период 2020-2024 годов.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Анализ структуры и динамики промысла выполнен на основе материалов статистики Азово-Черноморского территориального управления Росрыболовства за период 2020-2024 годов. При анализе обрабатывались 5-дневные агрегативные сводки каждого субъекта ведения промысла, в зависимости от их территориальной принадлежности. Промысловая статистика обрабатывалась для районов: Черное море (Краснодарский край), Черное море (Крым и Севастополь), Азовское море (Краснодарский край), Азовское море (Ростовская область), Азовское море (Крым), Азовское море (Херсонская, Запорожская область, ДНР).

Оценка биомассы промыслового запаса черноморско-азовской проходной сельди выполнялась двумя способами: моделью JABBA (модель Шефера в упрощенной реализации «catch-only») [4; 17] и валидировалась при помощи оценок методом прямого учета по результатам осенней траловой съемки донным тралом в Азовском море в момент нагула [18; 19]. Апробация данного решения ранее выполнена авторами работы относительно более простой модели CMSY [4].

В отличие от ранее выполненной работы на модели CMSY, применено более современное решение для продукционного моделирования – JABBA, которое позволяет выполнить более тонкую априорную параметризацию модели в условиях дефицита информации. В ходе параметризации модели JABBA были определены диапазоны допустимых параметров:

– $r = [0,16; 0,50]$, в соответствии с рекомендациями для средне-цикловых видов рыб [20];

– $K = [3200; 6400]$, в соответствии с максимальной оценкой биомассы промыслового запаса для периода исследования методом прямого учета и теоретически возможной емкостью среды, соответствующей максимальной биомассе $\times 2$;

– неопределенность оценки улова $catch.cv = 0,2$, колебания неопределенности – случайным образом относительно оценки, $catch.error = random$ (т.к. оценка ННН-промысла уже включена в величину вылова и ошибка в показателе улова может быть как в большую так и в меньшую сторону);

– $B/B_{MSY} = [0,3 \pm 0,15 CV]$ в 2005 г., в соответствии со снятием запрета промысла в 2005 г. и приближенной оценкой состояния запаса вблизи или ниже граничного ориентира B_{lim} в этот год.

Оценка размерных биологических характеристик популяции сельди выполнена на основе уловов в осенний период каждого года периода 2020-2023 годов. Учетные обловы выполнялись при помощи донного трала конструкции ГосНИОРХ размером по верхней подборе 25 м, ячеей в кутке 6,5 мм. Для формирования вариационного ряда составлялась выборочная совокупность способом случайного отбора из уловов [21]. Для анализа структуры популяции вариационный ряд разделялся на две составляющие: сеголетки (особи длиной до 14 см, в соответствии с работой И.Д. Козоброд с соавторами [22]) и промысловую часть популяции длиной более 15 см. Данные за 2024 г. в работе не представлены по причине поломки судна в момент выполнения траловой съемки, в результате чего была выполнена лишь часть пространственной сетки станций, не позволяющая репрезентативно оценить биологические характеристики всей популяции сельди.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Динамика вылова сельди в Азово-Черноморском бассейне в период 2020-2024 гг. по месяцам представлена на рисунке 1. Основной пик промысла сельди, как и в предыдущие годы, происходил в мае во время миграции сельди в р. Дон. Зимний и ранний весенний промысел, который осуществляется преимущественно в Керченском проливе, был более равномерным и не демонстрировал пиков вылова. Наибольший месячный улов отмечен в мае 2022 г., составил 99,9 тонн. Динамика промысла в 2023 г. значительно отличалась от других лет – пик месячного вылова пришелся на март, а не на май, что объясняется низкой интенсивностью промысла в весенний период из-за погодных условий (ветровые нагоны и дожди

затрудняли осуществление промысловых операций закидными неводами в дельте р. Дон, кроме того, отмечались низкие температуры воды (до комфортных для сельди 14 °С, вода прогрелась только в начале мая)).

Детализированная динамика промысла отдельно в р. Дон (апрель-июнь) и Керченском проливе (январь-апрель, ноябрь-декабрь) представлена на рисунке 2. Как было отмечено ранее, наиболее результативный промысел сельди осуществлялся в мае в р. Дон, за исключением 2023 года. Наибольшие уловы в р. Дон за 5-дневные периоды отмечены в первой и последней декаде мая 2020 г. – 37,3 и 38,5 т/5 дней промысла, соответственно. Максимальные уловы в Керченском проливе отмечались в феврале и марте, максимум улова достиг 21,9 т/5 дней промысла в марте 2023 года.

Распределение уловов в Керченском проливе и в р. Дон представлено на рисунке 3. В период 2020-2022 гг. уловы в р. Дон и Керченском проливе не имели значимых расхождений, однако в 2023 г. более 65% от общего годового вылова было выполнено в Керченском проливе, а в последующий 2024 г. более 80% уловов приходилось на р. Дон.

Результаты моделирования биомассы промыслового запаса, промысловой смертности и оценки граничных (*lim*) и целевых (*MSY*) ориентиров управления выполненными, в соответствии с рассмотренной методикой, на ППП «JABBA» представлены на рисунке 4. Полученные результаты моделирования удовлетворительно согласуются с ранее выполненными оценками на трендовой модели и оценками прямым учетом [4].

Как было рассмотрено ранее (табл. 1), биомасса промыслового запаса популяции сельди постепенно возрастала начиная с 2006 г. и достигла значений превышающих целевой ориентир, соответствующий максимальному устойчивому улову в 2011 году. Биомасса промыслового запаса находилась незначительно выше целевого ориентира управления достаточно продолжительный период времени (2011-2020 гг.), после чего отметился тренд постепенного снижения биомассы запаса в буферную зону между целевым и граничным ориентирами управления в период 2021-2024 годов.

Динамика биомассы промыслового запаса частично обуславливалась уровнем промысловой убыли. В период роста и стабилизации биомассы промыслового запаса выше целевого ориентира (2004-2015 гг.) показатели промысловой убыли были значительно ниже уровня целевого ориентира управления. Однако, начиная с 2016 г., наметился тренд устойчивого

роста показателей промысловой убыли, и уже в 2017 г. они превысили значения целевого ориентира, а в 2021 г. – и значения граничного ориентира управления. В результате роста уровня промысловой убыли, начиная с 2021 г., отмечен тренд постепенного снижения биомассы промыслового запаса ниже значений целевого ориентира.

Размерная структура популяции сельди в осенний период в Азовском море представлена на рисунке 5. Распределение в размерных рядах имело стандартную бимодальную форму с двумя пиками, характерную для популяций с высокой численностью пополнения, регистрируемой в год учета промыслового стада. Бимодальность распределения размерной структуры популяции обуславливалась способом учета и высокой численностью сеголеток относительно промысловой части популяции – донный трал с ячеей 6,5 мм имеет низкую селективность и способен облавливать особей длиной от 4 см.

Детальное рассмотрение размерной структуры популяции указывает на высокую (относительно промыслового стада) численность пополнения в 2020-2022 гг. и некоторое снижение доли пополнения в 2023 году. При этом нетипичным является снижение доли промысловых особей в 2021 г. и отсутствие характерного «пика» численности особей размерной группы 16-18 см. Несмотря на такое ухудшение размерной структуры промыслового стада, в 2021 г. в последующие годы размерная структура популяции смогла вновь восстановиться и характеризовалась наличием второй модальной группы 16-18 см.

Соотношение численности группы сеголеток и промысловой части популяции сельди в осенний период, по результатам учетной съемки, представлено на рисунке 6. Соотношение сеголеток и особей группы промыслового стада характеризовалось устойчивой пропорцией за исключением 2021 г., когда было отмечено снижение численности промысловых особей до 21,8% (среднее значение за 2020-2024 гг. – 37,0%), относительно всех регистрируемых особей сельди в учетное орудие лова.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Динамика промысла в Керченском проливе указывает на сохранение двух различных этапов осуществления промысла: в момент совершения зимовальной миграции из Азовского моря в Черное море (ноябрь-декабрь) и при обратной миграции сельди на нерест через Керченский пролив в феврале-марте (рис. 1, 2). Анализ месячной динамики промысла указывает на наличие устойчивого

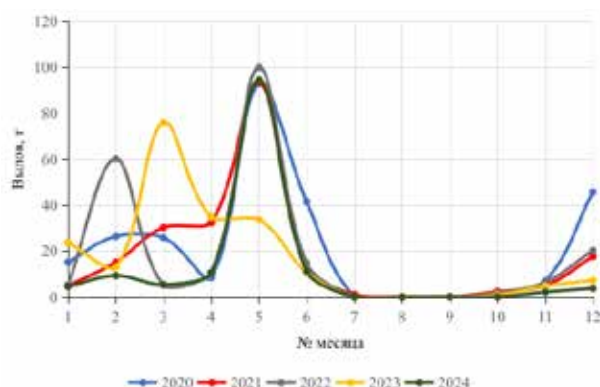


Рисунок 1. Динамика вылова черноморско-азовской сельди в период 2020-2024 годов
Figure 1. Dynamics of catch of pontic shad in the period 2020-2024

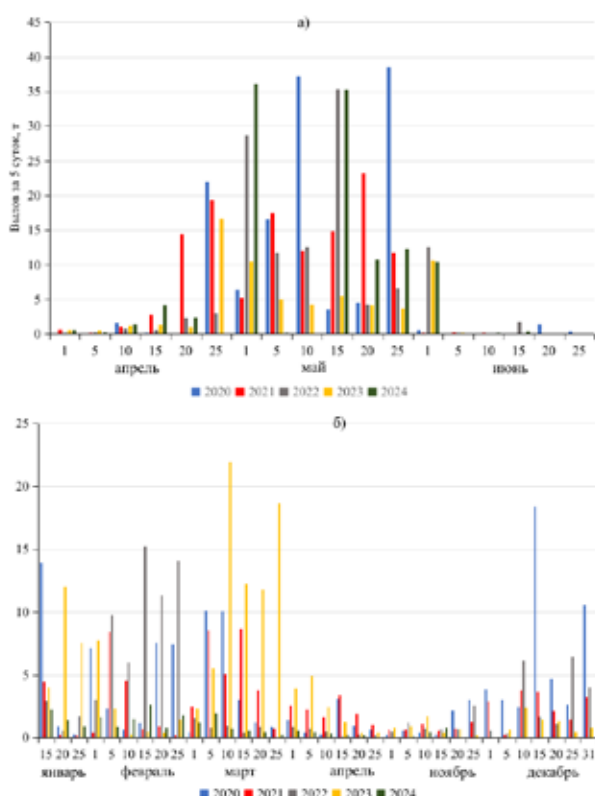


Рисунок 2. Динамика промысла сельди пассивными орудиями лова в низовьях р. Дон (а) и в Керченском проливе (б) в период 2020-2024 годов
Figure 2. Dynamics of pontic shad fishing with net fishing gear in the lower reaches of the Don River (a) and in the Kerch Strait (b) in the period 2020-2024

пика вылова в мае каждого года (в момент нерестовой миграции в р. Дон). Динамика вылова в другие месяцы не характеризуется систематичностью и, вероятно, обусловлена комплексом факторов – температурным режимом (который обуславливает удаленность миграции от Керченского пролива в Черное море), сроком миграции основного кормового объекта, за которым мигрирует сельдь, условиями организации промысла [1; 6; 23; 24]. При этом следует отметить нехарактерно высокие значения уловов сельди в январе, марте и начале апреля в 2023 г. в Керченском проливе (рис. 2), что, вероятно, было обусловлено особенностями температурного режима этого года и зимовкой сельди в более близких акваториях Крымско-Кавказского шельфа к Керченскому проливу (что и обусловило практически непрерывный промысел в Керченском проливе с высокой результативностью).

При анализе динамики промысла по данным 5-дневной отчетности очевидным становится наличие связи между интенсивностью нерестового и зимовального хода сельди и температурными показателями, обуславливающими постепенное нарастание и снижение уловов, по мере повышения или снижения температуры воды, в зависимости от сезонности, что отмечалось и ранее [6; 23]. При этом межгодовая изменчивость в динамике уловов, вероятно, является случайной и обусловлена исключительно интенсивностью и плотностью миграционного хода.

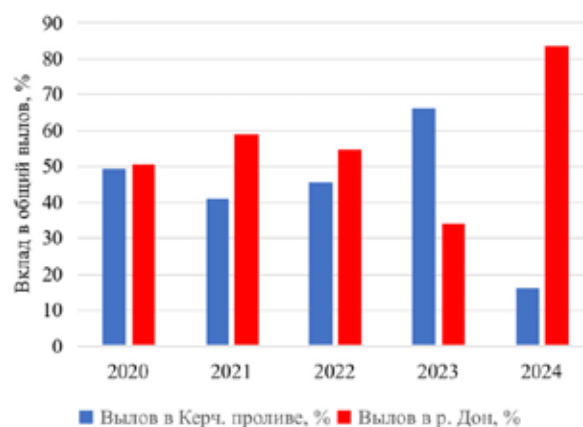


Рисунок 3. Пропорция (%) вылова черноморско-азовской сельди в Керченском проливе и низовьях р. Дон в общем улове в 2020-2024 годов
Figure 3. Proportion (%) of pontic shad catch volume in the Kerch Strait and the lower reaches of the Don River in the total catch in 2020-2024

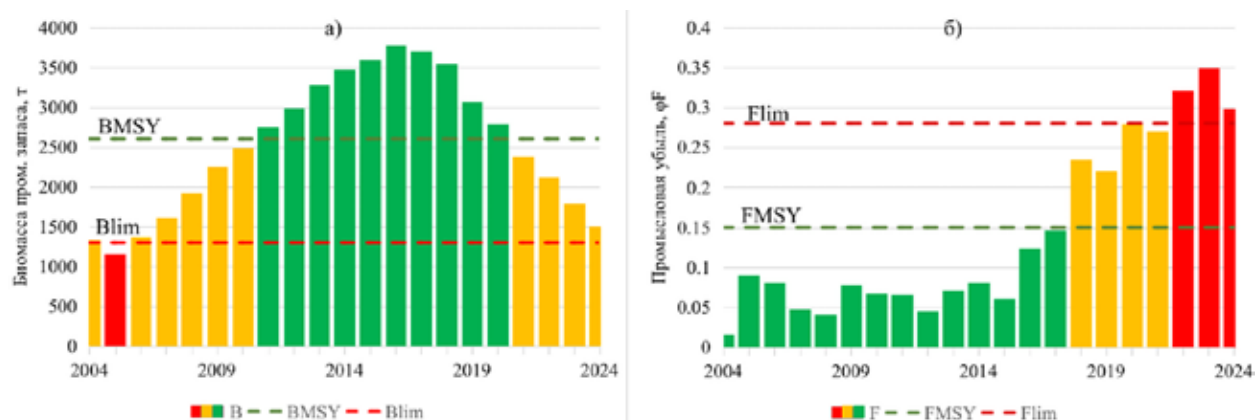


Рисунок 4. Результаты продукционного моделирования на JABBA: а) – оценки биомассы промыслового запаса (B), целевого ориентира биомассы, соответствующей максимально устойчивому вылову (BMSY) и граничный ориентир по биомассе промыслового запаса (Blim); б) – оценки промысловой убыли (ϕ), граничного (Flim) и целевого ориентира управления (FMSY). Оценки выделены по «схеме светофора», индицирующей состояние показателя относительно ориентиров управления.

Figure 4. The results of production modeling at JABBA: a) – estimates of the fishing stock biomass (B), the target reference point of the biomass corresponding to the maximum sustainable yield (BMSY) and the limit reference point for the fishing stock biomass (Blim); b) – estimates of the fishing mortality (ϕ), the limit reference point (Flim) and the target reference point (FMSY). The estimates are allocated according to the «traffic light scheme», indicating the status of the indicator relative to the reference points.

Пропорция вылова сельди в Керченском проливе и низовьях р. Дон (рис. 3) свидетельствует об устойчивом соотношении региональных уловов в 2020-2022 годах. Однако в 2023 г. большая часть уловов сельди была выполнена в Керченском проливе, в то время как в 2024 г. – в р. Дон. Причинами таких нетипичных отклонений были не биологические особенности, а специфика организации промысла: в 2023 г. произошло общее снижение количества промысловых усилий в низовьях р. Дон, а с середины 2024 г. был введен запрет промысла в Керченском проливе при помощи ставных неводов, по причине административных ограничений на использование лодок для сете-становок.

При этом некоторый интерес вызывают низкие значения уловов сельди в Херсонской, Запорожской областях, ДНР и ЛНР. Несмотря на вхождение этих территорий в состав России в 2022 г., в статистике улова зафиксирован прилов сельди в 2023 г. – 0,28 т, в 2024 г. – 0,5 т для данных акваторий. При этом в предыдущие годы действия Российско-Украинской комиссии, уловы на этих акваториях достигали 3-5 тонн.

Результаты моделирования продукционной моделью (рис. 4) значительно не отличаются от результатов на трендовой модели, полученных ранее для более короткого периода исследования 2004-2020 г. [4]. Однако, в отличие

от ранее полученных результатов, следует отметить продолжение тренда снижения биомассы промыслового запаса в 2020-2024 гг. и тренда роста уровня промысловой смертности выше граничного ориентира управления в эти годы.

Анализ размерной структуры популяции (рис. 5, 6) указывает на ухудшение размерной структуры промыслового стада в 2021 году. Однако размерная структура популяции смогла восстановиться в последующие годы, что указывает на высокую пластичность данного вида и способность к быстрому восстановлению недостающих размерных (возрастных) групп за счет особой группы пополнения и механизмов саморегуляции.

Результаты анализа указывают на отсутствие значимых отличий состояния популяции сельди в 2020-2024 гг., относительно ранее выделенного периода структурной организации популяции сельди в 2015-2019 гг., вследствие реорганизации промысла в Керченском проливе (табл. 1). Несмотря на отсутствие значимых отличий в структурной организации популяции, на момент выполнения этого исследования, в ближайшие годы после введения в эксплуатацию Багаевского гидроузла в 2025 г. [25] следует ожидать ухудшение эффективности воспроизводства сельди в р. Дон [26], что может привести к снижению численности нерестовой популяции уже на горизонте 1-2 циклов воспроизводства.

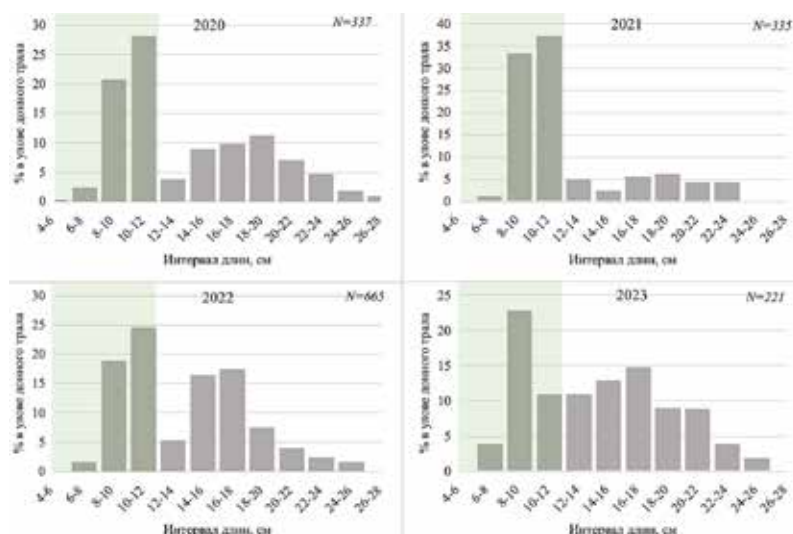


Рисунок 5. Размерная (длина, FL) структура популяции сельди в осенний период по результатам обловов донным тралом в учетной траловой съемке в период 2020-2023 годов. Зеленым цветом выделены размерные группы, соответствующие возможным длинам сеголеток (в возрасте 0+)

Figure 5. The size (length, FL) structure of the pontic shad population in the autumn period according to the results of bottom trawl catches in the accounting trawl survey in the period 2020-2023. The size groups corresponding to the possible lengths of fingerlings (aged 0+) are highlighted in green

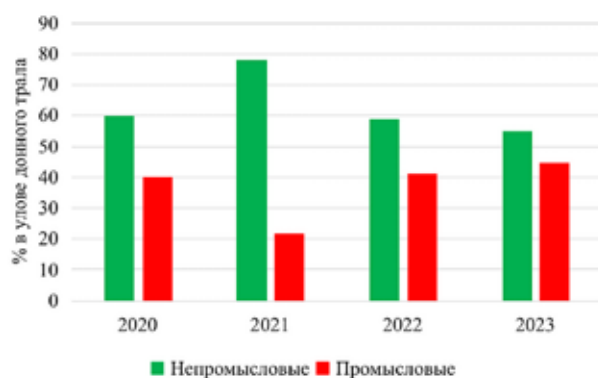


Рисунок 6. Соотношение сеголеток и промысловой части популяции черноморско-азовской сельди в уловах донного трала в осенний период 2020-2023 годов

Figure 6. The ratio of fingerlings and the commercial part of the pontic shad population in catches of bottom trawl in the autumn period of 2020-2023

ВЫВОДЫ

1. Промысловое изъятие сельди в р. Дон и Керченском проливе было относительно равномерным в 2020-2022 гг., в 2023 г. большая часть вылова была осуществлена в Керченском проливе, в 2024 г. – в р. Дон.

2. Динамика промыслового изъятия в 2020-2024 гг. характеризовалась наличием выраженного пика уловов в мае. Уловы в зимние и весенние месяцы не характеризовались наличием системности и были обусловлены условиями организации промысла и интенсивностью нерестовой и зимовальной миграции, в зависимости от температурной динамики.

3. В 2023 г. отмечены нетипично высокие уловы сельди в марте и низкие уловы в мае.

4. Отмечено продолжающееся снижение биомассы промыслового запаса сельди и признаки перелова в 2020-2024 годах.

5. Размерная структура популяции сельди свидетельствует об ухудшении структуры промыслового стада в 2021 г. и снижении пропорции численности промысловых особей относительно сеголеток. В 2020, 2022, 2023 гг. размерная структура популяции соответствовала многолетним представлениям.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.
Вклад в работу авторов: **И.Д. Козоброд** – идея статьи, анализ, написание текста работы; **А.А. Смирнов** – корректировка текста, доработка анализа, формирование выводов работы; **М.М. Пятинский** – выполнение анализа, корректировка текста; **О.С. Гуськова** – обработка первичных данных, корректировка текста; **С.В. Жукова** – обработка первичных данных, корректировка текста.

The authors declare that there is no conflict of interest.
Contribution to the work of the authors: **I.D. Kozobrod** – the idea of the article, analysis, writing the text of the work; **A.A. Smirnov** – correction of the text, revision of the analysis, formation of conclusions of the work; **M.M. Pyatinskii** – performing the analysis, correcting the text; **O.S. Guskova** – primary data processing, text correction; **S.V. Zhukova** – primary data processing, text correction.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Реков Ю.И., Чепурная Т.А., Костенко С.В. Восстановление запаса черноморско-азовской проходной сельди // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. 2011. С. 148-153.

2. Шляхов В.А., Мирющенко И.А. Керченский рынок как индикатор миграций азово-черноморских рыб и местного рыбного промысла // Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона. 2012. С. 148-154.
3. Козоброд И.Д., Шляхов В.А., Шляхова О.В., Пятинский М.М. Некоторые аспекты структуры промыслового изъятия и параметры популяции черноморско-азовской сельди в период 2004-2020 гг. // Вопросы рыболовства. 2022а. Т. 23. №. 2. С. 174-188.
4. Козоброд И.Д., Пятинский М.М., Рыбаков И.В. Моделирование запаса проходной черноморско-азовской сельди в условиях низкой информационной обеспеченности (2004-2020 годы) // Рыбное хозяйство. 2022б. №. 1. С. 55-63. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2022-2-46-53>
5. Сиротенко М.Д. Колебания численности и биологические основы рационального использования азово-донских сельдей // Труды Всесоюзного научно-исследовательского института марского рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО). Том ХСІ. И: АзчерНИРО. Москва 1973. С. 143-150.
6. Могильченко В.И. Биология и состояние запасов сельди Нижнего Дона. – Наукова думка. 1980. 130 с.
7. Алдакимова С.Ю. Состояние популяции донской проходной сельди *Alosa pontica* Eichwald в современных условиях – Ростов-на-Дону: Сб. науч. тр. АзНИИРХ. Основные проблемы рыбного хоз-ва и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. 2002. С. 308-315.
8. Студеникина Е.И. Воловик, С. П., Мирзоян, И. А., & Луц, Г. И. Гребневик *Mnemiopsis leidyi* в Азовском море // Океанология. 1991. Т. 31. №. 6. С. 981.
9. Воловик С.П., Мирзоян И.А., Набока Т.В. Влияние гребневика *Mnemiopsis leidyi* на планктонную фауну Азовского моря – Ростов-на-Дону: Сб. науч. тр. АзНИИРХ. 1996. С. 162-164.
10. Мирзоян З.А., Воловик, С.П., Кухта, М.Л., Набока, Т.В., Луц, Г.И., Рогов, С.Ф. Характеристика питания и обеспеченность кормом пелагических рыб Азовского моря. – Ростов-на-Дону: Сб. науч. тр. АзНИИРХ. 1998. С. 58-67.
11. Могильченко В.И. Воспроизводство проходной сельди в условиях измененного режима Дона // Труды ВНИИ мор. рыб. хоз-ва и океанографии. 1972. Т. 56. С. 87-92.
12. Михайловская А.А., Сиротенко М.Д. Состояние запасов и промысел азово-донских сельдей. – Труды АзчерНИРО, вып. 19, 1961.
13. Луц Г.И., Мирзоян И.А. Условия формирования запаса азовской тюльки в современный период // Сб. науч. тр. АзНИИРХ. – Ростов-на-Дону, 1996. С. 168-173.
14. Рогов С.Ф. Динамика популяции азовской хамсы в 1986-1992 гг. // Ростов-на-Дону: Сб. науч. тр. АзНИИРХ. 1996. С. 174-178.
15. Реков Ю.И., Белоусов В.Н., Иванченко, И.Н., Алдакимова С.Ю., Беседин, В.Б., Гринченко, М.А., Тихонова Г.А., Чепурная Т.А., Лукьянов С.В., Рак С.Н., Мирошниченко В.В. Современное состояние запасов пиленгаса, проходных и полупроходных рыб Азовского моря. – Ростов-на-Дону: Сб. науч. тр. АзНИИРХ. 2003. С. 163-171.
16. Иванченко И.Н., Назарова Ю.В. Состояние популяции черноморско-азовской проходной сельди *Alosa immaculata* (Bennett) в 2010-2011 гг. // Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. 2012. С. 157-167.
17. Winker H., Carvalho F., Kapur M. JABBA: just another Bayesian biomass assessment // Fisheries Research. 2018. V. 204. Pp. 275-288.
18. Аксютин З.М. Элементы математической оценки результатов наблюдений в биологических и рыбохозяйственных исследованиях. – М.: Пищевая промышленность 1968. 288 с.
19. Пятинский М.М., Белоусов В.Н., Кульба С.Н. Оценка запасов рыб Азовского моря площадным методом с использованием процедуры бутстрэпа // Вопросы рыболовства. 2024. Т. 25. № 1. С. 143-152.
20. Musick J.A. Criteria to define extinction risk in marine fishes: the American Fisheries Society initiative // Fisheries. 1999. Т. 24. №. 12. Pp. 6-14.
21. Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне // Сборник научно-методических работ. – Краснодар. 2005. 324 с.
22. Козоброд И.Д., Пятинский М.М. Предварительные результаты моделирования динамики запаса сельди в Азово-Черноморском бассейне при недостатке информации (2007–2020 гг.) // Экология. Экономика. Информатика. Серия: системный анализ и моделирование экономических и экологических систем / Экология. 2021. Т. 1. №. 6. С. 34-39.
23. Кузнецова И.Д. Сроки и интенсивность нерестового хода черноморско-азовской проходной сельди в современный период // Материалы международной научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Теория и практика современных географических исследований», посвященной 180-летию российского путешественника и натуралиста, исследователя Центральной Азии Н. М. Пржевальского в рамках XV Большого географического фестиваля. – М.: Издательство «Каллиграф», г. Санкт-Петербург. 2019. С. 163-166.
24. Козоброд И.Д., Смирнов А.А., Пятинский М.М. Пространственное распределение и состояние запаса черноморско-азовской сельди в Азовском море в 2023 г. // Сборник статей VII международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы природопользования и природообустройства», Пенза, 2024. С. 110-114.
25. Масленников Л.Е. О состоянии строительства Багаевского гидроузла на реке Дон // Гидротехника. 2021. №. 3. С. 5-7.
26. Карпова Н.В., Карпов В.С. Оценка экологических последствий строительства Багаевского гидроузла // Сборник научных статей 9-й Всероссийской национальной научно-практической конференции «Проблемы развития современного общества». – Курск. 2024. Т. 3. С. 341-343.

LITERATURE AND SOURCES

1. Rekov Yu.I., Chepurnaya T.A., Kostenko S.V. (2011). Restoration of the Black Sea-Azov passing herring stock //The main problems of fisheries and protection of fisheries reservoirs of the Azov-Black Sea basin. Pp. 148-153. (In Russ.)

2. Shlyakhov V.A., Miryushchenko I.A. (2012). Kerch market as an indicator of migration of Azov-Black Sea fish and local fisheries // Modern fisheries and environmental problems of the Azov-Black Sea region. Pp. 148-154. (In Russ.)
3. Kozobrod I.D., Shlyakhov V.A., Shlyakhova O.V., Pyatinsky M.M. (2022a). Some aspects of the structure of commercial seizure and population parameters of the Black Sea-Azov herring in the period 2004-2020. // Questions of fisheries. Vol. 23. No. 2. Pp. 174-188. (In Russ.)
4. Kozobrod I.D., Pyatinsky M.M., Rybakov I.V. (2022b). Modeling the stock of Black Sea-Azov herring in conditions of low information security (2004-2020) // Fisheries. No. 1. pp. 55-63. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2022-2-46-53>. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Sirotenko M.D. (1973). Fluctuations in the number and biological foundations of the rational use of Azov-Don herrings // Proceedings of the All-Union Scientific Research Institute of the Marine Fisheries and Oceanography (VNIRO). Volume XCI. And: AzterNIRO. Moscow. Pp. 143-150. (In Russ.)
6. Mogilchenko V.I. (1980). Biology and state of herring stocks of the Lower Don. – Naukova dumka. 130 p. (In Russ.)
7. Aldakimova S.Y. (2002). The state of the population of the Don passer-by herring *Alosa pontica* Eichwald in modern conditions - Rostov-on-Don: Collection of scientific tr. AzNIIRH. The main problems of the fisheries sector and the protection of fisheries reservoirs in the Azov-Black Sea basin. Pp. 308-315. (In Russ.)
8. Studenikina E.I. Volovik, S. P., Mirzoyan, I. A., & Lutz, G. I. (1991). Grebnevik *Mnemiopsis leidyi* in the Sea of Azov // Oceanology. Vol. 31. No. 6. Pp. 981. (In Russ.)
9. Volovik S.P., Mirzoyan I.A., Naboka T.V. (1996). The influence of the combworm *Mnemiopsis leidyi* on the planktonic fauna of the Sea of Azov – Rostov-on-Don: Collection of scientific tr. AzNIIRH. Pp. 162-164. (In Russ.)
10. Mirzoyan Z.A., Volovik, S.P., Kukhta, M.L., Naboka, T.V., Lutz, G.I., Rogov, S.F. (1998). Nutrition characteristics and food availability of pelagic fish of the Sea of Azov. – Rostov-on-Don: Collection of scientific tr. AzNIIRH. Pp. 58-67. (In Russ.)
11. Mogilchenko V.I. (1972). Reproduction of passing herring in conditions of a modified Don regime // Proceedings of the All-Russian Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography. Vol. 56. Pp. 87-92. (In Russ.)
12. Mikhailovskaya A.A., Sirotenko M.D. (1961). The state of stocks and fishing of Azov-Don herrings. – Proceedings of AzcerNIRO, issue 19. (In Russ.)
13. Lutz G.I., Mirzoyan I.A. (1996). Conditions of the formation of the reserve of the Azov seal in the modern period // Collection of scientific tr. AzNIIRH. Rostov-on-Don, 1996. Rostov-on-Don. Pp. 168-173. (In Russ.)
14. Rogov S.F. (1996). Dynamics of the population of the Azov Hamsa in 1986-1992 // Rostov-on-Don: Collection of scientific tr. AzNIIRH. Pp. 174-178. (In Russ.)
15. Rekov Yu.I., Belousov V.N., Ivanchenko, I.N., Aldakimova S.Yu., Besedin, V.B., Grinchenko, M.A., Tikhonova G.A., Chepurnaya T.A., Lukyanov S.V., Rak S.N., Miroshnichenko V.V. (2003). Current state of pilen- gas reserves, passing and semi-passing fish of the Sea of Azov. – Rostov-on-Don: Collection of scientific tr. AzNIIRH. Pp. 163-171. (In Russ.)
16. Ivanchenko I.N., Nazarova Yu.V. (2012). The state of the population of the Black Sea-Azov passing herring *Alosa immaculata* (Bennett) in 2010-2011 // The main problems of fisheries and protection of fisheries reservoirs of the Azov-Black Sea basin. Pp. 157-167. (In Russ.)
17. Winker H., Carvalho F., Kapur M. (2018). JABBA: just another Bayesian biomass assessment // Fisheries Research. V. 204. Pp. 275-288. (In Russ.)
18. Aksyutina Z.M. (1968). Elements of mathematical evaluation of observation results in biological and fisheries research. Moscow: Food Industry. 288 p. (In Russ.)
19. Pyatinsky M.M., Belousov V.N., Kulba S.N. (2024). Assessment of fish stocks in the Sea of Azov by the areal method using the bootstrap procedure. Vol. 25. No. 1. Pp. 143-152. (In Russ.)
20. Musick J.A. (1999). Criteria to define extinction risk in marine fishes: the American Fisheries Society initiative // Fisheries. Vol. 24. No. 12. Pp. 6-14. (In Russ.)
21. Methods of fisheries and environmental research in the Azov-Black Sea basin // Collection of scientific and methodological works. – Krasnodar. 2005. 324 p.
22. Kozobrod I.D., Pyatinsky M.M. (2021). Preliminary results of modeling the dynamics of the herring stock in the Azov-Black Sea basin with a lack of information (2007-2020) // Ecology. Economy. Computer science. Series: system analysis and modeling of economic and ecological systems / Ecology. Vol. 1. No. 6. Pp. 34-39. (In Russ.)
23. Kuznetsova I.D. (2019). Timing and intensity of the spawning season of the Black Sea-Azov passing herring in the modern period // Proceedings of the international scientific and practical conference of students, postgraduates and young scientists “Theory and practice of modern geographical research”, dedicated to the 180th anniversary of the Russian traveler and naturalist, researcher of Central Asia N. M. Przhevalsky in the XV The Great Geographical Festival. Moscow: Kalligraf Publishing House, St. Petersburg. Pp. 163-166. (In Russ.)
24. Kozobrod I.D., Smirnov A.A., Pyatinsky M.M. (2024). Spatial distribution and state of the Black Sea-Azov herring stock in the Sea of Azov in 2023 // Collection of articles of the VII international scientific and practical conference “Actual problems of nature management and environmental management”. Penza. Pp. 110-114. (In Russ.)
25. Maslennikov L.E. (2021). On the state of construction of the Bagaevsky hydroelectric complex on the Don River // Hydraulic Engineering. No. 3. Pp. 5-7. (In Russ.)
26. Karpova N.V., Karpov V.S. (2024). Assessment of the environmental consequences of the construction of the Bagaevsky hydroelectric power plant // Collection of scientific articles of the 9th All-Russian National Scientific and Practical Conference “Problems of the development of modern society”. – Kursk. Vol. 3. Pp. 341-343. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 11.03.2025
 Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025



Изменение границ акватории озера Кулундинское, июнь 2021 г.

Водный режим озера Кулундинское Алтайского края за последние 20 лет: гидрологические, гидрохимические и экологические аспекты

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-83-91>
EDN: XUMPMF

Обзорная статья
УДК 528.854

Лукерина Галина Валерьевна – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории гидробиологии, Барнаул, Россия;
E-mail: lukerina@altai.vniro.ru

Лукерин Алексей Юрьевич – заведующий лаборатории ихтиологии, Барнаул, Россия;
E-mail: lukerin@altai.vniro.ru

Алтайский филиал ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО»)

Адрес: Россия, 656056, г. Барнаул, ул. Баварина, 2

Аннотация. В работе приводятся результаты анализа космоснимков, полученных спутниками Landsat-7, Landsat-8 и Sentinel-2B по площади водной поверхности озера Кулундинское Алтайского края в период 2005-2024 годов. Площадь озера изменялась в пределах 15% (609-720 км²). Флуктуация площади водной поверхности зависит от степени увлажненности в предыдущие 2-4 года и обуславливает межгодовые изменения солености воды ($r_{xy} = -0,645$). Соленость озера Кулундинское имеет внутри- и межгодовые колебания в пределах 35% и 55%, соответственно. Площадь озера и соленость воды имеют зависимость, близкую к линейной ($y = -0,7082x + 747,61$). Комплекс данных позволил выделить многоводные годы с пониженной соленостью воды (2005-2008, 2010-2011, 2018-2021, 2024) и засушливый период с повышенной соленостью (2009, 2012-2017, 2022-2023). Гидрохимический режим определяет состояние биоты озера Кулундинское, которое относится к промысловым водоемам для осуществления промышленного рыболовства артемии (на стадии цист).

Фотографии: Г.В. Лукерина

Ключевые слова: гипергалинное озеро, спутниковые наблюдения, геоинформационная система QGIS, площадь поверхности, соленость, артемия

Для цитирования: Лукерина Г.В., Лукерин А.Ю. Водный режим озера Кулундинское Алтайского края за последние 20 лет: гидрологические, гидрохимические и экологические аспекты // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 83–91. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-83-91>

THE WATER REGIME OF KULUNDINSKOYE LAKE IN THE ALTAI TERRITORY OVER THE PAST 20 YEARS: HYDROLOGICAL, HYDROCHEMICAL AND ENVIRONMENTAL ASPECTS

Galina V. Lukerina – Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher of the Laboratory of hydrobiology, Barnaul, Russia

Alexey U. Lukerin – Head of the Laboratory of ichthyology, , Barnaul, Russia

Altai Branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution VNIRO (AltaiNIRO)

Address: Russia, 656056, Barnaul, st. Bavarina, 2

Annotation. The paper presents the results of an analysis of satellite images obtained by the Landsat-7, Landsat-8 and Sentinel-2B satellites on the water surface area of Kulundinskoe Lake in the Altai Territory in 2005-2024. The lake area varied within 15% (609-720 km²). The fluctuation of the water surface area depends on the degree of moisture in the previous 2-4 years and causes interannual changes in water salinity ($r_{xy} = -0,645$). The salinity of Kulundinskoe Lake has intra- and interannual fluctuations in the range of 35% and 55%, respectively. The lake area and water salinity have a close to linear relationship ($y = -0,7082x + 747,61$). The data set allowed us to identify high-water years with low salinity (2005-2008, 2010-2011, 2018-2021, 2024) and a dry period with high salinity (2009, 2012-2017, 2022-2023). The hydrochemical regime determines the state of the biota of Kulundinskoe Lake, which belongs to commercial reservoirs for commercial fishing of artemia (at the stage of cysts).

Keywords: hyperhaline lake, satellite observations, geographic information system QGIS, surface area, salinity, Artemia

For citation: Lukerina G.V., Lukerin A.Yu. (2025). The water regime of Kulundinskoye Lake in the Altai Territory over the past 20 Years: Hydrological, Hydrochemical and environmental Aspects. // Fisheries. No. 3. Pp. 83–91. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-83-91>

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

ВВЕДЕНИЕ

Экосистемы минерализованных озер играют важную роль в биосфере Земли, как местообитание многих видов микро- и макроорганизмов, служат источником минеральных солей и удобрений, используются в рекреационных и бальнеологических целях, а также представляют научный интерес, как экстремальная среда обитания [1-5]. Бессточные соленые озера – надежные и долгосрочные индикаторы периодов увлажнения и засухи их бассейна [3; 5; 7]. Водный баланс соленых озер напряженный, вследствие климатических изменений, а также – сокраще-

ния объема притока (поверхностного и подземного) [8].

Наиболее значительные исследования уровня воды озер Обь-Иртышского междуречья проведены А.В. Шнитниковым (1957) и Л.А. Орловой (1990); составляющие водного баланса озер Кучукское и Кулундинское были оценены А.М. Догановским [6].

Озеро Кулундинское – крупнейший минерализованный водоем юга Западной Сибири. Уровень солености воды в нем (40-132 г/дм³) позволяет развиваться популяции жаброногого рачка артемии (*Artemia* Leach, 1819), цисты которого – ценный биоресурс, а озеро относит-

ся к промысловым водоемам [2; 9]. Физические и химические свойства соленой воды делают их полиэкстремальными для биоты [4], а сезонные и межгодовые колебания уровня воды играют значительную роль в изменении продуктивности водоема [10].

В настоящее время наземное оценивание гидрологических характеристик оз. Кулундинское не представляется возможным, ввиду отсутствия стационарного геодезического пункта наблюдения. Одним из наиболее доступных вариантов оценки площади является применение данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). Этот способ имеет высокий уровень репрезентативности, активно используется для мониторинга водных объектов и их береговых линий [11-14]. Кроме того, спутниковые исследования соленых озер позволяют дистанционно отслеживать скопления артемии и оценивать ее биомассу [15; 16]. Однако имеющиеся работы по динамике площади оз. Кулундинское за последние 30 лет по спутниковым картам служат, прежде всего, для оценки периодов засухи и флуктуации площади [7]. Эти материалы оторваны от натурных данных и не отражают экологическое состояние биоценоза озера, в зависимости от колебания уровня воды. С другой стороны, предполагаются четкие границы фаз водности по колебаниям солености без гидрологических и метеорологических подтверждений [5; 17].

Цель работы – оценить по спутниковым данным динамику площади оз. Кулундинское с 2005 по 2024 гг. в совокупности с периодическим изменением гидрохимического режима водоема и его биологических показателей.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Район расположения оз. Кулундинское – юг Западной Сибири, в пределах Кулундинской равнины, в засушливой степной зоне (рис. 1). Озеро мелководное, бессточное, в него впадают реки Кулунда и Суетка. Берега пологие, местами заболоченные, восточное побережье изрезано заливами.

Площадь оз. Кулундинское, по литературным данным [2; 18], составляет 728 км², средние глубины – в пределах 2,6-3,2 м, максимальные – 3,6-4,9 метра. Водный баланс озера складывается из поверхностного и подземно-

го притоков, осадков на поверхность водоема и испарения [8].

В качестве источника информации об изменениях площади оз. Кулундинское использованы данные архива спутниковых снимков Геологической службы США (USGS), находящиеся в свободном доступе. За 2005 г. и период 2008-2024 гг. проведена выборка снимков, полученных спутниками Landsat-7 (2005, 2008-2014 гг.), Landsat-8 (2015-2017, 2023-2024 гг.) и Sentinel-2B (2018-2022 гг.). Изображения отбирались в период максимальной водности (май-июнь), полученные в безоблачную погоду (уровень облачности менее 10%) [19].

Обработка и анализ спутниковых снимков осуществлялись с применением свободно распространяемой программы ГИС QGIS v.3.16. Обработка снимков включала в себя атмосферную коррекцию, построение маски облачности и воды. Для снимков с 2008 по 2014 гг. дополнительно применялся алгоритм восстановления границ водного объекта из-за пропусков данных спутниковой системы Landsat-7 [20]. Отделение водной поверхности от суши осуществлялась с помощью индекса NDWI (нормализованный разностный водный индекс). Индекс NDWI использует видимый зеленый канал (G) и ближний инфракрасный канал (NIR) и рассчитывается по формуле:

$$NDWI = (G - NIR) / (G + NIR)$$

Положительные значения индекса соответствуют водной поверхности. Оценка площади

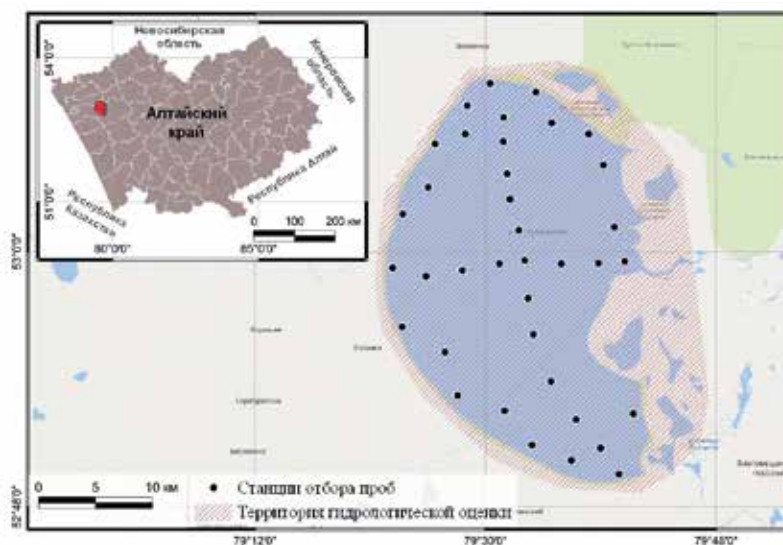


Рисунок 1. Карта расположения озера Кулундинское со схемой станций отбора проб

Figure 1. Location map of Kulundinskoe Lake with a diagram of observation stations

водного зеркала осуществлялась программным методом. Для исключения влияния прочих водных объектов на космоснимке применяли слой-маску, сформированную по водному зеркалу водоема в год максимальной водности с участком прилегающей прибрежной полосы ≈ 300 метров.

Сведения о годовом количестве осадков 2005-2024 гг. в районе расположения оз. Кулундинское получены из Архивов погоды Алтайского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (метеопосты «Степное Озеро» $52^{\circ}46.062'$ с.ш., $79^{\circ}51.048'$ в.д.; 123 м и «Славгород» $52^{\circ}59'$ с.ш., $78^{\circ}39'$ в.д.; 117 м) [21].

Соленость воды, глубины и показатели биоты оз. Кулундинское получены в ходе проведения государственного мониторинга. Периодичность исследований составляла четыре-шесть съемок в течение вегетационного периода. В 2005-2018 гг. исследования провели на мелководных прибрежных участках при объезде водоема на автомобиле по южному, западному и северному побережьям. В 2019-2024 гг. отбор гидробиологического материала осуществили с борта моторной лодки по всей акватории озера (рис. 1). Расположение станций определяли при помощи GPS-навигатора «Navitel C500» (Чехия). Соленость воды измеряли при помощи портативного рефрактометра «Atago Master-S28 M» (Япония).

В качестве экологических и биологических показателей водоема использованы: количе-

ство видов фитопланктона, среднегодовая численность представителей зоопланктона (кроме артемии), выживаемость рачков артемии от науплиусов до взрослой стадии в весенне-летний период, среднегодовая численность рачков артемии, среднегодовая численность цист артемии в толще воды, средняя плодовитость артемии. Показатели определяли согласно методике [22] и формулам [1].

Статистическую обработку материала и построение графиков осуществляли с помощью пакета прикладных программ MS Excel. Рассчитывали среднеарифметическое значение (M), ошибку среднего значения (m), среднее квадратическое отклонение по выборке (σ), коэффициент вариации (Cv), коэффициент корреляции r_{xy} . Достоверность корреляции определяли по таблице критических значений при уровнях значимости $p < 0,1$ (низкая), $p < 0,01$ (значимая), $p < 0,001$ (высокая, значимая). Достоверность различий между выборками оценивали по U-критерию Манна-Уитни (при $p < 0,01$ и $p < 0,001$).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Площадь водной поверхности оз. Кулундинское в 2005-2024 гг. изменялась в пределах $609,7-720,0$ км², максимальная глубина составляла 3,4 м, средние глубины находились в пределах 2,4-2,8 метров. Тенденция сокращения площади наблюдалась с 2012 по 2015 гг., а так-



Пересохшая площадь озера Кулундинское, июнь 2010 г.

же незначительно с 2021 по 2023 годы. Максимальное наполнение озера отмечалось в 2005 и 2024 годы. Изменения границ водной поверхности наглядно отражалось в наибольшей степени на восточном, изрезанном заливами, побережье (рис. 2).

В целом можно сделать вывод о флуктуации наполняемости озера и отсутствии последовательного его усыхания за последние 20 лет, что отмечают и Д.В. Черных с соавторами [7]. Однако, в более длительной перспективе, насчитывающей 300-400 лет, площадь озера значительно сократилась. Согласно данным В.П. Галахова [8], «Кулундинское море», описанное еще П.С. Палласом в 1771 г., имело площадь порядка 2750 км² и объединяло Кучукское, Малое Яровое и множество мелких озер. Изменения водного баланса Кулундинской равнины связывают, прежде всего, с похолоданием в северном полушарии, которое вызвало наступление горных ледников. Более поздние данные [2] указывают минимальную площадь озера в 1936 г. – 615 км², максимальную в 1950 г. – 770 км². Учитывая полученные нами данные, за последние 100 лет максимальная и средняя площади озера сократились в среднем на 6,7%, минимальная – на 1%, что отличается от данных мировых исследований [3; 16]. За последние 140 лет площади многих соленых озер сократились на 40-74%, при этом темпы усыхания некоторых из них (Урмия, Аральское море, Великое Соленое Озеро, Мертвое море) значительно увеличились с 2000 года. Предположение о ключевой роли, в данном случае, масштабного забора воды и строительства дамб подтверждается исследованиями [3; 15; 16]. На Кулундинской равнине

антропогенная нагрузка умеренная, что снижает зарегулированность стока рек, питающих оз. Кулундинское [7].

Корреляционный анализ между площадью и годовой суммой осадков показал наличие слабой достоверной связи ($r_{xy} = -0,457$, $n=18$, $p<0,1$). Сумма осадков каждого конкретного года практически не влияет на изменение площади озера, однако на рисунке 3 заметно относительное смещение максимумов и минимумов суммы осадков и площади на 4 года. Таким образом, на увеличение или сокращение площади акватории влияет предыдущий период с достаточным увлажнением или засушливый. В работе Д.В. Черных с соавторами [7] получены аналогичные результаты, исследователи предполагают влияние предыдущих 2-3 лет.

Годовая сумма осадков колебалась от 206 до 459 мм, наибольшее количество осадков в течение года выпадает в летние месяцы – от 35 мм в засушливый 2012 г. до 294 мм – во влажный 2009 год. Вместе с тем, по данным В.П. Галахова с соавторами [6; 8], именно с июня по август наблюдается наибольшее испарение с поверхности воды соленых озер (от 197,5 до 260,3 мм), а уровень воды летом убывает в среднем на 20,0–22,3 мм. По нашим данным, глубины уменьшались с июня по июль на 5-34 мм. Испарение обусловлено температурным режимом воздуха и ветром [4].

Соленость воды в Кулундинском, как и в большинстве мелководных минерализованных озер, подвержена сезонным изменениям и межгодовой динамике [1; 2; 5]. Наименьшие показатели солености отмечаются весной, после распаления льда и увеличенного поверх-

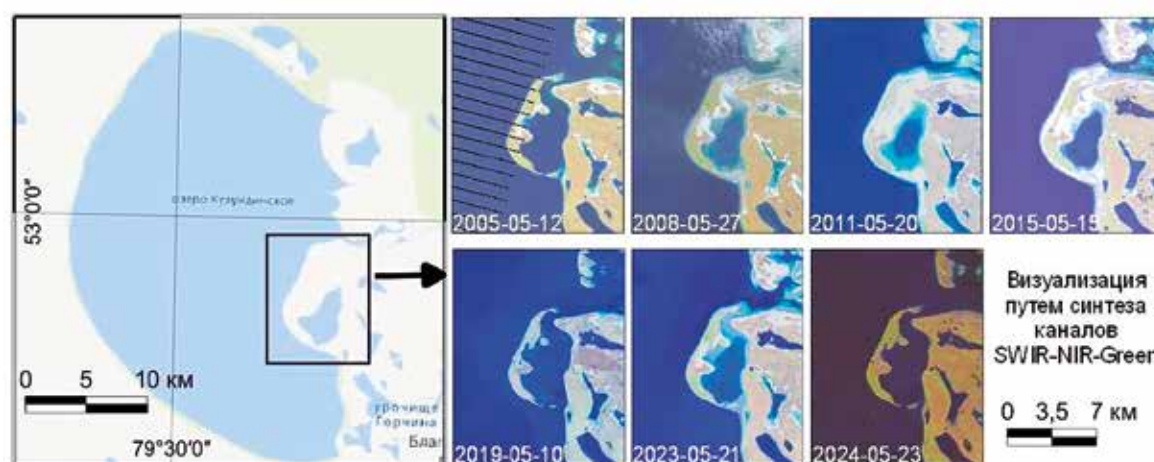


Рисунок 2. Изменение границ о. Осиновый на юго-восточном побережье озера Кулундинское

Figure 2. Changing the boundaries of Osinovy Island on the southeastern coast of Kulundinskoe Lake

ностного стока талых вод. В 2005-2024 гг. сезонный рост солености воды в озере с апреля по октябрь находился в пределах 35%, межгодовые колебания составляли в среднем 55%. Минимальная соленость (30 г/л) отмечалась в мае 2005 г., максимальная (152 г/л) – в августе 2015 года. Коэффициент корреляции между площадью и соленостью достоверный при $p < 0,01$ и составил $r_{xy} = -0,645$ ($n=18$) (рис. 4). Зависимость приближена к линейной и может быть описана уравнением: $y = -0,7082x + 747,61$ ($R^2 = 0,42$). Таким образом, имея натурные данные о солености воды можно оценить площадь оз. Кулундинское со средней ошибкой $\pm 18,4 \text{ км}^2$.



Озеро Кулундинское, апрель 2021 г.

Отсутствующие данные по площади озера за 2006 и 2007 гг., согласно формуле, составляют 688 и 684 км^2 , соответственно.

Для оценки влияния гидрологического и гидрохимического режимов озера на состояние

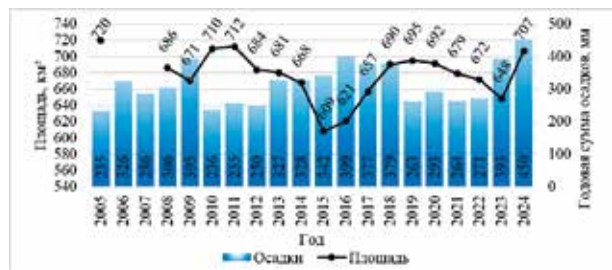


Рисунок 3. Колебания годовой суммы осадков и площади озера Кулундинское

Figure 3. Fluctuations in the annual precipitation and the area of Kulundinskoe Lake



Рисунок 4. Динамика солености воды и площади озера Кулундинское в 2005-2024 годы

Figure 4. Dynamics of water salinity and area of Kulundinskoe Lake in 2005-2024

биоты выделяют многоводные и маловодные фазы [10; 17]. А.В. Шнитников [23] установил продолжительность цикла смены фаз водности в 29-47 лет. Для короткого промежутка времени, исчисляемого двумя десятилетиями, говорить о смене фаз водности многолетних циклов не корректно. В данном случае уместнее использовать понятие периодов повышенной и пониженной увлажненности относительно среднесноголетних показателей. Выделение таких периодов по годовой сумме осадков не дает представления о текущей ситуации на водоеме, так как имеет отложенное влияние.

В 2005-2024 гг. средняя площадь оз. Кулундинское составляла 677,9 км^2 , среднесноголетняя соленость воды – 97,3 г/л. В многоводный период с пониженной соленостью входят годы: 2005-2008, 2010-2011, 2018-2021, 2024. Более засушливые годы с повышенной соленостью воды: 2009, 2012-2017, 2022-2023. Годы 2008, 2012-2013 и 2022 можно считать промежуточными, и включение их в тот или иной период обосновано дальнейшей тенденцией изменения описываемых показателей. Различия между выделенными периодами по солености и площади озера достоверны при $p < 0,001$. Выделенные ранее много-, средне- и маловодные годы по солености воды для регионов Западной Сибири [5] совпадают с нашими данными на 71% (период 2005-2013, 2018 гг.), несоответствия связаны, скорее всего, с погодными особенностями регионов в отдельные годы. По данным Л.В. Весниной с соавторами [17], регрессивная фаза в Алтайском крае наблюдалась в 2006-2013 гг., трансгрессивная – 2019-2022 гг., что на 58% не соответствует результатам текущего исследования. Таким образом, соленость воды является индикатором водности территории, но выделение периодов повышенной/пониженной увлажненности только по этому показателю для относительно больших и глубоководных

озер, таких как Кулундинское и Большое Яровое Алтайского края, не дает корректных результатов.

Снижение видового разнообразия фитопланктона с увеличением солености воды широко освещено в литературе [1; 2; 4; 5; 10 и др.]. Биологические и экологические показатели биоты оз. Кулундинское в засушливые годы с повышенной соленостью воды отличаются большей вариабельностью, по сравнению с многоводным периодом, что свидетельствует о меньшей стабильности условий среды (табл.).

В маловодный период из структуры зоопланктона практически исчезают коловратки, веслоногие и ветвистоусые рачки (тест Манна-Уитни при $p < 0,01$), что характерно и для других минерализованных водоемов [4; 5]. Повышенный уровень солености достоверно способствует увеличению численности цист артемии и образованию их скоплений, что подтверждается критерием Манна-Уитни при $p < 0,05$. Концентрация цист в толще и на поверхности воды обусловлена их гидростатическими свойствами (плавучестью). Экспериментальные исследования показали, что на плавучесть цист влияют соленость и температура воды, ветер, а также – строение оболочек цисты [2; 5]. Можно предположить, что для образования скоплений цист в оз. Кулундинское более благоприятный уровень солености, превышающий 95-100 г/л.

Статистически значимых отличий в разные периоды водности и солености не обнаружено по показателям количества видов фитопланктона, выживаемости артемии от науплиусов до взрослой стадии, плодовитости и численно-

сти артемии. Согласно данным таксономического разнообразия фитопланктона, в оз. Кулундинское в 2001-2020 гг. отмечено 155 видов водорослей из 8 отделов [24]. Как отмечают авторы, каждый конкретный год отличается низким видовым разнообразием (11-47 видов) и качественным составом водорослей, в зависимости от условий окружающей среды.

Уровень солености воды в Кулундинском (30–152 г/л) находится в пределах оптимума для роста и развития артемии (30-250 г/л). Выживаемость науплиусов в весенний период обусловлена температурным режимом, а в летний – достаточным количеством пищевых ресурсов [10; 25]. Таким образом, условия в озере в период 2005-2024 гг. удовлетворяли потребностям популяции артемии, независимо от уровня водности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Площадь оз. Кулундинское за последние 20 лет не проявляет тенденций последовательного сокращения, при этом в более долгосрочной перспективе акватория озера уменьшилась. Водный режим озера обуславливает уровень солености воды – лимитирующий фактор развития биоты. Несмотря на благоприятные условия роста и развития популяции артемии на протяжении последних 20 лет, колебания солености воды отражаются на структуре зоопланктона и активности промышленного рыболовства в отношении артемии (на стадии цист). Для расчета запаса этого ценного биоресурса необходимы актуальные данные по площади озера, что в полной мере удовлетворяет применение данных дистанционного зондирования земли (ДЗЗ).

Таблица. Показатели состояния биоты озера Кулундинское в много- и маловодный периоды, $M+m$ ($Cv, \%$) / **Table.** Indicators of the biota status of Kulundinskoe Lake in high-water and low-water periods, $M+m$ ($Cv, \%$)

Показатель	Период (годы)	
	Многоводный, соленость ниже средней (2005–2008, 2010–2011, 2018–2021, 2024)	Маловодный, соленость выше средней (2009, 2012–2017, 2022–2023)
Количество видов фитопланктона	21,9±2,1 (30,0)	21,3±4,7(58,3)
Выживаемость артемии до взрослой стадии, %	10,9±3,7 (82,3)	9,3±3,6 (95,1)
Плодовитость артемии, экз./особь	39,9±3,6 (28,3)	40,3±4,5 (33,8)
Численность зоопланктона (без артемии), тыс. экз./м ³	79,80±30,05 (124,9)	0,08±0,07 (271,0)
Численность рачков артемии, тыс. экз./м ³	19,51±4,62 (62,6)	28,88±8,57 (83,9)
Численность цист артемии в воде, тыс. экз./м ³	106,49±13,43 (41,8)	176,12±34,20 (54,9)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Г.В. Лукерина** – идея статьи, отбор, обработка и анализ первичных данных, подбор литературы, написание и корректировка текста статьи; **А.Ю. Лукерин** – подготовка, обработка и анализ спутниковых снимков, подбор литературы, корректировка текста статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **G.V. Lukerina** – the idea of the article, selection, processing and analysis of primary data, selection of literature, writing and correction of the article; **A.Y. Lukerina** – preparation, processing and analysis of satellite images, selection of literature, correction of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Соловов В.П., Студеникина Т.Л. Рачок артемия в озерах Западной Сибири: экология, перспективы хозяйственного использования. Новосибирск: Наука. 1990. 81 с.
2. Соловов В.П., Подуровский М.А., Ясюченя Т.Л. Жаброног артемия: история и перспективы использования ресурсов. Барнаул: ОАО «Алтайский полиграфический комбинат». 2001. 144 с.
3. Wurtsbaugh W. A., Miller C., Null S. E., DeRose R. J., Wilcock P., Hahnenberger M., Howe F., Moore J. Decline of the world's saline lakes // Nature Geoscience. 2017. 10. Pp. 816-821. <http://doi.org/10.1038/NGeo3052>
4. Ануфриева Е.В., Шадрин Н.В. Жизнь в экстремальной среде. Животные в экосистемах гиперсолёных вод / ФИЦ «Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского РАН». М.: Товарищество научных изданий КМК. 2023. 183 с.
5. Литвиненко Л.И., Корентович М.А., Бойко Е.Г., Литвиненко А.И., Зенкович П.А. Артемия в гипергалинных водоемах России (география, биоразнообразие, экология, биология и практическое использование). Тюмень: ГАУ Северного Зауралья. 2024. 364 с. URL: <http://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2024/litvinenko.pdf> (дата обращения 01.08.2024).
6. Галахов В.П., Губарев М.С., Назаров А.Н. Водный баланс бессточных озерно-речных систем Обь-Иртышского междуречья (в пределах Алтайского края): монография. Барнаул: Изд-во Алт. ун-та. 2010. 112 с.
7. Черных Д.В., Бирюков Р.Ю., Першин Д.К. Динамика площади озер в степной зоне Алтайского края в условиях антропогенного воздействия и климатических изменений // Известия РАН. Серия Географическая. 2022. Т. 86. № 1. С. 109-121
8. Галахов В.П., Колупаева И.А. Водный баланс Пракулундинского озера // Природные ресурсы Горного Алтая: геология, геофизика, гидрогеология, геоэкология, минеральные и водные ресурсы: бюллетень. 2007. № 1. С. 86-90
9. Лукерина Г.В., Мазникова О.А. Современное состояние запасов и промысла короткоциклового беспозвоночного в озерах Алтайского края // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2022. №1 (192). С. 52-61. <http://doi.org/10.33920/sel-09-2201-04>
10. Веснина Л.В., Лукерина Г.В., Ронжина Т.О. Результаты многолетнего экологического мониторинга гипергалинного озера Большое Яровое, г. Славгород Алтайского края // Рыбное хозяйство. 2019. № 4 (159). С. 19-27
11. Айбулатов Д., Зотов Л., Фролова Н., Чалов С. Современные возможности использования методов дистанционного зондирования для получения информации о водных объектах // Earth Observations for Future Earth. 2015. С. 34-37
12. Донцов А.А., Пестунов И.А., Рылов С.А., Суторихин И.А. Автоматизированный мониторинг площадей акваторий озер и водохранилищ по спутниковым данным // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2017. Т. 4. № 2. С. 38-45. ISSN 2618-981X
13. Рылов С.А., Пестунов И.А. Определение площадей озер по данным со спутников серии Sentinel-2 // J. Sib. Fed. Univ. Eng. technol. <http://doi.org/10.17516/1999-494X-0108>
14. Mojtabehi A., Dadashzadeh M., Azizkhani M., Mohammadian A., Almasi R. Assessing climate and human activity effects on lake characteristics using spatio-temporal satellite data and an emotional neural network // Environmental Earth Sciences. 2022. 81:61. <http://doi.org/10.1007/s12665-022-10185-3>
15. Wang X., Tian J., Ma L., Sun X., Tian L. Remote detection of Artemia slicks using multisatellite observations: spectral, spatial and temporal considerations // International Journal of Digital Earth. 2023. V. 17. № 1. <https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2301433>
16. Zhao Sh., Tian J., Wang X., Sun X., Yao T., Tian L. Human activities caused the dramatic variations of Artemia slicks in Lake Urmia, the largest lake in Iran: satellite observations over the past 34 years // International Journal of Digital Earth. 2025. V. 18. № 1. <https://doi.org/10.1080/17538947.2025.2468415>
17. Веснина Л.В., Безматерных Д.М., Веснин Ю.А., Ласый М.В. Продукционный потенциал жаброногого рачка артемии в гипергалинных озерах равнины Алтайского края // Вестник НГАУ. 2024. 2(71). С. 189-198. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-71-2-189-198>
18. Веснина Л.В., Журавлев В.Б., Новоселов В.А. [и др.]. Водоемы Алтайского края: биологическая продуктивность и перспективы использования / Новосибирск: Наука. Сиб. предприятие РАН. 1999. 285 с.
19. <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения: 01.03.2025 г.)
20. Рылов С.А. Многолетний мониторинг усыхания озера Убинское по спутниковым данным Landsat 4,5,7,8 с помощью специализированных алгоритмов сегментации // Интерэкспо Гео-Сибирь. 2018. Т. 4. № 1. С. 102-108. ISSN 2618-981X
21. <https://rp5.ru/> (дата обращения: ежемесячно 2019-2024 гг.)
22. Методические рекомендации по оценке запаса и прогнозированию рекомендованного объема добычи (вылова) артемии. М.: ВНИРО. 2019. 49 с.
23. Шнитников А.В. Внутривековая изменчивость компонентов общей увлажненности: очерки. Л.: Наука. 1968. 295 с.
24. Косачева Ю.Н., Митрофанова Е.Ю. Анализ таксономического состава фитопланктона озера Кулундинское (Алтайский край) по ретроспективным данным / Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии, 2021. 20(1). С. 243-245. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2021046>

25. Литвиненко Л.И., Литвиненко А.И., Бойко Е.Г. *Артемия в озерах Западной Сибири*. Новосибирск: Наука. 2009. 304 с.

LITERATURE AND SOURCES

- Solovov V.P., Studenikina T.L. (1990). *Artemia* crustacean in the lakes of Western Siberia: ecology, prospects of economic use. Novosibirsk: Nauka Publ. 81 p. (In Russ.).
- Solovov, V.P., Podurovsky M.A., Yasyuchenya T.L. (2001). Brine shrimp *Artemia*: history and prospects of resource use. Barnaul: JSC "Altai Polygraphic Plant". 144 p. (In Russ.).
- Wurtsbaugh W. A., Miller C., Null S. E., DeRose R. J., Wilcock P., Hahnenberger M., Howe F., Moore J. (2017). Decline of the world's saline lakes // *Nature Geoscience*. 10. Pp. 816-821. <http://doi.org/10.1038/NGeo3052>
- Anufrieva E.V., Shadrin N.V. (2023). Life in an extreme environment. Animals in ecosystems of hyper-saline waters / A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of the Russian Academy of Sciences, Moscow: Association of Scientific Publications of the KMC, 183 p. (In Russ.).
- Litvinenko L.I., Korentovich M.A., Boyko E.G., Litvinenko A.I., Zenkovich P.A. (2024). *Artemia* in hyperhaline reservoirs of Russia (geography, biodiversity, ecology, biology and practical use). Tyumen: State Agrarian University of the Northern Urals. 364 p. URL: <http://www.gausz.ru/nauka/setevye-izdaniya/2024/litvinenko.pdf> (date of access 01.08.2024). (In Russ.)
- Galakhov V.P., Gubarev M.S., Nazarov A.N. (2010). Water balance of drainless lake-river systems of the Ob-Irtysh interfluvium (within the Altai Territory): the monograph. Barnaul: Publishing house of the Alt. University. 112 p. (In Russ.).
- Chernykh D.V., Biryukov R.Yu., Pershin D.K. (2022). Dynamics of lake area in the steppe zone of the Altai Territory under conditions of anthropogenic impact and climatic changes // *News of the Russian Academy of Sciences. Geographical series*. Vol. 86. No. 1. Pp. 109-121. (In Russ., abstract in Eng.).
- Galakhov V.P., Kolupaeva I.A. (2007). The water balance of the Prkulundinsky lake // *Natural resources of Gorny Altai: geology, geophysics, hydrogeology, geoecology, mineral and water resources: bulletin*. No. 1. Pp. 86-90. (In Russ.).
- Lukerina G.V., Maznikova O.A. (2022). The current state of stocks and fishing of short-cycle invertebrates in the lakes of the Altai Territory // *Fish farming and fisheries*. No. 1 (192). Pp. 52-61. <http://doi.org/10.33920/sel-09-2201-04> (In Russ., abstract in Eng.).
- Vesnina L.V., Lukerina G.V., Ronzhina T.O. (2019). Results of long-term environmental monitoring of the hyperhaline Bolshoe Yarovoe Lake, Slavgorod, Altai Territory // *Fishing industry*. No. 4 (159). Pp. 19-27. (In Russ., abstract in Eng.).
- Aybulatov D., Zotov L., Frolova N., Chalov S. (2015). Modern possibilities of using remote sensing methods to obtain information about water bodies // *Earth Observations for Future Earth*. Pp. 34-37. (In Russ., abstract in Eng.).
- Dontsov A.A., Pestunov I.A., Rylov S.A., Sutorikhin I.A. (2017). Automated monitoring of water areas of lakes and reservoirs using satellite data // *Interexpo Geo-Siberia*. Vol. 4. No. 2. Pp.38-45. ISSN 2618-981X. (In Russ., abstract in Eng.).
- Rylov S.A., Pestunov I.A. Determination of lake areas based on data from Sentinel-2 series satellites // *J. Sib. Fed. Univ. Eng. Technol.* <http://doi.org/10.17516/1999-494X-0108> (In Russ., abstract in Eng.).
- Mojtahedi A., Dadashzadeh M., Azizkhani M., Mohammadian A., Almasi R. (2022). Assessing climate and human activity effects on lake characteristics using spatio-temporal satellite data and an emotional neural network // *Environmental Earth Sciences*. 81:61. <http://doi.org/10.1007/s12665-022-10185-3>
- Wang X., Tian J., Ma L., Sun X., Tian L. (2023). Remote detection of *Artemia* slicks using multisatellite observations: spectral, spatial and temporal considerations // *International Journal of Digital Earth*. V. 17. № 1. <https://doi.org/10.1080/17538947.2023.2301433>
- Zhao Sh., Tian J., Wang X., Sun X., Yao T., Tian L. (2025). Human activities caused the dramatic variations of *Artemia* slicks in Lake Urmia, the largest lake in Iran: satellite observations over the past 34 years // *International Journal of Digital Earth*. V. 18. № 1. <https://doi.org/10.1080/17538947.2025.2468415>
- Vesnina L.V., Bezmaternykh D.M., Vesnin Yu.A., Lassiy M.V. (2024). Productive potential of the *Artemia* gill-footed crustacean in hyperhaline lakes of the Altai Territory plain // *Bulletin of NGAU*. 2(71). Pp. 189-198. <https://doi.org/10.31677/2072-6724-2024-71-2-189-198> (In Russ., abstract in Eng.).
- Vesnina L.V., Zhuravlev V.B., Novoselov V.A. [et al]. 1999. *Reservoirs of the Altai Territory: biological productivity and prospects for use* / Novosibirsk: Nauka. Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences. 285 p. (In Russ.).
- <https://earthexplorer.usgs.gov/> (date of access: 03.01.2025)
- Rylov S.A. (2018). Long-term monitoring of Lake Ubinskoye drying using Landsat satellite data 4,5,7,8 using specialized segmentation algorithms // *Interexpo Geo-Siberia*. Vol. 4. No. 1. pp.102–108. ISSN 2618-981X (In Russ., abstract in Eng.).
- <https://rp5.ru/> (date of access: monthly 2019-2024)
- Methodological recommendations for assessing the stock and forecasting the recommended volume of production (catch) of *artemisias*. 2019. Moscow: VNIRO Publishing House. 50 p. (In Russ.).
- Shnitnikov A.V. (1968). Intraspecific variability of the components of total moisture content: essays. L.: Nauka. 295 p. (In Russ.).
- Kosacheva Yu.N., Mitrofanova E.Y. (2021). Analysis of the phytoplankton taxa composition in Lake Kulundinskoye (Altai Krai) based on retrospective data / *Problems of Botany of Southern Siberia and Mongolia*. 20(1). Pp. 243-245. <https://doi.org/10.14258/pbssm.2021046> (In Russ., abstract in Eng.).
- Litvinenko L.I., Litvinenko A.I., Boyko E.G. (2016). *Brine shrimp Artemia in Western Siberia Lakes: translated from Russian*. Novosibirsk: Nauka Publ. 295 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 22.03.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025



Влияние уровня режима Иваньковского водохранилища (Средняя Волга) на состояние запасов и промысел обитающих в нем рыб

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-92-103>
EDN: WAVEOC

Обзорная статья
УДК 556.552+639.21

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

Горячев Дмитрий Владимирович – заведующий Лабораторией водных биоресурсов, Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), Московская область, Дмитровский муниципальный округ, пос. Рыбное, Россия
E-mail: gdv1892@mail.ru

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

Жернаков Илья Алексеевич – главный специалист Группы гидробиологии, ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), Московская область, Дмитровский муниципальный округ, пос. Рыбное, Россия
E-mail: i.zhernakov@vniiprh.vniro.ru

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

Адреса:

1. Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») – 141821, Московская область, Дмитровский муниципальный округ, пос. Рыбное, дом 40А
2. Государственный научный центр РФ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)» – 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19
3. Северо-Восточный государственный университет – Россия, 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 13
4. Дагестанский государственный университет – Россия, 367025, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а

Аннотация. В статье анализируется динамика уровня воды и водности Иваньковского водохранилища за период с 1951 по 2022 гг. и их влияние на промысловые запасы рыб. Установлено, что для водохранилища характерна высокая межгодовая изменчивость водности и значительные колебания уровня воды, особенно в период нереста. Выявлено снижение запасов большинства видов рыб в начале 2000-х гг., с последующей стабилизацией и частичным восстановлением к настоящему времени. Отмечена отрицательная корреляция между сработкой уровня воды и промысловыми запасами рыб в период с 1999 по 2007 гг., сменившаяся на положительную корреляцию после закрытия промысла в 2007 году. Предполагается, что снижение максимальной сработки уровня воды в последние годы, связанное с изменением режима регулирования водохранилища, способствует восстановлению численности некоторых видов рыб. В целом, режим регулирования уровня воды в Иваньковском водохранилище оказывает существенное влияние на состояние его экосистемы и требует дальнейшего изучения для разработки оптимальных мер по сохранению и рациональному использованию рыбных ресурсов.

Ключевые слова: водность, промысловые рыбы, динамика численности, антропогенное воздействие, гидрологический режим, регулирование стока

Для цитирования: Никитенко А.И., Горячев Д.В., Артеменков Д.В., Жернаков И.А., Смирнов А.А. Влияние уровня режима Иваньковского водохранилища (Средняя Волга) на состояние запасов и промысел обитающих в нем рыб // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 92–103.
<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-92-103>

THE INFLUENCE OF THE LEVEL REGIME OF THE IVANKOVO RESERVOIR (MIDDLE VOLGA) ON THE STATE OF STOCKS AND FISHING OF FISH LIVING IN IT

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

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

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

Ilya A. Zhernakov – Chief Specialist of the Hydrobiology Group, Scientific Research Center of the Russian Federation, VNIRO Federal State Budgetary Institution (VNIIPRH), Dmitrov Municipal District, Moscow Region. Rybnoye, Russia

Andrey A. Smirnov – Doctor of Biological Sciences, Associate Professor, Chief Researcher of the Marine Fish Department of the Far East, The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO); Professor of the Department of Exact and Natural Sciences, Northeastern State University (Northeastern State University); Professor of the Department of Ichthyology, Dagestan State University (DSU), Moscow, Russia

Addresses:

1. Freshwater Fisheries Branch of the SSC RF VNIRO Federal State Budgetary Institution («VNIIPRH») – 141821, Moscow region, Dmitrov Municipal District, village 40A Rybnoye street
2. The State Scientific Center of the Russian Federation Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – 19 Okruzhny Proezd, Moscow, 105187
3. Northeastern State University – Russia, 685000, Magadan, Portovaya St., 13
4. Dagestan State University – Russia, 367025, Makhachkala, Gadzhieva str., 43a

Annotation. The article analyzes the dynamics of the water level and water content of the Ivankovo reservoir for the period from 1951 to 2022 and their impact on commercial fish stocks. It has been established that the reservoir is characterized by high interannual variability of water content and significant fluctuations in water level, especially during the spawning period. A decrease in stocks of most fish species was revealed in the early 2000s, with subsequent stabilization and partial recovery to date. There was a negative correlation between the water level response and fish stocks in the period from 1999 to 2007, which changed to a positive correlation after the closure of the fishery in 2007. It is assumed that the decrease in the maximum water level utilization in recent years, associated with a change in the reservoir regulation regime, contributes to the restoration of the number of some fish species. In general, the water level regulation regime in the Ivankovo reservoir has a significant impact on the state of its ecosystem and requires further study to develop optimal measures for the conservation and rational use of fish resources.

Keywords: water content, commercial fish, population dynamics, anthropogenic impact, hydrological regime, flow regulation

For citation: Nikitenko A.I., Goryachev D.V., Artemenkov D.V., Zhernakov I.A., Smirnov A.A. (2025). Influence of the level regime of the Ivankovo reservoir (Middle Volga) on the state of stocks and fishing of fish living in it // Fisheries. No. 3. Pp. 92–103. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3>

Рисунки составлены автором / The drawings are compiled by the author

ВВЕДЕНИЕ

Иваньковское водохранилище – важнейшее звено Волжского каскада, играет ключевую роль в водообеспечении Москвы и Московской области. Поддержание необходимого уровня воды на участке Волго-Балтийского водного пути критически важно для безопасного движения судов, а также – напрямую влияет на выработку электроэнергии Угличской и Иваньковской ГЭС. С момента создания Иваньковского водохранилища до наших дней отмечен рост антропогенной нагрузки, из-за увеличения водопотребления и загрязнения окружающей среды, что также оказывает негативное влияние на водоем.

Созданное в 1937 г., оно существенно преобразовало гидрологический режим Верхней Волги, что неизбежно отразилось на всей экосистеме региона, и в особенности, на ихтиофауне [2; 5]. Значительные сезонные колебания уровня воды, обусловленные режимом работы водохранилища, оказывают существенное влияние на условия обитания рыб, затрагивая практически все аспекты их жизненного цикла: от размножения и нагула до зимовки и миграции.

Цель исследования – анализ влияния гидрологических параметров Иваньковского водохранилища с 1951 по 2022 гг. на промысловые запасы рыб.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Иваньковское водохранилище характеризуется значительной площадью водного зеркала, достигающей 327 км², при общем объеме водной массы 1,12 км³. Протяженность береговой линии водохранилища составляет 520 км, что обуславливает высокий коэффициент извилистости, равный 9,1. Расстояние от Иваньковской плотины до Твери составляет 113 км. Максимальная ширина водоема – 8 километров. Иваньковское водохранилище относится к мелководным водоемам: средняя глубина составляет 3,4 метра, наибольшая – 19 метров. Примечательно, что почти половина площади водоема (48%) приходится на участки с глубинами до 2 м [6]. Вместе с тем, водохранилище имеет и значительные по площади глубоководные зоны (более 20% площади с глубинами более 5 м). Такое распределение глубин оказывает существенное влияние на гидрологи-

ческий, гидрохимический и биологический режимы водоема.

Гидрологические и ихтиологические исследования были проведены в весенний, летний, осенний и зимний периоды с 1999 по 2022 годы. Также использованы фондовые данные (1951-1998 гг.) отдела «Верхне-Волжский» Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»). Отбор проб и измерения выполнены на всех плесах Иваньковского водохранилища: Шошинский, Верхневолжский, Средневолжский, Нижневолжский (рис. 1).

Методика проведения исследований на водоемах общепринята ВНИИПРХ [7; 11; 13]. Видовую идентификацию рыб в уловах осуществляли по рекомендованным определителям [1]. Независимо от величины улова выполняли полный учет количества каждого вида рыб.

Плотность поселения и биомассу промысловых и малочисленных видов рыб для каждой станции рассчитывали через промысловую мощность ставной сети методом Трещёва [12], где по формуле (1) вычислен эквивалентный

объем воды, облавливаемой ставной сетью 50 м длиной и 2 м высотой за сутки.

$$V = 3,14 * L^2 * H / 4 \quad (1)$$

где V – объем воды, облавливаемой ставной сетью (m^3), L – длина сети (м), H – высота сети (м).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Уровенный режим Иваньковского водохранилища играет ключевую роль в формировании его экосистемы, оказывая влияние на газовый режим в зимний период и условия нереста рыб. Анализ данных за 1951-2022 гг. позволяет выявить как общие закономерности, так и особенности водоема.

Для водохранилища характерна предполоводная сработка воды зимой, наполнение за счет весеннего половодья до нормального подпорного уровня (НПУ) и относительно стабильный уровень, близкий к НПУ в летне-осеннее время (рис. 2).

Отмечается постепенное увеличение среднегодового уровня воды в Иваньковском водо-

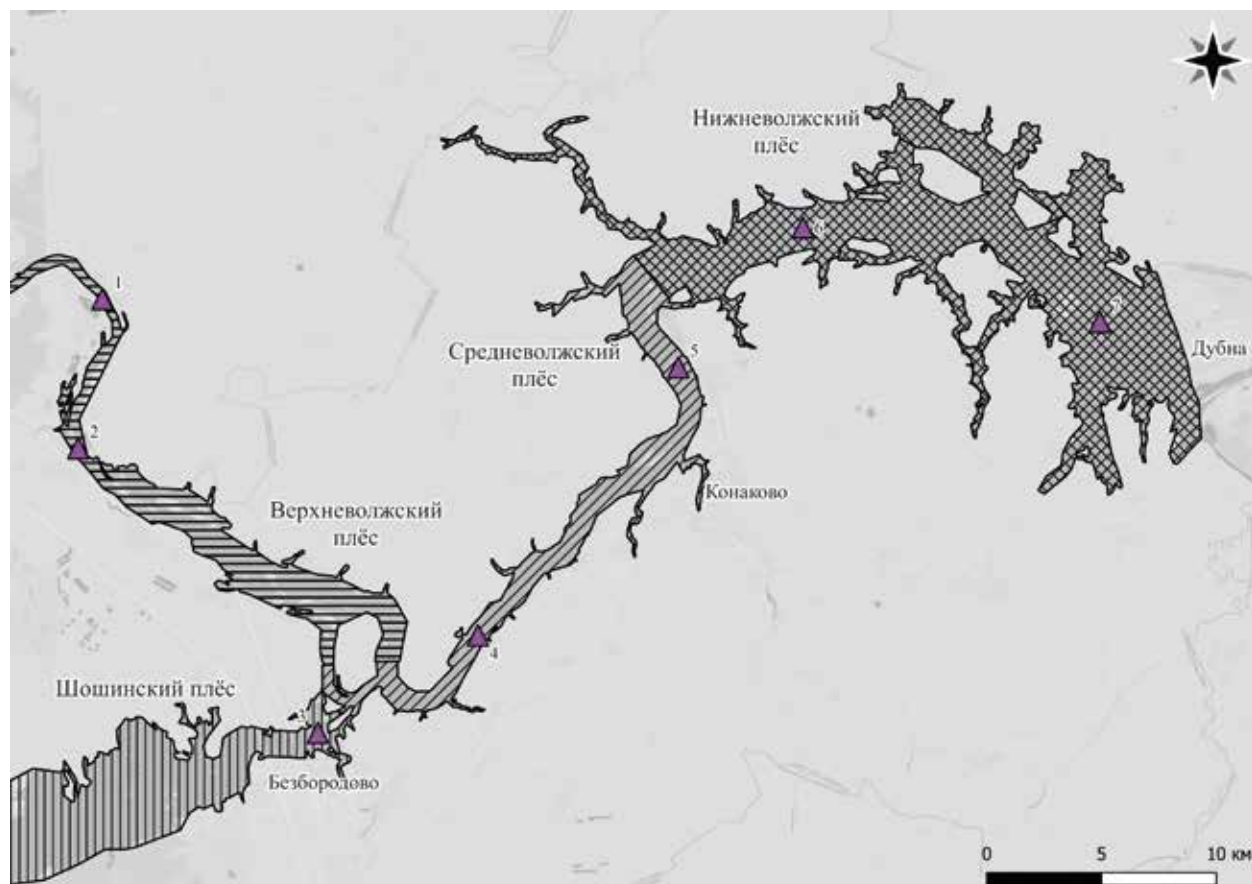


Рисунок 1. Картограмма станций на Иваньковском водохранилище

Figure 1. Cartography of stations at the Ivankovo reservoir

хранилище за рассматриваемый период (1951-2022 гг.). Однако, начиная с 1999-2010-х гг., рост среднего уровня воды замедлился, а в 2011-2021-х гг. наблюдается даже небольшое снижение, по сравнению с предыдущим этапом.

Период с 1951 по 1998 гг. (активный промысел)

В Ивановском водохранилище открытие промышленного лова рыбы приходится на 1940-е гг. [8; 9]. Статистика показывает, что в 1950-е гг. промысловое изъятие составляло от 0,17 (1958 г.) до 0,84 (1952 г.) тыс. т со средним значением в 0,54 тыс. т [3; 4]. Основными видами рыб Ивановского водохранилища являются: лещ *Abramis brama*, судак *Sander lucioperca*, щука *Esox lucius*, плотва *Rutilus rutilus*, окунь пресноводный *Perca fluviatilis* и густера *Blicca bjoerkna*. Наиболее многочисленными среди малоценных недоиспользуемых видов являются: чехонь *Pelecus cultratus*, сом пресноводный *Silurus glanis*, берш *Sander volgensis*, налим *Lota lota*, жерех *Aspius aspius*, карась серебряный *Carassius gibelio*, язь *Leuciscus idus*, тюлька *Clupeonella cultriventris*, уклейка *Alburnus alburnus*, линь *Tinca tinca*, амур белый *Stenopharyngodon idella*, белый толстолобик *Hypophthalmichthys molitrix*, пестрый толстолобик *Hypophthalmichthys nobilis*, краснопёрка *Scardinius erythrophthalmus*, сазан *Cyprinus carpio*.

В 1960-е гг., ввиду введения ряда ограничений на лов рыбы и ухудшения санитарного состояния водохранилища, интенсивность промысла резко упала до 0,35 тыс. т в этот период, изменяясь от 0,19 (1961 г.) до 0,37 (1962 г.) тыс.

тонн. В период 1970-х гг. промысловые уловы на Ивановском водохранилище вернулись к значениям 1950-х гг., составляя от 0,26 до 0,71 тыс. т (среднее значение 0,51 тыс. т). Такое изменение связано не с гидрологическими условиями водоёма, а с введением новых правил рыболовства в Тверской области, которые позволили интенсифицировать промысел путем внедрения тралового лова. В 1980-1990-е гг. на Ивановском водохранилище вылов составлял от 0,2 до 0,29 тыс. т (среднее значение 0,25 тыс. т), что в среднем на 0,25 тыс. т меньше, чем 1950-е и 1970-е годы. Такое ухудшение не связано с условиями обитания, а, вероятно, с недостаточной материально-технической базой и существовавшими Правилами рыболовства [9]. При этом средний уровень воды в период с 1981 по 1998 гг. был выше на 0,27 м, чем в 1951-1980 годы. Такое повышение среднемесячного уровня воды отмечено для всех месяцев. Наиболее заметный рост уровня воды произошел в весенние месяцы (февраль-апрель), что может быть связано с изменениями в режиме таяния снега.

Период с 1999 по 2007 гг. (активный промысел)

В 1999 г. общий объем притока в Ивановское водохранилище составил 10,4 км³, что незначительно ниже среднемноголетних значений (9,84±0,53). Уровень воды в начале года был близок к средним значениям, плавно снижаясь с 123,12 м в январе до 120,5 м к марту, что связано с сезонным регулированием стока. Весеннее половодье привело к значительному подъему. Уже в апреле уровень достиг отметки 123,14 м, а к маю повысился до 124,06 м, превысив НПУ. В течение лета он постепенно снижался, оставаясь, однако, выше НПУ. К ноябрю составил 123,92 метра. В целом 1999 г. характеризовался относительно благоприятным гидрологическим режимом с достаточным объемом притока воды и уровнем воды, превышающим НПУ в течение большей части года. Зимняя сработка была в пределах нормы, не достигая критических для водных биоресурсов значений.

В 2000 г. общий объем притока в Ивановское водохранилище составил 11,4 км³, что незначительно превышает среднемноголетние значения. Год характеризовался достаточно равномерным распределением притока по сезонам, что отразилось на относительно спокойной динамике уровня воды. Уровень воды в начале года был близок к средним значениям, составляя 123,75 м в январе. В этот период происходило плавное снижение, обусловленное сезонным регулированием стока для нужд

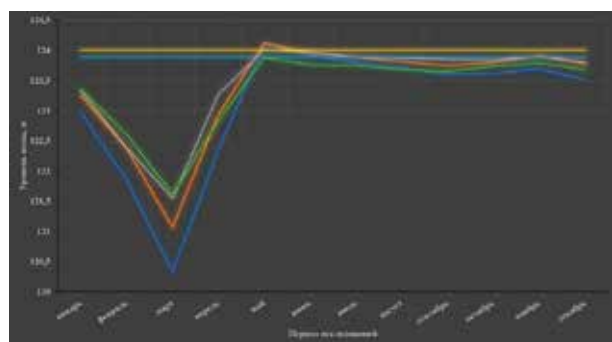


Рисунок 2. Среднемесячные уровни воды Ивановского водохранилища: — 1951-1980 гг., — 1981-1998 гг., — 1999-2010 гг., — 2011-2022 гг., — НПУ с 2021 г., — НПУ

Figure 2. Average monthly water levels of the Ivankovo reservoir: — 1951-1980, — 1981-1998, — 1999-2010, — 2011-2022, — NPU since 2021 g., — NPU

гидроэнергетики и водоснабжения. К концу марта достиг отметки 120,8 метров. Весеннее половодье привело к значительному подъему воды в водохранилище. Уже в апреле уровень достиг отметки 122,81 м, а к маю повысился до 124,0 метров. В течение лета и осени, постепенно снижаясь, оставаясь, однако, выше НПУ. К ноябрю составил 123,97 метра. В 2000 г. отмечен благоприятный гидрологический режим с достаточным объемом притока воды. Уровень воды превышал НПУ в течение большей части года, а зимняя сработка была в пределах нормы, не достигая критических для водных биоресурсов значений.

В 2001 г. общий объем притока в Иваньковское водохранилище составил 9,1 км³, что ниже среднемноголетних значений, но ненамного. Уровень воды в начале года был близок к средним значениям, составляя 123,31 м в январе. Как и в предыдущем году, происходило плавное снижение, вызванное сезонным регулированием стока. К концу марта уровень снизился до 121,19 метра. Весеннее половодье 2001 г. отличалось менее интенсивным характером, по сравнению с предыдущим годом. Несмотря на это, в мае отмечено поднятие до НПУ в 124,0 метра. В течение лета и осени уровень воды плавно снижался, однако не достигал критически низких отметок. В целом, этот период был близок к среднемноголетним значениям. К ноябрю он составил 123,67 метра. В общем 2001 г. характеризовался относительно стабильным гидрологическим режимом. Несмотря на то, что объем притока был несколько ниже нормы, уровень воды в водохранилище поддерживался на достаточно высоком уровне, превышая НПУ в период половодья. Зимняя сработка также не достигла критических значений.

В 2002 г. отмечена пониженная водность – общий объем притока составил всего 6,4 км³, что значительно ниже среднемноголетних значений. Несмотря на это, благодаря особенностям распределения стока, год не стал катастрофическим для водохранилища. Уровень воды в начале года был близок к норме – 122,76 м в январе. В течение зимних месяцев происходило плавное снижение, однако темпы сработки были ниже, чем в предыдущие годы, что было связано с более низким водозабором. К концу марта было снижение до 123,88 метров. Весеннее половодье 2002 г. отличалось достаточно высокой интенсивностью, что нетипично для маловодного года. Благодаря активному притоку воды, в апреле уровень в водохранилище резко поднялся до 124,05 м, значительно превысив НПУ. В мае, оставаясь на высоких отметках, составил 123,92 метра. В летне-осенний период сказывается дефицит



притока, наблюдавшийся в течение года. Уровень воды в водохранилище плавно снижался, опустившись ниже НПУ уже к июлю. К ноябрю достиг отметки 123,64 м. Несмотря на общую маловодность года, благодаря активному весеннему половодью, длительный период уровня воды в водохранилище превышал НПУ. Такое могло положительно сказаться на нересте рыб и развитии кормовой базы. Однако низкий приток в течение остальной части года мог негативно отразиться на экологическом состоянии водохранилища.

В 2003 г. общий объем притока в Иваньковское водохранилище составил 10,1 км³, что близко к среднемноголетним значениям. Зимний период характеризовался достаточно активной сработкой уровня воды – к концу марта он снизился до отметки 120,91 м, что значительно ниже НПУ. Весеннее половодье привело к резкому подъему – уже к маю он почти достиг НПУ, отметки 123,98 метра. В течение лета и осени уровень воды в водохранилище постепенно снижался, однако в целом оставался выше средних многолетних значений. К ноябрю составил 123,9 метра. В общем 2003 г. характеризовался резкими колебаниями уровня воды: значительная зимняя сработка сменялась высоким уровнем воды в весенне-летний период. Такая динамика могла оказать неоднозначное влияние на экосистему водохранилища.

В 2004 г. Иваньковское водохранилище пополнялось очень активно – общий объем притока составил 13,47 км³, что значительно превышает среднемноголетние значения. Зима не продемонстрировала резкой сработки – он плавно снижался, оставаясь выше средних многолетних значений. Уже к началу марта он достиг отметки 122,29 м, а к апрелю поднялся

до 124,0 м, соответствуя НПУ. Весеннее половодье продолжило тенденцию высокой водности, с превышением НПУ, достигнув максимальной отметки в 124,12 м в мае. Лето и осень также прошли без резких колебаний, с плавным снижением, оставаясь выше НПУ. К ноябрю уровень воды составил 123,75 метра. В целом 2004 г. был с очень благоприятными гидрологическими условиями с избыточным количеством воды в течение всего года, что положительно сказалось на состоянии водохранилища и его экосистемы.

В 2005 г. общий объем притока воды в Иваньковское водохранилище составил 11,41 км³, что несколько выше среднееголетних значений. Зимний период характеризовался плавным снижением уровня воды, который оставался выше средних многолетних значений. К марту он достиг отметки 121,31 метра. Весеннее половодье началось активно, и уже к апрелю уровень воды достиг отметки 122,83 метра. Максимальное значение в 124,12 м было зафиксировано в мае, что значительно превышает НПУ. В течение лета и осени уровень воды в водохранилище постепенно снижался, но оставался выше НПУ. К ноябрю составил 124,0 метра. В общем 2005 г. можно охарактеризовать как благоприятный в гидрологическом плане. Водность была выше нормы, уровень воды в водохранилище, в течение большей части года, превышал НПУ, что создавало хорошие условия для экосистемы водохранилища.

В 2006 г. общий объем притока воды в Иваньковское водохранилище составил 9,2 км³, что несколько ниже среднееголетних значений. Зима отличалась плавным снижением уровня воды, который к концу марта опустился до отметки 120,36 м, что значитель-

но ниже НПУ. Весеннее половодье началось активно, и уже в апреле отмечено превышение НПУ. Максимальный уровень в 124,08 м был зафиксирован в мае-июне, после чего началось плавное снижение. Осенью уровень воды оставался в пределах НПУ. В целом 2006 г. был с достаточно резкими колебаниями: значительная зимняя сработка сменялась высоким уровнем в период половодья.

В 2007 г. общий объем притока воды в Иваньковское водохранилище составил 7,81 км³, что заметно ниже среднееголетних значений. Несмотря на это, уровень воды в водохранилище в течение года был стабильным. Зимой наблюдалось плавное снижение, однако он не опускался до критических отметок. Весеннее половодье хоть и не отличалось высокой интенсивностью, позволило достичь отметок, превышающих НПУ. В период с апреля по август значение варьировало в диапазоне от 123,58 до 124,02 м, что выше НПУ. Осенью происходило постепенное снижение, которое к ноябрю достигло отметки 123,87 метра. Несмотря на пониженную водность, 2007 г. отличался относительно стабильным гидрологическим режимом и достаточно высоким уровнем воды в течение всего года, что можно оценить как благоприятный фактор для экосистемы водохранилища.

В Иваньковском водохранилище рыбный промысел был закрыт в 2007 г. [3; 10]. В период с 1999 по 2007 г. среднегодовой вылов варьировал от 0,1 до 0,3 тыс. т (в среднем – 0,17 тыс. т). Такая низкая динамика с минимальными значениями за весь период наблюдения за промыслом была обусловлена, главным образом, сложной экономической и политической ситуацией в стране. Стоит отметить, что также период с 1999 по 2007 гг. характеризовался определенной нестабильностью гидрологического режима Иваньковского водохранилища, что не могло не сказаться на состоянии его экосистемы (рис. 3).

Отмечена четкая сезонность, с характерным для водохранилищ снижением уровня воды зимой и подъемом в период весеннего половодья. В большинстве лет в период половодья отмечено превышение НПУ, что свидетельствует о достаточно активном весеннем притоке.

В отдельные годы (2003, 2006) зафиксированы значительные колебания уровня воды в течение года – от заметной зимней сработки до высоких весенних пиков. Наблюдалась межгодовая изменчивость водности: от 6,4 км³ в маловодном 2002 г. до 13,47 км³ в многоводном 2004 году. В целом, за анализируемый период не прослеживается четкой тенденции к увеличению или уменьшению водности.

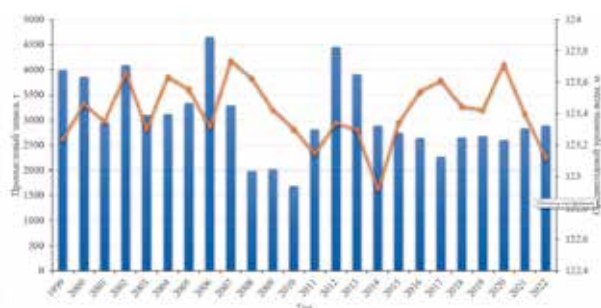


Рисунок 3. Динамика промыслового запаса рыб (т) и среднегодового уровня воды в Иваньковском водохранилище за 1999-2022 годы

Figure 3. Dynamics of commercial fish stock (t) and average annual water level in the Ivankovo reservoir in 1999-2022

Величина зимней сработки варьировала, в зависимости от водности года и режима регулирования стока. В отдельные годы (2003, 2006) она приводила к снижению уровня воды до отметок, близких к критическим для водных биоресурсов (ниже 121,0 м). Отмечена отрицательная корреляция между сработкой и среднегодовым уровнем воды (-0.86), то есть чем больше сработка уровня воды в течение года, тем ниже среднегодовой уровень. Такое логично, так как сильная сработка снижает средний уровень за год. Неожиданно имеется отрицательная корреляция между водностью и промысловым запасом рыб (-0.30), то есть с увеличением водности наблюдается некоторое снижение запасов рыбы. Такая зависимость противоречит ожиданиям и требует более детального анализа с учетом других факторов.

Анализ данных за 1999-2007 гг. показывает следующие возможные зависимости. Наиболее низкие промысловые запасы леща, доминирующего вида, в 2007-2008 гг. могли быть частично обусловлены низкой водностью и значительной зимней сработкой уровня в 2006 г. (до 120,36 м). Лещ – фитофильный вид, и обнажение прибрежной зоны зимой может приводить к гибели малых возрастных групп, обитающих на мелководье, и снижению успешности нереста. Изменения численности рыб не всегда соответствуют гидрологическим изменениям в том же году. Например, многоводный 2004 г. не привел к немедленному росту уловов рыбы. Такое может быть связано с тем, что положительный эффект высокой водности проявился с задержкой в 2-5 лет, когда подросло поколение рыб, родившихся в более благоприятных условиях, что стало отмечаться в сетных уловах.

Высокая водность года не гарантирует высокой численности рыбы в дальнейшем. Важную роль играет уровень воды непосредственно в период нереста каждого вида. Например, 2002 г., несмотря на общую маловодность, характеризовался высоким половодьем, что могло обеспечить благоприятные условия для нереста многих видов рыб.

Период с 2008 по 2022 гг. (запрет промысла)

В 2007 г., по инициативе Правительства Тверской области, Госкомрыболовство приняло решение о запрете промышленного рыболовства в водоемах региона. Данная мера была направлена на сохранение и оптимизацию использования рыбных ресурсов рек, озер и водохранилищ Тверской области. Ожидалось, что запрет коммерческого рыболовства будет способствовать развитию любительского рыболовства и туризма. На момент принятия

решения в регионе действовало 42 рыбопромысловых предприятия [3].

В 2008 г. общий объем притока воды в Иваньковское водохранилище составил 10,7 км³, что близко к среднемноголетним значениям. Зима отличалась плавным снижением уровня, который к концу марта опустился до 122,61 метров. Весеннее половодье началось активно, и уже в апреле отмечено превышение НПУ. Максимальный уровень в 124,15 м был зафиксирован в мае, после чего началось плавное снижение. Осенью было в пределах НПУ. В целом 2008 г. характеризовался типичными для водохранилища сезонными колебаниями уровня воды с достаточно высоким уровнем в период половодья.

Иваньковское водохранилище в 2009 г. пополнялось очень активно, общий объем притока составил 14,31 км³, что значительно превышает среднемноголетние значения. Зима прошла без резкой сработки уровня воды. Весеннее половодье было очень интенсивным, и уровень воды в водохранилище стабильно превышал НПУ с апреля по ноябрь, достигнув максимальной отметки в 124,03 м в мае. Осень также прошла без резких колебаний, плавно снижаясь, оставаясь выше НПУ. В общем 2009 г. был с очень благоприятными гидрологическими условиями, с избыточным количеством воды в течение всего года, что положительно сказалось на состоянии водохранилища и его экосистемы.

В 2010 г. общий объем притока воды в Иваньковское водохранилище составил 10,99 км³, что близко к среднемноголетним значениям. Зимой произошла значительная сработка уровня воды, который к концу марта опустился до отметки 120,61 м, что значительно ниже НПУ. Весеннее половодье началось активно. Максимальный уровень в 123,97 м был зафиксирован в мае, после чего началось плавное снижение. Осенью оставался в пределах НПУ. В 2010 г. отмечались достаточно резкие колебания уровня воды: значительная зимняя сработка сменялась высоким уровнем в период половодья.

Общий объем притока воды в Иваньковское водохранилище в 2011 г. составил 11,12 км³, что несколько выше среднемноголетних значений. Зимой произошла очень значительная сработка уровня воды, который к концу марта опустился до отметки 120,35 м, что значительно ниже НПУ. Весеннее половодье началось очень активно, и уже в апреле отмечено превышение НПУ. Максимальный уровень в 123,97 м был зафиксирован в мае, затем в октябре началось плавное снижение. В общем 2011 г. характеризовался очень резкими колебаниями

уровня воды: рекордно низкий уровень в марте сменялся высоким в период с апреля по октябрь.

В Иваньковское водохранилище общий объем притока воды составил 13,26 км³ в 2012 г., что значительно превышает среднемноголетние значения. Зима прошла без резкой сработки уровня воды, который к концу марта составил 120,79 метров. Весеннее половодье привело к быстрому подъему с превышением НПУ в апреле. Максимальный уровень в 124,01 м был зафиксирован в мае, оставаясь таковым до сентября, а затем началось плавное снижение. В целом 2012 г. был с благоприятным гидрологическим режимом с большим объемом притока воды и продолжительным периодом, когда уровень воды превышал НПУ.

В 2013 г. общий объем притока воды в Иваньковское водохранилище составил 11,4 км³, что незначительно превышает среднемноголетние значения. Зимой произошла значительная сработка уровня воды, который к концу марта опустился до отметки 120,67 метров. Весеннее половодье началось активно, и уже в апреле отмечено превышение НПУ. Максимальное значение в 124,03 м был зафиксировано в мае. Осенью отмечено плавное снижение. В общем 2013 г. характеризовался резкими колебаниями уровня воды: значительная зимняя сработка сменялась высоким уровнем в период с апреля по август.

Общий объем притока воды в Иваньковское водохранилище в 2014 г. составил всего 4,29 км³, что значительно ниже среднемноголетних значений. В результате наблюдался аномально низкий уровень воды в течение всего года. Максимальное значение было зафиксировано в январе на отметке 123,65 м и в дальнейшем только снижалось, не достигнув НПУ даже в период весеннего половодья. Такая ситуация могла негативно сказаться на экосистеме водохранилища.

В 2015 г. продолжилась тенденция предыдущего года – общий объем притока воды составил всего 4,69 км³, что также значительно ниже среднемноголетних значений. Уровень воды в водохранилище в течение всего года оставался аномально низким, не превышая НПУ.

В Иваньковское водохранилище объем притока воды составил 7,71 км³ в 2016 г., что немного выше показателей 2014-2015 гг., но все еще существенно ниже среднемноголетних значений. Уровень воды в течение всего года оставался ниже НПУ, достигнув максимального значения в декабре – 123,92 метра.

В 2017 г. общий объем притока воды в Иваньковское водохранилище составил 13,27 км³, что значительно превышает сред-

немноголетние значения. Зима отличалась плавным снижением уровня воды, который к концу марта опустился до отметки 121,99 метра. Весеннее половодье началось активно. Максимальное значение в 123,99 м было зафиксировано в мае, после чего началось плавное снижение. С июня по ноябрь уровень воды оставался в пределах НПУ. В целом 2017 г. можно охарактеризовать как многоводный с благоприятным гидрологическим режимом, когда уровень воды в водохранилище в течение большей части года превышал НПУ.

Объем притока воды в Иваньковское водохранилище составил 8,08 км³ в 2018 г., что ниже среднемноголетних значений. Зимой уровень воды плавно снижался, достигнув минимума в марте – 122,58 метра. Весеннее половодье хоть и привело к подъему, однако не было достигнуто значений, значительно превышающих НПУ. Максимальный уровень в 124,04 м был зафиксирован в мае. В течение лета и осени отмечено плавное снижение, оставаясь в пределах НПУ. В общем 2018 г. был с недостаточной водностью, хотя серьезного дефицита воды в водохранилище не наблюдалось.

В 2019 г. Иваньковское водохранилище столкнулось с дефицитом воды – общий объем притока составил всего 7,47 км³, что значительно ниже среднемноголетних значений. Зимой уровень воды плавно снижался, достигнув минимума в марте – 121,17 метра. Весеннее половодье было слабым, с максимумом в 124,04 м в мае. В течение лета и осени уровень воды плавно снижался, и большую часть этого периода он находился ниже НПУ. В целом 2019 г. можно охарактеризовать как маловодный, с критически низкими отметками.

Иваньковское водохранилище в 2020 г. характеризовалось высокой водностью – общий объем притока составил 11,42 км³, что существенно превышает среднемноголетние значения. Зимой уровень воды плавно снижался с 123,55 м в январе до 121,41 м к концу марта. Весеннее половодье отличалось высокой интенсивностью, что привело к быстрому наполнению водохранилища. Уже в начале апреля уровень воды достиг НПУ и продолжал расти. В течение лета и осени отмечено плавное снижение, оставаясь, однако, выше среднемноголетних значений. К концу ноября уровень достиг отметки 123,67 метра. По результатам 2020 г. отличался благоприятным гидрологическим режимом с ранним наполнением водохранилища весной и поддержанием уровня воды выше НПУ в течение длительного периода.

В 2021 г. общий объем притока воды в Иваньковское водохранилище составил 9,28 км³, что несколько ниже среднемноголет-

них значений. Зима отличалась плавным снижением уровня воды до отметки 121,47 м в марте. Весеннее половодье привело к подъему выше НПУ в апреле. В течение лета и осени уровень воды плавно снижался, оставаясь в пределах НПУ. В общем 2021 г. можно охарактеризовать как год с недостаточной, но не критической водностью.

Общий объем притока воды в Иваньковское водохранилище составил 8,913 км³ в 2022 г., что на 11% ниже среднееголетних значений. Начался год с пониженного притока, что, в сочетании с регулированием стока для нужд гидроэнергетики и водоснабжения, привело к значительной зимней сработке уровня воды. К концу марта уровень воды был значительно ниже НПУ. Весна 2022 г. отличалась высокой водностью, объем притока в период весеннего половодья превысил норму. Благодаря активному половодью, уровень воды в водохранилище быстро поднялся и достиг НПУ. В летний и осенний периоды объемы притока воды были существенно ниже нормы, что привело к постепенному снижению уровня воды в водохранилище. По результатам, 2022 г. был как маловодный, с неравномерным распределением притока и риском для водных биоресурсов из-за низкого уровня воды в начале года.

Прослеживается тенденция к снижению запасов большинства видов рыб в начале 2000-х гг., с последующей стабилизацией и некоторым восстановлением к настоящему времени. Основной промысловый вид – лещ.

Его запасы сократились в начале 2000-х гг., но в последние годы наблюдается их стабилизация на уровне 2200-2400 тонн. Запасы судака и щуки находятся на низком уровне и практически не меняются. Запасы плотвы, окуня, густеры снизились в начале 2000-х, но к настоящему времени демонстрируют относительную стабильность. Отмечается появление, в рамках искусственного воспроизводства, и увеличение численности новых видов рыб: белый амур, толстолобики, сазан.

В период с 2008 по 2022 гг. после закрытия промысла, отмечается общая тенденция к снижению водности Иваньковского водохранилища. С 2014 по 2016 гг. зафиксированы особенно низкие значения, хотя в последующие годы наблюдалось некоторое восстановление. В последние годы зафиксирована тенденция к уменьшению максимальной сработки уровня воды в течение года. Такое может быть связано с изменением режима регулирования уровня водохранилища, с целью минимизации негативного влияния на экосистему. Среднегодовой уровень воды в целом остается относительно стабильным, несмотря на колебания водности и сработки. Критически важным для успешного нереста большинства видов рыб является уровень воды в мае-июне. Низкий уровень и резкие суточные колебания в этот период могут приводить к гибели икры и снижению численности потомства, независимо от общей водности года. В многоводные годы (2009, 2012, 2017, 2020) уровень воды в водохрани-



лище, как правило, превышает НПУ в течение длительного периода, что создает благоприятные условия для нереста и нагула рыб. Однако такое не всегда приводит к непосредственному увеличению запасов, так как реакция экосистемы может быть отсроченной. Отмечена отрицательная корреляция между сработкой и среднегодовым уровнем воды ($-0,44$) в данный период. Зависимость стала в два раза меньше, чем в 1997-2007 годах. Зафиксирована положительная корреляция между сработкой и промысловым запасом рыб ($0,32$), то есть с уменьшением сработки наблюдается увеличение запасов рыбы. Снижение максимальной сработки в последние годы может быть благоприятным фактором для некоторых видов.

В целом, за рассматриваемый период, среднегодовой уровень воды в Иваньковском водохранилище незначительно увеличился, а вылов рыбы уменьшился. Самый низкий уровень воды наблюдался в 1951-1980 гг. (123,12 м), самый высокий – в 1999-2010 гг. (123,47 м).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Состояние Иваньковского водохранилища характеризуется как относительно стабильное по уровню воды, но с высокой межгодовой изменчивостью водности. По результатам исследований, отмечена относительная стабильность среднегодового уровня водохранилища за рассматриваемый период (122,92-123,72 м). Колебания уровня воды, особенно в период нереста, могут негативно сказываться на воспроизводстве рыб. Однако заметны межгодовые колебания, связанные с количеством выпавших осадков и режимом работы водохранилища. Выражена сезонность в уровне воды, с максимумом в мае-июне (период половодья) и минимумом в марте-апреле. Заметны значительные колебания максимальной сработки уровня воды (1,71-4,47 м), что может быть связано с изменением режима работы водохранилища, потребностями водопотребления и судоходства. Снижение максимальной сработки в последние годы может быть благоприятным фактором для некоторых видов. Водность водохранилища характеризуется высокой межгодовой изменчивостью ($4,292-14,311 \text{ км}^3$). Четко выраженных трендов к увеличению или уменьшению водности за весь период не наблюдается. Однако можно отметить снижение водности в 2014-2015 гг. и последующее ее восстановление. Высокая водность обычно способствует увеличению кормовой базы и улучшению условий для размножения рыб.

Анализ сезонной динамики показывает, что зима характеризуется плавным снижением уровня воды, регулируемым потребностями гидроэнергетики и водоснабжения. Весной отмечается резкий подъем уровня за счет весеннего половодья, с последующим наполнением водохранилища до НПУ. Сроки наполнения варьируются в зависимости от объема притока: от середины марта (2020 г.) до середины мая (2019 г.). Уровень воды летом и осенью поддерживается близко к НПУ с незначительными колебаниями, обусловленными погодными условиями и водоотведением. По межгодовой динамике зафиксировано чередование многоводных (1998, 2001, 2004, 2009, 2011, 2013, 2017, 2020) и маловодных (1999, 2000, 2002, 2003, 2005-2008, 2010, 2012, 2014-2016, 2018, 2019, 2021, 2022) лет, что влияет на сроки наполнения водохранилища и величину весеннего половодья. Ежегодно происходит сработка уровня до минимальных отметок (от 120,34 м до 123,18 м), что в некоторые годы (2019, 2020, 2022) приближается к критическим для водных биоресурсов значениям (121,00 м).

В период нереста (май-июнь) суточные колебания уровня нередко превышают рекомендуемые 5 см, что может негативно сказываться на эффективности нереста рыб, особенно ранненерестующих видов.

Прослеживается тенденция к снижению запасов большинства видов рыб в начале 2000-х гг., с последующей стабилизацией и некоторым восстановлением к настоящему времени. Основной промысловый вид – лещ. Его запасы сократились в начале 2000-х гг., но в последние годы наблюдается их стабилизация на уровне 2200-2400 тонн. Запасы судака и щуки находятся на низком уровне и практически не меняются. Запасы плотвы, окуня, густеры снизились в начале 2000-х, но к настоящему времени демонстрируют относительную стабильность. Отмечается появление, в рамках искусственного воспроизводства, и увеличение численности новых видов рыб: белый амур, толстолобик, сазан.

Режим регулирования уровня воды в Иваньковском водохранилище носит выраженный антропогенный характер, подчиняясь потребностям гидроэнергетики и водоснабжения. Чередование многоводных и маловодных лет, а также ежегодная сработка уровня создают нестабильные условия для водных экосистем. Критически низкие уровни воды и значительные суточные колебания в период нереста могут наносить ущерб популяциям рыб.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов:

А.И. Никитенко – идея статьи, подготовка статьи; **Д.В. Горячев** – сбор и анализ данных, идея статьи; **Д.В. Артеменков** – анализ данных, подготовка статьи; **И.А. Жернаков** – подготовка иллюстративного материала; **А.А. Смирнов** – подготовка статьи и ее окончательная проверка.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors:

A.I. Nikitenko – idea of the article, preparation of the article; **D.V. Goryachev** – collection and analysis of data, idea of the article; **D.V. Artemenkov** – data analysis, preparation of the article; **I.A. Zhernakov** – preparation of illustrative material; **A.A. Smirnov** – preparation of the article and its final verification.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Атлас пресноводных рыб России: в двух томах. / Под ред. Ю.С. Решетникова. М.: Наука. 2002. Т. 2. 251 с.
2. Бурдин Е.А. Проблемы создания Иваньковского водохранилища (1993-1997 гг.) // Вестник УлГТУ, 2011. № 3(55). С. 21-24.
3. Горячев Д.В., Никитенко А.И., Гвоздарев Д.А., Смирнов А.А., Строганов А.Н., Кудинов М.Ю., Базаров М.И., Соломатин Ю.И. Промысел на водоемах Тверской области: историческая ретроспектива и современность // Вопросы рыболовства. 2024. Т. 25. №2. С. 75-88. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2024-25-2-75-88>
4. Горячев Д.В., Никитенко А.И., Кудинов М.Ю., Гвоздарев Д.А. Современное состояние водных биоресурсов Тверской области, перспективы и развитие промышленного // М.: Изд-во ВНИРО. 2023. С. 115-119.
5. Гречушников М.Г., Ломова Д.В., Ломов В.А., Кременецкая Е.Р., Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Федорова Л.П. Пространственно-временные различия гидроэкологических характеристик Иваньковского водохранилища в годы с различными погодными условиями // Водные ресурсы. 2023. Т. 50. №1. С. 81-89. <https://doi.org/10.31857/S0321059623010078>
6. Денисов Л.И., Мейснер Е.В. Иваньковское водохранилище // Изв. ГосНИОРХ. 1961. Т. 50. С. 10-30.
7. Кушнаренко А.И., Лугарев Е.С. Оценка численности рыб по уловам пассивными орудиями // Вопросы ихтиологии. 1983. Т. 23. № 6. С. 921-926.
8. Лузанская Д.И., Савина Н.О. Рыбохозяйственный водный фонд и уловы рыбы во внутренних водоемах СССР // Москва. ВНИОРХ. 1956. 256 с.
9. Никаноров Ю.И. Состояние и использование запасов рыб водохранилищ комплексного назначения в условиях экспериментального режима рыболовства // Л.: ГосНИОРХ. 1989. С. 9-18.
10. Никитенко А.И., Горячев Д.В., Жарикова В.Ю., Смирнов А.А., Гвоздарев Д.А., Базаров М.И., Соломатин Ю.И. Динамика запасов и биологические показатели основных промысловых видов рыб Иваньковского водохранилища за период 1998–2021 гг., их освоение // Вопросы рыболовства. 2023. Т. 24. № 3. С. 172-194. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2023-24-3-172-194>
11. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищевая промышленность. 1966. 376 с.
12. Трещёв А.И. Интенсивность рыболовства. – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983. 236 с.
13. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: АН СССР. 1959. 164 с.

LITERATURE AND SOURCES

1. Atlas of freshwater fishes of Russia: in two volumes. / Edited by Y.S. Reshetnikov. Moscow: Nauka. 2002. Vol. 2. 251 p. (In Russ.)
2. Burdin E.A. (2011). Problems of creating the Ivankovo reservoir (1993-1997) // Bulletin of UlSTU. No. 3(55). Pp. 21-24. (In Russ.)
3. Goryachev D.V., Nikitenko A.I., Gvozdarev D.A., Smirnov A.A., Stroganov A.N., Kudinov M.Yu., Bazarov M.I., Solomatin Yu.I. (2024). Fishing in the reservoirs of the Tver region: a historical retrospective and modernity // Questions of fisheries. Vol. 25. No. 2. Pp. 75-88. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2024-25-2-75-88> (In Russ.)
4. Goryachev D.V., Nikitenko A.I., Kudinov M.Yu., Gvozdarev D.A. (2023). The current state of aquatic biore-sources in the Tver region, prospects and industrial development // Moscow: VNIRO Publishing House. Pp. 115-119. (In Russ.)
5. Grechushnikova M.G., Lomova D.V., Lomov V.A., Kremenetskaya E.R., Grigorieva I.L., Komissarov A.B., Fedorova L.P. (2023). Spatiotemporal differences in the hydroecological characteristics of the Ivankovo reservoir in years with different weather conditions // Water Resources. Vol. 50. No. 1. Pp. 81-89. <https://doi.org/10.31857/S0321059623010078>
6. Denisov L.I., Meisner E.V. (1961). Ivankovskoe reservoir // Izv. GosNIORKh. Vol. 50. Pp. 10-30.
7. Kushnarenko A.I., Lugarev E.S. (1983). Estimation of fish abundance by catches with passive implements // Questions of ichthyology. Vol. 23. No. 6. Pp. 921-926. (In Russ.)
8. Luzanskaya D.I., Savina N.O. (1956). The fishery water fund and fish catches in inland reservoirs of the USSR // Moscow. VNIORKH. 256 p. (In Russ.)
9. Nikanorov Yu.I. (1989). The state and use of fish stocks of reservoirs for complex purposes in the conditions of an experimental fishing regime // L.: GosNIORKh. Pp. 9-18. (In Russ.)
10. Nikitenko A.I., Goryachev D.V., Zharikova V.Yu., Smirnov A.A., Gvozdarev D.A., Bazarov M.I., Solomatin Yu.I. (2023). Stock dynamics and biological indicators of the main commercial fish species of the Ivankovo reservoir for the period 1998-2021, their development // Questions of fisheries. Vol. 24. No. 3. Pp. 172-194. <https://doi.org/10.36038/0234-2774-2023-24-3-172-194> (In Russ.)
11. Pravdin I.F. (1966). Guide to the study of fish. Moscow: Food industry. 376 p. (In Russ.)
12. Treshchev A.I. (1983). Fishing intensity. Moscow: Light and food industry. 236 p. (In Russ.)
13. Chugunova N.I. (1959). Guidelines for studying the age and growth of fish. Moscow: USSR Academy of Sciences. 164 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 24.04.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025



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

Часть 2. Морфометрический полиморфизм енисейского осетра

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-104-115>
EDN: VMDBBN

Научная статья УДК 577.472

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

Кириченко Ольга Ивановна – старший научный сотрудник, ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства», Алматы, Республика Казахстан
E-mail: kirichenko56@yandex.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

Адреса:

1. Институт землеустройства, кадастров и природообустройства ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет» – Россия, 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 70
2. ТОО «Научно-производственный центр рыбного хозяйства» – Республика Казахстан, 050016, г. Алматы, пр. Суюнбая, 89 «А»

Аннотация. Приведены фазовые 3D портреты динамики енисейского осетра и показана их связь с волнами Кондратьева. Рассмотрены морфометрические особенности – пропорции головы и типы окраски. Приведено фото челбаша. Построены зависимости пропорции рыла от длины и возраста для амурского, обского и енисейского осетров. Дана оценка доли осетров экстремальных размеров. Приведена таблица Пеннета для енисейского осетра.

Ключевые слова: амурский, обской, иртышский и енисейский осетр, челбаш, фазовые 3D портреты динамики енисейского осетра, Волны Кондратьева, морфометрический полиморфизм, зависимости пропорции рыла от длины и возраста, биаллельные локусы, веса, окраски, пропорции рыла, демографическая таблица енисейского осетра, число потомков на особь R_0 , время генерации T_{gen} , экспоненциальная скорость роста r , мультипликативная скорость роста λ , матрица функций приспособленностей системы Костицина

Для цитирования: Гайденок Н.Д., Кириченко О.И., Пережидин А.И. Демография, таксономия, генетика модели енисейского осетра – 20 лет спустя. Часть 2. Морфометрический полиморфизм енисейского осетра // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 104–115. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-104-115>

DEMOGRAPHY, TAXONOMY, GENETICS MODEL OF THE YENISEI STURGEON – 20 YEARS LATER. PART 2. MORPHOMETRIC POLYMORPHISM

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

Olga I. Kirichenko – Senior Researcher, Scientific and Production Center of Fisheries LLP, Almaty, Republic of Kazakhstan

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

Addresses:

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

2. Scientific and Production Center of Fisheries LLP – Republic of Kazakhstan, 050016, Almaty, «A» Suyunbai Ave., 89

Annotation. 3D phase portraits of the dynamics of the Yenisei sturgeon are presented and their connection with Kondratiev Waves is shown. Morphometric features are considered – the proportions of the heads and the types of coloring. The photo of Chelbash is given. The dependence of the proportion of the snout on the length and age for Amur, Ob and Yenisei sturgeons is constructed. An estimate of the proportion of sturgeons of extreme size is given. The Pennet table for the Yenisei sturgeon is given, matrix of fitness functions of the Costicin system λ .

Keywords: Amur, Ob, Irtysh and Yenisei sturgeon, chelbash, 3D phase portraits of the dynamics of the Yenisei sturgeon, Kondratiev waves, morphometric polymorphism, dependence of the proportion of the snout depending on length and age, parallel loci, weights, coloration, proportions of the snout, demographic table of the Yenisei sturgeon, number of descendants per individual R_o , generation time T_{gen} , exponential growth rate r , multiplicative growth rate

For citation: Gaidenok N.D., Kirichenko O.I., Perezhidin A.I. (2025). Demography, taxonomy, genetics model of the Yenisei sturgeon – 20 years later. Part 2. Morphometric polymorphism // Fisheries. No. 3. Pp. 104–115. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-2-104-115>

Таблицы и рисунки составлены автором / The tables and drawings are compiled by the author

ВВЕДЕНИЕ

Данная работа является продолжением исследования ЕО начатого в [4], где показано массовое появление недоминантного фенотипа «Рекорды» (табл. 1 и рис. 5, рис. 10), которое полностью соответствует ситуации, рассмотренной в работе [3], когда по результатам наблюдений и математического моделирования генетической структуры популяционно-континуума енисейского муксуна стал бесспорным факт восстановления численности популяции, если не до уровня ёмкости среды, то, как минимум, крайне близкого приближения к ней, в случае появления носителей рецессивной гомозиготы на Верхних Нерестилищах в конце 1970-начале 1980-х годов.

В случае математического моделирования популяционного континуума ЕО, когда вос-

становливалась динамика его ядра – полупроходного осетра, представляющего доминантную гетерозиготу Аа (рис. 2.б), также имеем подобный результат восстановления в виде аналогичного характера выхода на ёмкость среды или приближения к ней по биомассе «Рекордов» в конце 2000-х гг. и общей биомассы континуума в конце 1980-х – начале 1990-х гг. (рис. 12). Причем, как это легко заметить, биомасса «Рекордов» в общем случае, пусть и с некоторой задержкой, пропорциональна общей биомассе – $R = 0,691$.

Положение, в котором сейчас находится популяционный континуум ЕО и на сколько хватило ему ресурса восстановления, более чем конкретно показано на рисунке 6 [4] и на 3D иллюстрациях, где отражена динамика общей биомассы (Biom) и вылова (Cap) (рис. 13.А)

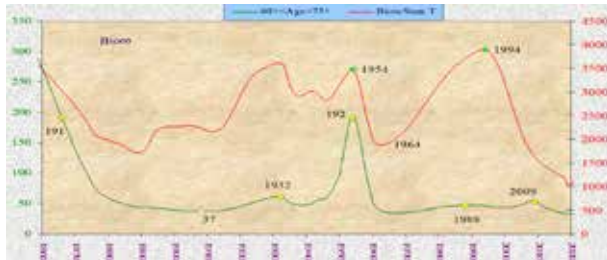


Рисунок 12. Динамика биомассы «Рекордов» и общей биомассы ЕО
Figure 12. Dynamics of the biomass of the «Records» and the total biomass of the EO

и фазовый 3D портрет (половозрелые – Adl, неполовозрелые – Sub, вылов Cap) (рис. 13.Б). Соответствие фаз динамики цикла фазового 3D портрета отмечено одинаковыми символами.

При анализе особенностей промысла ЕО, несмотря на охранительные исследования в том или ином виде подобных «Замена капроновых сетей монофильными – реальная мера по сокращению прилова молоди осетра», легко заметить следующую тактику после 1920 г.: ряд резких подъемов объемов вылова именно неполовозрелого ЕО и следующие за ними запреты на несколько десятилетий (табл. 1).

Это полная аналогия функционирования Переложной системы земледелия, где «Срок использования «отдохнувшей» земли (залежи) составлял 3-5 лет. Время восстановления залежи в идеальном варианте – до 25 лет» [1]. Действительно, здесь совпадает все вплоть до периода эксплуатации участка, только за исключением одного ключевого отличия – отсутствия возможности перехода на другой участок из числа задействованных в системе.

Именно как раз такого перехода промысел ЕО себе позволить не может – нет запасного участка для перехода и оставалось всегда только одно – вводить запрет (рис. 14). Получается, что за столетний период 1924-2024 общий срок запретов был 60 лет или «Золотая Пропорция».

Здесь необходимо сделать пояснение: реально действовали и притом частично всегда был вылов в ~ 40 т [12], только первые два запрета, ибо, начиная с развала СССР, произошел безудержный рост потребительского лова, вызванный сначала безработицей, а затем перешедший в конкретный бизнес в виде НОО – «незаконный оборот осетра».

Последние факты свидетельствуют об откровенно стохастическом управлении промыслом методом «до падения максимума промыслия», без учета демографических параметров (табл. 2) популяционного континуума ЕО, и система «ЕО – Промысел» реально относится, с позиций теории управления, к типам «ненаблюдаемых» и «неуправляемых»

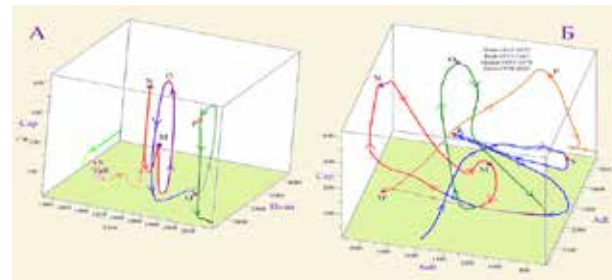


Рисунок 13. А – Неустойчивый 3D фокус; Б – фазовый 3D портрет
Figure 13. A – Unstable 3D focus; B – phase 3D portrait

Таблица 1. Годы запрета на вылов Енисейского осетра /
Table 1. The years of the ban on catching Yenisei sturgeon

No	Годы
1	1947-1953
2	1971-1991
3	1998-настоящее время

Таблица 2. Демографические параметры Енисейского осетра /
Table 2. Demographic parameters of the Yenisei sturgeon

Число потомков на особь	R_o	443,7
Время генерации	T_{gen}	47,65
Экспоненциальная скорость роста ~ P_s	r	0.1279
Мультипликативная скорость роста ~ $1 + P_s$	l	1.1365

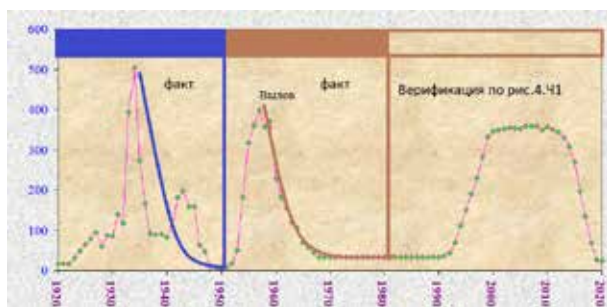


Рисунок 14. Циклы промвоздействия на ЕО

Figure 14. Cycles of industrial action on ITS

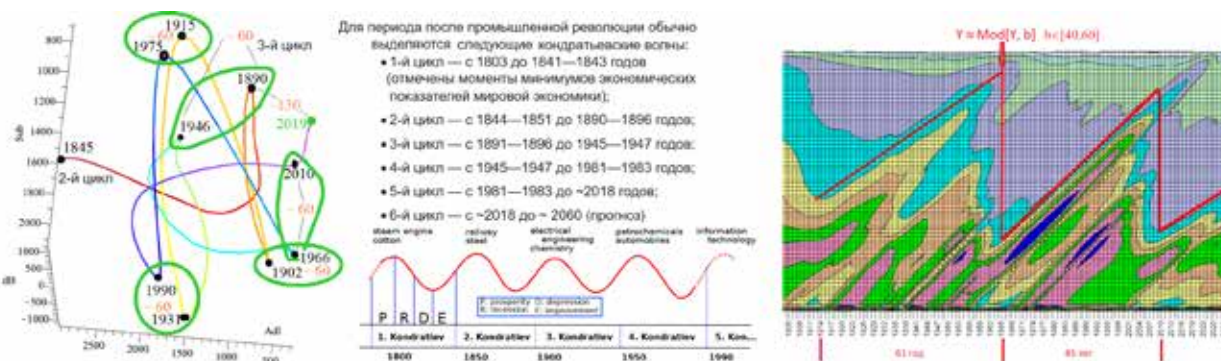


Рисунок 15. 3D портрет ЕО в координатах Adl, Sub, dB, связь с циклами Волн Кондратьева и проекция динамики когорт Енисейского осетра

Figure 15. 3D portrait of HIM in coordinates D, Sub, dB, connection with Kondratiev wave cycles and projection of dynamics of cohorts of Yenisei sturgeon

и такой «козырь», как «Самоорганизация», ассоциирующей с рыночной экономикой, и в ряде случаев играющий положительную роль, здесь пока не работает.

Однако в отмеченных неперiodических колебаниях, представляющих последний этап перехода от детерминизма к полной стохастике, уже не детерминизма, но еще и не стохастика, есть весьма любопытные моменты, отражающие сложную зависимость динамики между переменными: половозрелые – Adl, неполовозрелые – Sub и скорость изменения общей биомассы dB в виде 3D фазового портрета (рис. 15). Здесь разность дат в вершинах петель (экстремумы фазовой кривой) – «овалы», отражающие поворотные моменты динамики указанными переменными, составляют 40-60 лет при среднем возрасте 50 лет. Что, в свою очередь в первом приближении соответствует периоду Волны Кондратьева (рис. 14) и указывает как на связь с экономикой – экономическое развитие требует обеспечения питанием, так и на некоторый резонанс между временем генерации

48 лет (табл. 2) и длиной Волны. Здесь есть также удвоенный цикл – 130 лет.

Продолжим анализ особенностей динамики возрастного распределения биомассы ЕО в процессе вычислительного эксперимента на основе математической модели, на основе ранее используемой модели (2014), дополненной рядом зависимостей. Вычислительный эксперимент необходим для детерминации неизвестного потребительского лова на период после 1990 года. В число зависимостей входит зависимость падения эффективности промизъятия от возраста особи и, классическая в рыбо-

водстве, зависимость эффективности выклева личинки от возраста самки, которая в нашем случае означает следующие факты (рис. 16):

- самка ЕО, показанная на рисунке 10 (рис. 4 ч.1), будет иметь 80 стерильных икринок из 100;



Рисунок 16. Зависимость эффективности выклева личинки от возраста самки

Figure 16. The dependence of the larval hatching efficiency on the age of the female

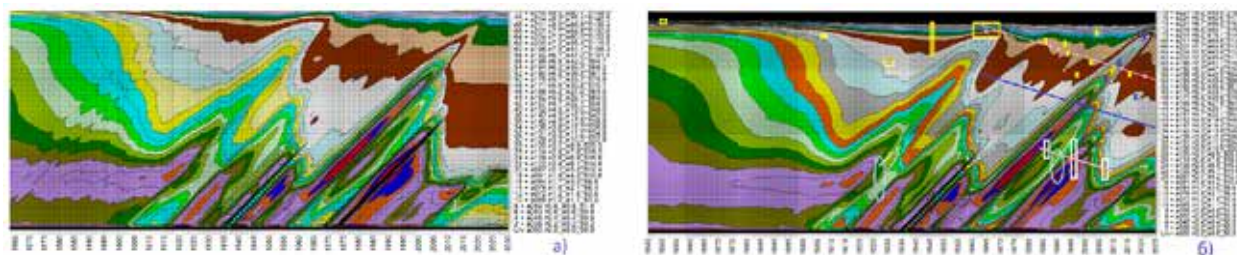


Рисунок 17. Динамика возрастного распределения *Lg* биомассы Енисейского осетра с локализацией рекордных весов. Обозначения: xx+ – возраст; ahxx – длина абсолютная, см; lxxx – вес ленского осетра; exxx – вес Енисейского осетра; bxxxx – вес байкальского осетра

Figure 17. The dynamics of the age distribution of *Lg* biomass of the Yenisei sturgeon from the locations of record weights. Designations: xx+ – age; ahxx – absolute length, cm; lxxx – weight of Lena sturgeon; exxx – weight of Yenisei sturgeon; bxxxx – weight of Baikal sturgeon



Рисунок 18. Динамика падения веса рекордных экземпляров Енисейского осетра. Значимость $R = 3,46$

Figure 18. Dynamics of weight loss of record specimens of Yenisei sturgeon. The significance of R is 3.46

- максимум выклева личинки – в среднем 10 стерильных икринок из 100 (85-95% от потенциального количества) имеют самки 3-4 генерации;
- самки первой и малой части 2 генерации дают выклев 65-80 икринок из 100.

В качестве критериев верификации используем опросные данные рыбаков, говорящие об увеличении в уловах ЕО молоди, падении старшевозрастных особей после 2015 г. и сокращении числа осетров после 2016 г. со свежими ранами от самоловов.

Последний факт амбивалентен, ибо с одной стороны он несомненно говорит об уменьшении использования неселективного орудия лова, но с другой, учитывая упомянутое в [4] «перепрофилирование» потребительского лова с осетрины на икру (рис. 7) [4], здесь невозможно отрицать повышение доли использования селективных орудий лова (ставные и плавные сети).

Кроме того, используем вес осетров, восстановленный по фотографиям, представленным в открытом доступе на сайте ОСП «Белоярский рыболовный завод» [22], которые

несомненно дополняют список «Рекордов» за 2015-2021 годы.

Прежде чем переходить к результатам моделирования необходимо напомнить алгоритм восстановления динамики биомассы ЕО, который представляет процесс принятия решений в условиях неопределенности на основе критерия Вальда (критерий гарантированного результата) – выбор максимального варианта из ряда минимальных значений и относится к области игр с природой. Самый основной критерий – популяция должна держать известный вылов без учета прочих критериев или условий. Находим самую минимальную биомассу на этом шаге. Затем генерируем варианты, последовательно исследуя список по всем имеющимся условиям: повышается биомасса – оставляем вариант; нет – пропускаем. Здесь необходимо, в силу случая «и», применять каждый последующий критерий к полученному новому максимуму и выбирать максимальное значение, которое уже «держит» все условия. Т.е. популяция держит все условия. Полученный итоговый максимум принять за искомое решение.

Итак, в результате проведения вычислительного эксперимента, на основе вышеуказанных сведений, была получена динамика возрастного распределения *Lg* биомассы ЕО (рис. 17), которая представляет вариант динамики биомассы ЕО «выдерживающей» логическую комбинацию трех условий – минимальной биомассы (рис. 17а), увеличения в уловах ЕО молоди, падении старшевозрастных особей после 2015 г., сокращении числа осетров после 2016 г. со свежими ранами от самоловов (падение потребительского лова) и «выдерживании», пожалуй, единственно известного вылова ЕО на искус-

ственное восстановление – в районе деревни Сумароково, которая находится в Борском сельсовете Туруханского района Красноярского края, ниже устья Подкаменной Тунгуски. На основании источников величина данного вылова, с учетом отбраковки экземпляров (неполовозрелые) лежит в пределах от 1 до 2 тонн. Несмотря на виртуальный характер вылова (в последнее время происходит возврат особей в реку), их тем не менее надо выловить. Проверочным шагом здесь является оценка «потенциального» вылова на станке Сумароково, по данным Ю.В. Михалева [12], о вылове нерестового стада в реке в период второго запрета и числа станков по данным Кытманова. Величина для периода 1960-х годов, который в наибольшей степени соответствует периоду после 2010 г., составляет ~ 40 т (17 станков или от 2 до 3 т) в год в основном половозрелых особей. Что полностью сопоставимо с долей нерестового стада от общего объема, которое приходится на Сумароково, и с реально-виртуальным выловом на искусственное восстановление ЕО, который в настоящее время запрещен и производится отлов только двух особей для ремонтно-маточного стада на ОСП «Белоярский рыбобродный завод» [22].

Обсудим критерий «увеличения в уловах ЕО молоди, падении старшевозрастных особей после 2015 г.». Он далеко не однозначен – здесь возможны 3 варианта: исчезновение старшевозрастных, при сохранении числа молоди (рис. 17а); сохранении числа старшевозрастных и увеличение молоди; комбинация предыдущих вариантов. В настоящей работе используется третий вариант (рис. 17б).

На рисунке 17б., помимо уже упомянутой в [4] локализации записей рекордных весов на «подошвах» когорт, приведены три тренда:

1. Рекордных весов – уравнении регрессии при абсолютной значимости $R = 3.46$ (рис. 18), говорящей о падении рекордных весов ЕО со скоростью ~ 0,5 кг/год – верхняя красная линия. Что, в свою очередь полностью подтверждается опросными данными рыбаков, говорящих об увеличении в уловах ЕО молоди, падении старшевозрастных особей после 2015 года;

2. Абсолютной длины, практически параллельной тренду рекордного веса – нижняя красная линия;

3. Рекордных весов в байкальской шкале – средняя синяя линия. Данный тренд показан с целью иллюстрации факта, что максимальные веса ЕО могут нести потомки байкальских осетров, попавших в Енисей в период Мегацунами 12000 и 128000 лет назад [2]. Об этом

более подробно будет сказано, как ниже, так и в третьей части работы.

Аппроксимация трендов влево говорит об устойчивом падении рекордных весов ЕО с середины 1930 годов. Далее, на рисунке 17. голубыми овалами показаны «провалы» биомассы ЕО, вызванные переловом. О первом говорит А.В. Подлесный [14; 15], а о втором – Г.И. Рубан [17].

Белые прямоугольники на рисунке 17б. показывают динамику падения длины ЕО [6], что также подтверждает увеличение доли молоди ЕО в популяции.

Изучив особенности динамики ЕО, вернемся к исследованию генетических аспектов, а именно – экспериментальной оценке доли «Рекордов». Здесь реальными данными, позволяющими получить количественные значения, являются, уже упомянутые в части 1 работы [4], наблюдения В.А. Заделенова, Ю.В. Михалева и М.А. Тюльпанова [20]. Хотя специального учета здесь не происходило, зато имеются сведения по общему количеству отловленных особей и случаям регистрации в этом количестве «Рекордов».

Колеблясь год от года на протяжении 35 лет общее количество отловленных половозрелых особей от 20+ вокруг значения 500, определяло, в период развития последней когорты ЕО за 1957-2010 гг., наличие, с периодикой близкой к кратности генерации ЕО 4-5 лет, по одной особи «Рекордов», являющейся тупорылой самкой серой окраски, весом 70-90 кг и длиной 190-210 см (рис. 5, рис. 10) [4].

Конечно, здесь встает вопрос об уловистости сети, который неизвестен в подавляющих случаях на практике и поэтому нивелируется признанием его равным для всех возрастных классов, в соответствии с принципом недостаточного основания Лапласа теории принятия решений в условиях неопределенности.

Итак, оценка доли «Рекордов». В соответствии с возрастным распределением смертно-

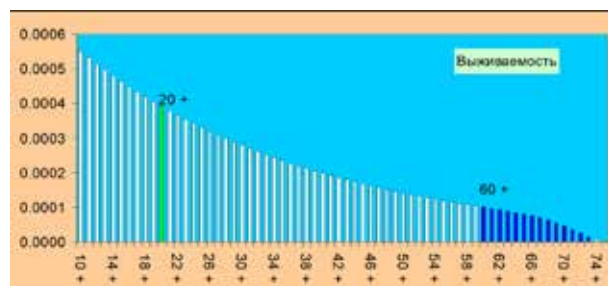


Рисунок 19. Выживаемость Енисейского осетра
Figure 19. Survival rate of the Yenisei sturgeon

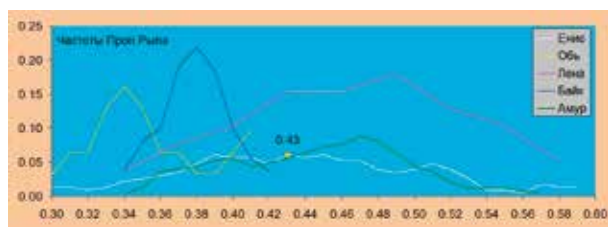


Рисунок 23. Частоты пропорции рыла
Figure 23. Wing proportion frequencies



Рисунок 24. Амурский, енисейский, байкальский осетр
Figure 24. Amur, Yenisei, Baikal sturgeon

– «среди особей амурского никогда не бывает таких тупорылых ... Возможно дальнейшие исследования покажут, что амурский осетр является лишь подвидом сибирского»; морской байкальский осетр [5] вполне вероятно более близок к амурскому;

2. «Спина серовато-желтая, коричневая или почти черная. Брюхо и бока ниже бокового ряда жучек светлые. Спинной и верхняя часть, а иногда и весь хвостовой плавник цвета спины; грудные, брюшные и анальный – светлые» (рис. 24).

В отношении окраски имеется более широкая гамма, которая также ограничена крайними вариантами – светлый и темный (рис. 25). Содержимое данного рисунка несет в себе ответ тем исследователям, которые считают окраску нерепрезентативным признаком. Рассматриваемые варианты окраски ЕО взяты из одного и того же видео [21], снятого Росгвардией в районе Игарки, и их уже нельзя объяснить, ни характером грунтов, ни цветовым восприятием. В ровном счете и те варианты окраски, что показаны на рисунках 5, 8, 10 [4], определяются генетической вариабельностью ЕО.

Положение дел с количеством градаций окраски обусловлено также преобладани-

ем двух цветов – серого и коричневого. Тогда имеем уже как минимум 4 варианта окраски (табл. 3), которые прекрасно иллюстрируются рисунком 26.

Вернемся к полиморфизму ЕО, отмеченному в ч. 1 исследования. П.И. Третьяков [19] приводит следующие различия морского (полупроходного) и енисейского (жилого) осетров (рис. 27.Т); М.Ф. Кривошапкин [9] дает описание такого элемента ЕО, как «Челбаш» (рис. 27.К).



Рисунок 25. Крайние варианты окраски ЕО [21]
Figure 25. Extreme variants of EO coloring [21]

Таблица 3. Варианты окраски / **Table 3.** Color options

	Светлый	Темный
Серый	СвСер	ТемСер
Коричневый	СвКор	ТемКор



Рисунок 26. Варианты градиентной окраски Енисейского осетра [21]
Figure 26. Variants of gradient coloring of the Yenisei sturgeon [21]

Морской, он же полупроходной, ЕО ярко представлен на рисунке 24. А вот с «Челбашем» ситуация более сложная – кроме правой части рисунка 23 под описание Челбаша в Енисее никто из представленных иллюстраций не попадает.

Далее, в первой части исследований Челбаш переводился как «косоплыв – точнее бракованный, уродливый». Но тут пришли на помощь топонимические аналогии – крымского диалекта татарского – Челбаш переводится как «Седая Голова»: Чал – масть лошадей – «Чалый»,

Т Морской осетер несколько отличается от енисейского; цвѣтъ его кожи, въ особенности по хребту, на немъ темнѣе и по бокамъ встрѣчаются черныя пятна; носъ болѣе острый,

К Есть особый родъ осетра, называемый челбашъ и чалбашъ. Онъ имѣетъ мясо, не такъ вкусное, какъ у осетра, да и не достигаетъ такихъ размѣровъ, какъ сей послѣдній. Отличается отъ осетра: во-1-хъ, не на столько тонкимъ носомъ, тогда какъ у осетра есть сходство съ рыломъ собаки; во-2-хъ, иглами, на хребтѣ очень длинными и острыми на осетрѣ ихъ проталины, тогда какъ у осетра иглы по хребту ниже, округлены и совершенно тупы. Въ-3-хъ, хвостъ у чалбаша поуже и подлиннѣе, какъ у осетра. Въ-4-хъ, нозь и крылья у головы буроваты, тогда какъ у осетра изчерна свѣтѣ.

Рисунок 27. Единственно существующие сравнительные описания элементов популяционного континуума Енисейского осетра по П.И. Третьякову [19] – Т и М.Ф. Кривошапкину [9] – К
Figure 27. The only existing comparative descriptions of the elements of the population continuum of the Yenisei sturgeon according to P.I. Tretyakov [19] – Т and M.F. Krivoshepkin [9] – К



Рисунок 28. Длина промылова: Обь – 105 см, Иртыш – 67 см
Figure 28. Length of the industrial line: Ob – 105 cm, Irtysh – 67 cm

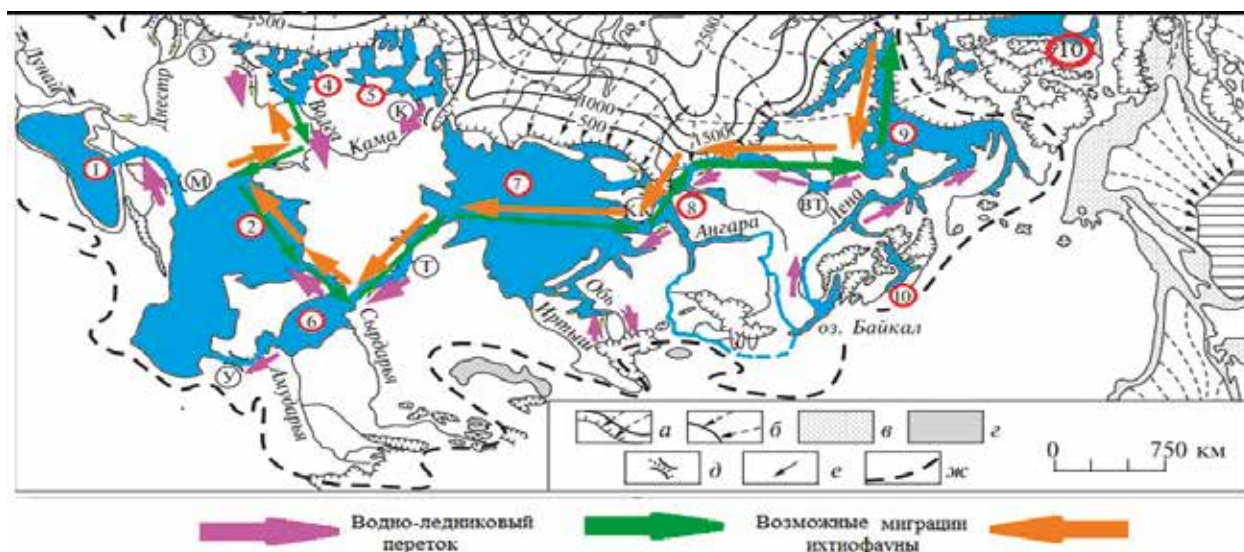


Рисунок 29. Подпорные озера за последние 600000 лет

Figure 29. Retaining lakes over the last 600,000 years

Баш – «Голова». Если продолжить в экскурс окраски лошадей, то исследования английских генетиков обнаружили, что ген, обуславливающий белесый оттенок, обладает летальным характером. Что несомненно сказывается, как на ростовых характеристиках, так на пропорциях тела Челбаша.

Таким образом, Челбаш только очень косвенно может попадать под категорию «мелкого или молодого» осетра.

Кроме того, по наблюдениям С.Б. Подушки [16], осетр с видовыми пропорциями Челбаша оказывается хорошо известен рыбакам под рабочим термином «Кубатый», что отражает морфометрический полиморфизм практически всех видов осетровых в шкале «длиннорылый/тупорылый» – от стерляди до белуги.

Положение дел прояснилось после получения данных одного из авторов работы Кириченко О.И. [7], предоставившей следующее фото (рис. 28.б).

Как легко заметить из сопоставления его с байкальским осетром с рисунка 24, иртышский осетр, относящийся к обь-иртышской популяции (рис. 28), внешне представляет молодую особь байкальского. Что ставит новую загадку: чем можно объяснить сходство осетров из разных бассейнов – Обь и Байкал?

Одним из ответов может служить шестикратное за последние 600000 лет существование единого водного пространства от Маныча до оз. Таймыр [2] во время образования подпорно-ледниковых озер (рис. 29).

В это время обской осетр проник в Енисей, где был известен как Челбаш, а оттуда через

Ангару (здесь Макаренко [11] отмечал присутствие Челбаша на Кежемском многоостровье) в Байкал, где составил популяцию берегового осетра. «В Байкале существует две формы осетра, одна из которых более тупорылая, обитает преимущественно вблизи берегов на песчаных грунтах на глубинах 4-6 м (осетр «бережник»), другая – более острорылая, чаще встречается на глубине 15-30 м и глубже (осетр «морской»). Размеры тех и других осетров в среднем одинаковы» [5].

Здесь необходимо также заметить, что Челбаш имел «островное», точнее – многоостровное распространение или привязку, обусловленную более низкими скоростями течения, подобно Кежемскому многоостровью он был распространен на Вороговском и иных многоостровьях Енисея, занимающих не столь большую долю в гидрографии Енисея.

Такой вывод следует из исследований А.Г. Егорова [5], который в 1950-х годах на порожищем участке Ангары, в пределах акватории современного Братского водохранилища, обнаружил осетра морфометрически подобного длиннорылому енисейскому осетру.

Перейдем к детализации рисунка 11. [4]. Морфометрический полиморфизм ЕО с достаточной степенью детальности описан и позволяет выделить три биаллельных локуса. Это обеспечит 64 морфотипа (зиготы) в таблице Пеннета и определит адекватность выше полученной оценки доли «Рекордов» (зигота $OPtTtOPtTt$) [4] (табл Пеннета рис. 10) у ЕО – 1/53.

			Оценка аллели в зиготе по среднему ~ полимерии									
бол В	длин П	темн Т	Гаметы	Обь	Обь	Обь	Обь	Енисей	Енисей	Енисей	Енисей	
мал в	туп п	свет т		ВПТ	ВПт	ВпТ	Впт	вПТ	вПт	впТ	впт	
Вес	Пропор	Тон		В	П	Т	ВПТ	ВПТВПТ=М	ВПТВПт	ВПТВпТ	ВПТВпт	
В	П	Т		ВПТ	ВПТВПТ	ВПТВПт	ВПТВпТ	ВПТВпт	ВПТВПТ	ВПТВПт	ВПТВпТ	ВПТВпт
В	П	т		ВПт	ВПТВПТ	ВПТВПт	ВПТВпТ	ВПТВпт	ВПТВПТ	ВПТВПт	ВПТВпТ	ВПТВпт
В	п	Т		ВпТ	ВпТВПТ	ВпТВПт	ВпТВпТ	ВпТВпт	ВпТВПТ	ВпТВПт	ВпТВпТ	ВпТВпт
В	п	т		Впт	ВпТВПТ	ВпТВПт	ВпТВпТ	ВпТВпт	ВпТВПТ	ВпТВПт	ВпТВпТ	ВпТВпт
в	П	Т		вПТ	вПТВПТ=М	вПТВПт	вПТВпТ	вПТВпт	вПТВПТ=М	вПТВПт	вПТВпТ	вПТВпт
в	П	т		вПт	вПТВПТ	вПТВПт	вПТВпТ	вПТВпт	вПТВПТ	вПТВПт	вПТВпТ	вПТВпт
в	п	Т		впТ	впТВПТ	впТВПт	впТВпТ	впТВпт	впТВПТ	впТВПт	впТВпТ	впТВпт
в	п	т	впт	впТВПТ	впТВПт	впТВпТ	впТВпт	впТВПТ	впТВПт	впТВпТ	впТВпт	
				Енисей	Енисей	Енисей	Енисей	Лена	Лена	Лена	Лена	

Таблица Пеннета

Для описания таблицы Пеннета необходима модель Костицына (Свир-Пас) корректное задание элементов матрицы функций приспособленностей (МФП). Приведем обозначения для задания МФП, в соответствии со цветом текста и фона в таблице Пеннета.

Значения элементов матрицы:

Но	Описание
Символы	
1	Рекорды =Р; Модальные зиготы (фенотипы) по блокам = М; Челбыш и его аналоги =Ч
Цвет	
2	красный – доминант, коричневый – субдоминант
3	желтый фон + черный шрифт – экстраординарный «запрещенный» вариант
Енисейский континуум	
4	Зеленый и зеленоватый – полупроходной (морской) и его аналоги
5	фиолетовый – гетерозигота
6	Голубой и голубоватый – Челбыш и его аналоги
7	Розовый и розоватый – особи весового распределения Г.И. Рубана (рис. 1)
Значения элементов МФП	
8	символ М и Р – цвет красный, гетерозигота = λ или r (табл. 2)
9	символ – коричневый, Челбаш = $0.5 \div 0.8$ (λ или r); Белый фон = $0.05 \div 0.8$ (λ или r)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **Н.Д. Гайденок** – идея статьи, сбор и обработка материала, корректировка текста; **О.И. Кириченко** – подготовка статьи, корректировка текста, подготовка обзора литературы, сбор и обработка материала; **А.И. Пережилин** – подготовка статьи и ее окончательная проверка.

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; **O.I. Kirichenko** – article preparation, text editing, literature review preparation, gathering and processing of material; **A.I. Perezhilin** – article preparation and final verification.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Гайденок Н.Д., Баранов А.Н. Использование порубочных пустошей и залежных земель – аналог функционирования переложной системы земледелия // Хвойные бореальной зоны. 2019. Т. XXXVII, № 6. С. 405-416
2. Гайденок Н.Д. Особенности геологической эволюции полупроходной ихтиофауны сибирских рек // Рыбное хозяйство. 2020а. № 4. С. 16-25
3. Гайденок Н.Д. Динамика генетической структуры популяции – неизвестные возможности прогноза // Рыбное хозяйство. 2020б. № 5. С. 16-24
4. Гайденок Н.Д., Заделенов В.А. Демография, таксономия, генетика модели енисейского осетра – 20 лет спустя. Часть 1 // Рыбное хозяйство. 2024. № 3. С. 57-64. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-3-52-62>
5. Егоров А.Г. Байкальский осетр – Улан-Удэ: Типография Министерства культуры БурАССР. 1961. с. 11
6. Заделенов В.А., Курбатский А.А. Оценка размерно-весовой и возрастной структуры популяции сибирского осетра бассейна Енисея (2006- 2009 гг.) // Вестн. КрасГАУ. 2009. № 6. С. 41-53
7. Исаченко В.Л. Рыбы Туруханского края, встречающиеся в реке Енисее и Енисейском заливе // Материалы по исследованию Енисея в рыбопромысловом отношении. – Красноярск: 1912. вып. 6. 112 с.
8. Кириченко О.И. К биологии молоди осетра сибирского (*Acipenser baeri*) из реки Иртыш // Tethys Aqua Zoological Research IV. Алматы. 2008. № IV. С. 57-63
9. Кошелев В.Н. и др. Возраст и рост амурского осетра реки Амур // Изв. Тинро. 2009. Т.159. с. 137-148
10. Кривошапкин М. Ф. Енисейский округ и его жизнь – С.-Петербург: издание Императорского Русского географического общества, на иждивении В. А. Корева. 1865. 650 с
11. Заделенов В.А., Курбатский А.А. Оценка размерно-весовой и возрастной структуры популяции си-

- бирского осетра бассейна Енисея (2006-2009 гг.) // Вестн. КрасГАУ. 2009. № 6. С. 41-53
12. Кйтманов А.И. О рыболовстве по р. Енисею: от Енисейска до Гольчихи: отдельный оттиск из журнала «Русское судоходство». № 192. – Красноярск. «Русское судоходство». № 192. 1898. 49 с
 13. Макаренко А. А. Промысел красной рыбы на р. Ангаре. – С.-Петербург: тип. «Товарищества художественной печати». 1902. 56 с.
 14. Михалев Ю.В. К биологии и регулированию промысла проходного осетра р. Енисей – Красноярск. Труды Красноярского отделения СибНИИРХ. 1967. Т. 9, С. 348-361
 15. Никольский Г.Б. Рыбы бассейна Амура – М.: Наука. 1956. 552 с.
 16. Подлесный А.В. Рыбное хозяйство в низовьях Енисея // Всес. науч.-иссл. ин-т озерного и речного рыбного хоз-ва. Сиб. отд-ние [Наркомрыбпром СССР]. – Красноярск: Краснояр. краев. изд-во. 1945. 57 с.
 17. Подлесный А.В. Осетр (*Acipenser baeri stenorrhynchus* a. Nikolski) р. Енисей // Вопросы ихтиологии. 1955. вып. 4. С. 21-40
 18. Подушка С.Б. Ленский осетр в рыболовных хозяйствах Европейской части России // Проблемы перспектив рационального использования рыбных ресурсов Сибири. Материалы научно-практической конф. – Красноярск. 1999. С.190-193
 19. Рубан Г.И. Сибирский осетр. – М.: ВНИРО. 1999. 232 с.
 20. Солдатов В.К. Материалы к познанию русского рыболовства – Петроград: Тип. В.Ф. Киришбаума. 1914. т.III, вып.12. 360 с.
 21. Третьяков П. И. Туруханский край, его природа и жители – С.-Петербург: тип. В. Безобразова и К°. 1871. 316 с.
 22. Тюльпанов М.А. Анализ состояния запасов и реорганизации промысла ценных рыб в низовьях Енисея // Проблемы рыбного хозяйства водоемов Сибири. – Тюмень. 1971. С. 102-126
 6. Zadelenov V.A., Kurbatskiy A.A. (2009). Assessment of the size, weight and age structure of the Siberian sturgeon population in the Yenisei basin (2006-2009) // Vestn. KrasGAU. No. 6. Pp. 41-53. (In Russ.)
 7. Isachenko V.L. (1912). Fishes of the Turukhansk region found in the Yenisei River and the Yenisei Bay – Krasnoyarsk: Materials on the study of the Yenisei fishery. No. 6. 112 p. (In Russ.)
 8. Kirichenko O.I. (2008). On the biology of juvenile Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*) from the Irtysh River // Tethys Aqua Zoological Research IV. Almaty. No. IV. Pp. 57-63. (In Russ.)
 9. Koshelev et al. (2009). Age and growth of the Amur sturgeon of the Amur River // Izv. Tinro. Vol.159. Pp. 137-148. (In Russ.)
 10. Krivoshepin M. F. (1865). The Yenisei District and its life – St. Petersburg: publication of the Imperial Russian Geographical Society, dependent on V.A. Kokorev. 650 c. (In Russ.)
 11. Zadelenov V.A., Kurbatskiy A.A. (2009). Assessment of the size, weight, and age structure of the Siberian sturgeon population in the Yenisei basin (2006-2009). // Vestn. KrasGAU. No. 6. Pp. 41-53. (In Russ.)
 12. Kytmanov A.I. (1898). About fishing on the river. The Yenisei: from Yeniseisk to Golchikha: a separate print from the magazine “Russian Shipping”. – Krasnoyarsk. “Russian shipping”. No. 192. P. 49. (In Russ.)
 13. Makarenko A.A. (1902). Fishing for red fish on the Angara River. – St. Petersburg: type. “Art Press associations”. 56 p. (In Russ.)
 14. Mikhalev Yu.V. (1967). On biology and regulation of fishing of the passing sturgeon. Yenisei – Krasnoyarsk. Proceedings of the Krasnoyarsk branch of SibNIIRH. Vol. 9. Pp. 348-361. (In Russ.)
 15. Nikolsky G.B. (1956). Fishes of the Amur basin – Moscow: Nauka. 552 p. (In Russ.)
 16. Podlesny A.V. (1945). Fisheries in the lower reaches of the Yenisei // Vses. nauch.-issl. Institute of Lake and River Fisheries. Siberian Branch [Narkomrybprom of the USSR]. – Krasnoyarsk: Krasnoyarsk. edges. publishing house. 57 p. (In Russ.)
 17. Podlesny A.V. (1955). Sturgeon (*Asiropseg baeri stenorrhynchus* a. Nikolski) of the Yenisei River // Questions of ichthyology. issue. 4. Pp. 21-40. (In Russ.)
 18. Pillow S.B. (1999). Lena sturgeon in fish farms of the European part of Russia // Problems and prospects of rational use of fish resources in Siberia. Materials of the scientific and practical conference – Krasnoyarsk. Pp.190-193. (In Russ.)
 19. Ruban G.I. (1999). Siberian sturgeon. Moscow: VNIRO. 232 p. (In Russ.)
 20. Soldatov V.K. (1914). Materials for the knowledge of Russian fishing – Petrograd: V.F. Kirshbaum's type. vol.III, issue 12. 360 p. (In Russ.)
 21. Tretyakov P. I. (1871). Turukhansk krai, its nature and inhabitants – St. Petersburg: type. V. Bezobrazova and Co. 316 p. (In Russ.)
 22. Tulpanov M.A. (1971). Analysis of the state of stocks and reorganization of fishing for valuable fish in the lower reaches of the Yenisei // Problems of fisheries in Siberian reservoirs. – Tyumen. Pp. 102-126. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Gaidenok N.D., Baranov A.N. (2019). The use of logging wastelands and fallow lands is an analogue of the functioning of a portable farming system // Conifers of the boreal zone. Vol. XXXVII, No. 6. Pp. 405-416. (In Russ.)
2. Gaidenok N.D. (2020a). Features of the geological evolution of the semi-marine ichthyofauna of Siberian rivers // Fisheries. No. 4. Pp. 16-25. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2020-4-16-25> (In Russ., abstract in Eng.)
3. Gaidenok N.D. (2020b). Dynamics of the genetic structure of the population – unknown forecasting possibilities. // Fisheries. No. 5. Pp. 16-24. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2020-5-16-24>. (In Russ., abstract in Eng.)
4. Gaidenok N.D., Zadelenov V.A. (2024). Demography, taxonomy, genetics of the Yenisei sturgeon model – 20 years later. Part 1. // Fisheries. No. 3. Pp. 57-64. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-3-52-62>. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Egorov A.G. (1961). Baikal sturgeon – Ulan-Ude: Printing house of the Ministry of Culture of the BU-RASR. p. 11. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 28.02.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 17.03.2025



Оперативное мечение осетровых маточного стада

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-33-90-116-119>
EDN: VVFTGZ

Научная статья УДК 639.37

Подушка Сергей Борисович – кандидат биологических наук, научный директор, ООО «ЧНИОРХ», Санкт-Петербург, Россия
E-mail: sevrjuga@yandex.ru

Адрес: Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский просп., д. 172

Аннотация. В статье описана простая процедура оперативного мечения производителей осетровых рыб при проведении нерестовых кампаний. Мечение осуществляется путем пробивания отверстий в грудных плавниках с помощью ветеринарных щипцов-дырокола.

Ключевые слова: осетроводство, работа с производителями, мечение

Для цитирования: Подушка С.Б. Оперативное мечение осетровых маточного стада // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 116–119. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-116-119>

OPERATIVE TAGGING OF STURGEON BROOD STOCK

Sergey B. Podushka – Candidate of Biological Sciences, Scientific Director, CHNIORH LLC, Saint Petersburg, Russia

Address: 172 Moskovsky ave., Saint Petersburg, 196105, Russia

Annotation. The article describes a simple procedure for the rapid tagging of sturgeon producers during spawning season. Tagging is performed by punching holes in the pectoral fins using veterinary forceps.

Keywords: sturgeon farming, working with brood stock, tagging

For citation: Podushka S.B. (2025). Operative tagging of sturgeon brood stock // Fisheries. No. 3. Pp. 116–119. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-116-119>

Рисунки составлены автором / The drawings are compiled by the author

В последние годы в России интенсивными темпами развивается так называемое «дойное осетроводство», предполагающее выращивание преимущественно самок и многолетнюю эксплуатацию их с целью прижизненного получения икры-сырца (рис. 1) для изготовления пищевого продукта [1]. В общем объеме пище-

вой икры осетровых рыб на внутреннем рынке доля «дойной» превышает 80% [2]. Количество хозяйств, имеющих и эксплуатирующих тысячи и десятки тысяч икранных самок, год от года увеличивается. Нередко в течение рабочего дня рыбоведам приходится сцеживать икру у сотен рыб. В таких условиях важна скорость

работы персонала, влияющая на производительность труда.

Перед тем, как проинъецировать рыбу осетровод должен знать ее пол, стадию зрелости половых продуктов и, желательно, созревала ли она в предыдущие годы. Конечно, если все особи помечены индивидуальными рfт-метками (чипированы), это можно определить, считав метку сканером и посмотрев данные в журнале. Однако эта процедура отнимает достаточно много времени и требует участия в сцеживании икры лишнего оператора с сухими руками.

Применяемая нами метка лишена указанных недостатков. Нанесение ее на рыбу занимает считанные секунды. На практике она уже более 20 лет используется в Кармановском рыбхозе (Башкортостан). Аналогичная система оперативного мечения производителей используется на Донском осетровом заводе [3]. Метка позволяет визуально, без использования каких-либо считывающих устройств, опре-



Рисунок 1. Разовый «надой» икры от самки ленского осетра

Figure 1. One-time «spooring» of caviar from a female Lena sturgeon



Рисунок 2. а – мечение (пробивание отверстия) на грудном плавнике ленского осетра дыроколом, б – свежая метка (отверстие) на грудном плавнике ленского осетра, полученная с помощью дырокола (фото Е.А. Аврамкиной).

Figure 2. a – marking (punching a hole) on the pectoral fin of the Lena sturgeon with a hole punch, b – a fresh mark (hole) on the pectoral fin of the Lena sturgeon, obtained with a hole punch (photo by E.A. Avramkina).

делять пол и количество созреваний в предыдущие годы у производителей осетровых. Ранее аналогичный способ мечения предлагался нами для массового мечения заводской молоди осетровых [4].

Мечение осуществляется с помощью ветеринарных щипцов-дыроколов ЩДБ-Ф10 (страна-производитель: Россия). Исходно этот дырокол был создан для маркировки и идентификации скота методом выщипа на ушах. Однако практика показала, что он применим и удобен также для мечения осетровых. По классификации М.С. Чебанова и Е.В. Галич [5] такие метки можно охарактеризовать как групповые, пожизненные, основанные на усе-чении части плавников. При небольшой численности маточного стада, варьируя плавники и число пробиваемых отверстий у разных особей, можно использовать такие метки и как индивидуальные. Однако в нашей практике, когда численность рыб в маточных стадах исчисляется сотнями и тысячами, метки использовались как групповые.

Мечение осетровых мы проводили следующим образом (рис. 2 а, б). Метили только тех рыб, которые положительно отреагировали на гормональную инъекцию (дали икру или сперму). Самкам пробивали с помощью дырокола отверстие на правом грудном плавнике, самцам – на левом. Практика показала, что нельзя пробивать отверстия близко к краю плавника. В этом случае концы плавниковых лучей могут отвалиться, а оставшиеся части лучей регенерируют, и метка не формируется. Поэтому оптимальное место для метки – центральная часть плавника. В большинстве случаев пробитое в плавнике отверстие зарастает, но нарушается нормальное расположение плавниковых лучей, в результате чего образуется заметная визуальная метка (рис. 3). В некоторых случаях метка лучше видна с нижней стороны плавника, чем с верхней. Очень редко (менее 1% случаев) пробитое дыроколом отверстие не зарастает.

При использовании данной метки удалось выяснить и решить следующие вопросы.

1. Выбраковать из стада стерляди не созревающую рыбу. Первоначально в стаде было порядка 20 самок. При проведении нерестовых кампаний созревали все, кроме одной. До начала мечения рыбоводы думали, что в разные годы не созревают разные особи. Мечение показало, что не созревает одна и та же рыба, которую из маточного стада удалили. Интересно, что по щуповым пробам эта рыба была готова к нересту.
2. Удалось установить, что самки стерляди в основной массе созревают ежегодно. Это



Рисунок 3. Грудной плавник ленского осетра с многочисленными метками, свидетельствующими о получении икры в предыдущие годы (фото Е.А. Аврамкиной).

Figure 3. The pectoral fin of the Lena sturgeon with numerous markings indicating the receipt of caviar in previous years (photo by E.A. Avramkina).

позволило отказаться от осенней бонитировки и просматривать всю рыбу лишь раз в год – непосредственно перед инъектированием.

3. Зарегистрировано массовое переопределение пола у старых самцов стерляди [6].

В рыбоводных хозяйствах иногда складываются ситуации, когда рыб разного пола случайно или вынужденно объединяют в одном садке или бассейне. Наличие меток на плавниках позволяет сортировать рыб по полу без использования аппарата УЗИ и вне зависимости от сезона и стадии зрелости половых продуктов. Наличие хотя бы одной метки на плавнике у самки повышает ее внутривладельческую ценность: эта рыба уже частично окупилась своим содержанием, дав икру-сырец для посола или воспроизводства. Меченых производителей рационально отсаживать в отдельные садки, сортируя по полу. Это позволяет избежать лишних переборок.

Конечно, используя данную систему мечения, мы получаем лишь часть информации

о рыбе. Но в ряде случаев ее бывает вполне достаточно для плодотворной работы. В случае необходимости сбора более полных данных о рыбе можно рекомендовать дублировать метки (индивидуальные + групповые). Но есть и ограничения в использовании указанного способа мечения. У стерляди размеры плавников невелики, поэтому после 5-7 нерестов последующие пробивания плавников становится делать проблематично: метки ложатся слишком кучно, и подсчитать их количество становится сложно. У крупных видов осетровых (рис. 4) – белуги и калуги – наоборот, размеры плавников очень велики и, рекомендованный выше, ветеринарный дырокол, пробивающий отверстие диаметром 10 мм, оказывается слишком мал. Он не пробивает нескольких лучей, и метки получаются практически неразличимыми. При работе с этими видами необходимо пробивать отверстия в плавниках в 2-3 раза большего размера.



Рисунок 4. Самка калуги после прижизненного получения икры (Кармановский рыбхоз)

Figure 4. Female Kaluga after lifetime caviar production (Karmanovsky fish farm)

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Подушка С.Б. 20 лет икорно-товарному осетроводству России // Рыбное хозяйство. 2024. №5. С. 93-104. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-5-93-104>
2. Подушка С.Б. Китайская икра на российском рынке: благо или вред? // Рыбоводство. 2019. № 3-4. С.20-22.
3. Смирнов А.О., Старцев А.В., Клепова А.А. Результаты осенней бонитировки ремонтно-маточных стад осетровых рыб на Донском осетровом заводе в 2019 г. // Водные биоресурсы и аквакультура Юга России: материалы Всерос. науч.-практ. конф. студентов, аспирантов и молодых учёных / отв. ред. Г. А. Москул. – Краснодар: Кубанский гос. ун-т, 2020. С.80-82.
4. Подушка С.Б. Мечение заводской молоди осетровых // Рыбные ресурсы. 2010. № 3. С. 58.
5. Чебанов М.С., Галич Е.В. Руководство по искусственному воспроизводству осетровых рыб. Технический доклад ФАО по рыбному хозяйству 558. 2013. – Анкара: ФАО. 325 с.
6. Подушка С.Б. Массовое переопределение пола у самцов стерляди в условиях аквакультуры // Актуальные вопросы рыбного хозяйства и аквакультуры бассейнов южных морей России. Материалы Международной научной конференции (г. Ростов-на-Дону, 1–3 октября 2014 г.). – Ростов-на-Дону: Издательство ЮНЦ РАН. 2014. С. 259-260.

LITERATURE AND SOURCES

1. Podushka S.B. (2024). 20 years of caviar and commercial sturgeon farming in Russia // Fisheries. No.5. Pp. 93-104. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2024-5-93-104>. (In Rus., abstract in Eng.)
2. Podushka S.B. (2019). Chinese caviar on the Russian market: benefit or harm? // Fish farming. No. 3-4. Pp.20-22. (In Russ.)
3. Smirnov A.O., Startsev A.V., Klepova A.A. (2020). Results of autumn bonification of repair and brood stocks of sturgeon at the Don sturgeon plant in 2019 // Aquatic bioresources and aquaculture of the South of Russia: materials of the All-Russian Scientific and Practical Conference of Students, postgraduates and young scientists / ed. by G. A. Moskul. – Krasnodar: Kuban State University. Pp.80-82. (In Russ.)
4. Podushka S.B. Tagging of the released juvenile sturgeon // Fish resources. 2010 . No. 3 p. 58.
5. Chebanov M.S., Galich E. (2013). Sturgeon hatchery manual // FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper no 558, Ankara: FAO, 325 p. (In Russ.)
6. Podushka S.B. (2014). Mass sex transformation in the males of sterlet in aquaculture conditions // Current issues of fisheries and aquaculture in the basins of the southern seas of Russia. Proceedings of the International Scientific Conference (Rostov-on-Don, October 1-3, 2014). Rostov: Publishing House of the SSC RAS. Pp. 259-260. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 16.04.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025



Результаты оценки самцов реверсивных самцов радужной форели по активности и оплодотворяющей способности сперматозоидов при разных сроках хранения спермы

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-33-90-120-125>
EDN: WHFDPL

Научная статья УДК 639.3.03

Зинченко Александр Александрович – аспирант, научный сотрудник Лаборатории селекции рыб, Ленинградская область, Ломоносовский р-н, пос. Ропша, Россия
E-mail: ziza988@gmail.com

Шиндавина Нина Ивановна – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории селекции рыб, Ленинградская область, Ломоносовский р-н, пос. Ропша, Россия
E-mail: n.shindavina@yandex.ru

Федеральный селекционно-генетический центр рыбоводства (филиал ФГБУ «Главрыбвод»)

Адрес: Россия, 188514, Ленинградская область, Ломоносовский р-н, пос. Ропша, Стрельнинское шоссе, стр. 4

Аннотация. Показана возможность длительного хранения спермы реверсивных самцов радужной форели с сохранением активности сперматозоидов и их оплодотворяющей способности. Оценку проводили методом диаллельных скрещиваний отдельных самок с отдельными самцами. Уровень оплодотворения был выше при осеменении икры в буферном растворе, чем в воде, особенно при длительном сроке хранения спермы.

Ключевые слова: самцы-реверсы, хранение спермы, активность, оплодотворяющая способность

Для цитирования: Зинченко А.А., Шиндавина Н.И. Результаты оценки самцов реверсивных самцов радужной форели по активности и оплодотворяющей способности сперматозоидов при разных сроках хранения спермы // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 120-125.
<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-120-125>

THE RESULTS OF THE EVALUATION OF MALE REVERSIBLE RAINBOW TROUT MALES BY THE ACTIVITY AND FERTILIZING ABILITY OF SPERMATOZOA AT DIFFERENT PERIODS OF SPERM STORAGE

Alexander A. Zinchenko – postgraduate student, researcher at the Laboratory of Fish Breeding, Leningrad region, Lomonosovsky district, village Ropsha, Russia

Nina I. Shindavina – Candidate of Biological Sciences, Leading Researcher at the Fish Breeding Laboratory, Leningrad region, Lomonosovsky district, village Ropsha, Russia

Federal Breeding and Genetic Center of Fish Farming (branch of the Federal State Budgetary Institution Glavrybvod)

Address: Russia, 188514, Leningrad region, Lomonosovsky district, village Ropsha, Strelinskoe highway, p. 4

Annotation. The possibility of long-term storage of sperm from sex-reversed males of rainbow trout with preservation of sperm activity and their fertilizing ability is shown. The assessment was carried out by the method of diallelic crosses of individual females with individual males. The fertilization rate was higher when eggs were inseminated in buffer solution than in water, especially with a long shelf life of sperm.

Keywords: sex-reversed males, sperm storage, activity, fertilizing ability

For citation: Zinchenko A. A., Shindavina N.I. (2025). The results of the evaluation of male reversible rainbow trout males by the activity and fertilizing ability of spermatozoa at different periods of sperm storage. // Fisheries. 2025. No. 3. Pp. 120-125. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-120-125>

Таблицы и рисунки – авторские / The tables and drawings were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в товарном форелеводстве повсеместно пользуется спросом однополой посадочный материал, состоящий из одних самок. Преимущество такого производства очевидно: отсутствие раннего созревания самцов, которое сопровождается задержкой в росте и появлением неприглядных вторичных половых признаков. Для получения однополой рыбы используют сперму самцов-реверсентов, которые имеют генотип самок (XX), но при этом продуцируют сперму. Метод получения таких самцов был разработан во второй половине прошлого века, в настоящее время широко известен, им пользуются как за рубежом, так и в отечественной аквакультуре [1-5].

Необычный генотип самцов отразился на морфологии рыб: семенники не имеют открытых протоков для выхода спермы. Пока остается неясным как генотип может отражаться на качестве спермы. Работы по изучению качества спермы у реверсивных самцов пока не многочисленны. В основном они касаются изучения параметров спермы, таких как: концентрация, осмоляльность, pH, содержание АТФ, а также состав семенной плазмы [6-8]. Одна из работ была посвящена сравнительной оценке качества спермы обычных и реверсивных самцов по одному из важнейших критериев – оплодотворяющей способности спермиев. В этой работе было также установлено, что сперма сохраняла фертильность в течение 72 часов [7]. В ряде работ была показана возможность хранения спермы реверсов радужной форели в течение непродолжительного периода: от нескольких часов до нескольких дней [9; 10]. Во всех приведенных работах применяли солевой раствор, похожий по минеральному составу на семенную жидкость, благодаря которой сперматозоиды остаются неподвижными весь период хранения. Самый длительный срок хранения – 7 суток, при котором не снижалась оплодотворяющая способность сперматозоидов, наблюдали при добавлении

раствора StorFish, IMV, France [9]. Ни в одной из работ мы не встречали сообщений о хранении спермы в чистом виде. Подобного рода исследования представляют большой научный интерес, а также могут способствовать повышению эффективности использования реверсов.

Цель нашей работы состояла в сравнительной оценке спермы нормальных и реверсивных самцов по оплодотворяющей способности, а также – определение продолжительности хранения спермы с сохранением ее оплодотворяющей способности.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Работу проводили в Федеральном селекционно-генетическом центре рыбоводства (п. Ропша, Ленинградская область) с декабря 2024 г. по февраль 2025 года.

Объект исследования – реверсивные самцы в возрасте 2-х лет породы форели Рофор. Весь жизненный цикл рыб содержали на уличном модуле установки замкнутого водоснабжения (УЗВ) при естественном фотопериоде и сезонных колебаниях температуры от 4 до 15 °С. Среднегодовая температура в разные годы оставалась на уровне $9 \pm 0,1$ °С.

Самцов вскрывали, извлекали гонады, измельчали и освобождали сперму от их остатков, продавливая через сито (1мм). Хранили сперму отдельно от каждого самца в стеклянных ($d = 90$ мм) или пластиковых ($d = 85$ мм) чашках Петри в холодильнике при температуре 5 °С, закрытых крышками.

Активность сперматозоидов оценивали сразу после ее извлечения и перед осеменением икры по двум показателям: продолжительности поступательного движения (с), и количестве подвижных спермиев (%). Активность измеряли с помощью секундомера, процент подвижных спермиев определяли визуально в поле зрения микроскопа.

В качестве среды для осеменения использовали воду и буферный раствор известный под



названием D532 [11]. В его состав входят: 24,2 г Трис + 22,5 г глицин + 1,1 г CaCl_2 + 73,1 г NaCl на 10 л дистиллированной H_2O ($\text{pH}=9,0$). Контролем служила вода, поступающая в инкубационный цех. Раствор готовили накануне его использования, а перед применением выравнивали температуру раствора с температурой воды.

В ходе изучения активности и оплодотворяющей способности спермы, при разных сроках ее хранения, было поставлено 4 эксперимента. Во всех случаях применяли метод диаллельных скрещиваний, в котором использовали сперму 3-5 самцов и икру 1-4-х самок форели Рофор. При отцеживании икры проводили тестирование полостной жидкости на отсутствие загрязнения содержимым лопнувших яйцеклеток [12; 13]. От каждой самки брали порции по 200-250 икринок и осеменяли спермой отдельных



самцов. Для этого отмеряли мерной пипеткой по 0,2 мл спермы, добавляли 2 мл разбавителя «StorFish», быстро и тщательно размешивали и полученную взвесь смешивали с икрой. Затем добавляли воду или буферный раствор, в качестве среды для осеменения. Контролем служила сперма генетических самцов. Икру каждого варианта скрещиваний инкубировали отдельно.

Критерием оплодотворяющей способности сперматозоидов использовали показатель количества оплодотворенных икринок на стадии пигментации глаз у эмбрионов относительно исходного количества осемененной икры (%).

Статистический анализ проводили по стандартным методикам [14].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Эксперимент 1. Продолжительность хранения спермы 1 сутки. Осеменение в воде.

В опыте использовали пять самцов и четыре самки. В результате полных диаллельных скрещиваний были образованы 20 семей. В качестве контроля использовали совокупные данные, полученные при оценке пяти генетических самцов с теми же самками. Результаты проверки активности сперматозоидов перед осеменением икры, а также результаты их оценки по уровню оплодотворения икры представлены в таблице 1.

У всех опытных самцов уровень оплодотворения икры был выше, по сравнению с контролем, а у самцов 954, 955 и 956 это преимущество достигало достоверного уровня ($p=0,1$). Различия по этому признаку между реверсивными самцами составляли от 8 до 15% и не были достоверными. Диапазон колебаний минимальных и максимальных значений у отдельных самцов с разными самками сильно различался: от 10% (самец 954) до 50% (самец 953). У самцов 952 и 953 активными были не все спермии, как у остальных рыб, а 60 и 80%, соответственно, также у них был меньше процент оплодотворения, но различия по этому признаку не достигали достоверного уровня.

Эксперимент 2. Продолжительность хранения спермы 2 суток. Осеменение в воде и в растворе.

Сравнивали варианты полных диаллельных скрещиваний четырех самцов с тремя самками. Контроль – средний показатель по результатам скрещиваний четырех генетических самцов с теми же самками. Результаты изложены в таблице 2.

Оценка спермы перед ее использованием показала, что после двух суток хранения качество спермы сохранилось на высоком уровне: количество подвижных спермиев у всех самцов составляло 100% в воде и в растворе, но

в растворе активность клеток была более продолжительной. При осеменении икры в воде уровень оплодотворения икры у реверсов был на 20-30% выше, чем в контроле, при этом, как и в первом опыте, наблюдали большие различия в вариантах скрещиваний одних и тех же самцов с разными самками: от 20% (самец 2р) до 41% (самец 3р). При осеменении икры в растворе процент оплодотворения был стабильно высоким и на 4-15% выше, чем в воде, а различия между вариантами скрещиваний одного самца с разными самками значительно меньше: от 3 до 12% (самцы 3р и 1р, соответственно).

Эксперимент 3. Продолжительность хранения спермы 6 и 8 суток. Осеменение в растворе.

Для оценки всех самцов использовали икру одной самки. Контролем служила свежеприготовленная смесь спермы 4-х генетических самцов, проверенная на активность (табл. 3). Самцы 956 и 954 ранее участвовали в скрещиваниях в эксперименте 1.

После восьми суток хранения у самца 954 число подвижных спермиев в воде сократилось на 30%, а у самца 956 активность была полностью утрачена (см. табл. 1).

При замене воды раствором показатели подвижности почти во всех случаях возраста-

ли, особенно заметно у самца 6р: с 1% до 40%. У самца 956, сперма которого была полностью неподвижна в воде, в растворе наблюдали появление активности у 10% сперматозоидов. Несмотря на различия в количестве подвижных спермиев у разных самцов, процент оплодотворения был стабильно высоким и сопоставимым с контролем.

Эксперимент 4. Продолжительность хранения спермы 10 суток. Осеменение в воде и в растворе.

Для оценки четырех реверсивных самцов использовали икру одной самки. Контроль – свежеприготовленная смесь спермы трех генетических самцов.

При осеменении икры в воде лучший результат по проценту оплодотворения, сопоставимый с контролем, был у самца 1068. Сперма этого самца сохранила также самый высокий уровень активности в воде и в растворе: 60 и 100%, соответственно (табл. 4).

При оценке спермы самца 1069 в воде не было обнаружено ни одного подвижного сперматозоида, однако при осеменении икры в воде уровень оплодотворения составил 54%. Возможно это объясняется тем, что при отцеживании самки небольшое количество полостной жидкости оставалось в порции икры.

Таблица 1. Показатели активности и оплодотворяющей способности сперматозоидов после 1-х суток хранения / **Table 1.** Indicators of sperm activity and fertilizing ability after 1 day of storage

№№ самца	Количество подвижных спермиев в воде, %	Время активного состояния, с	Количество оплодотворенных икринок, %	
			$\bar{X} \pm m_x$	Мин-макс
952	60	14	59±4,4	46-65
953	80	16	59±10,5	34-84
954	100	15	67±2,2	61-71
955	100	15	74±5,8	58-84
956	100	17	71±7,8	56-86
контроль	100	17	46±4,5	36-63

Таблица 2. Показатели активности и оплодотворяющей способности сперматозоидов после 2-х суток хранения / **Table 2.** Indicators of sperm activity and fertilizing ability after 2 days of storage

№№ самца	Количество подвижных спермиев в воде, %		Время активного состояния, с		Количество оплодотворенных икринок, %			
	вода	раствор	вода	раствор	Осеменение с водой		Осеменение с раствором	
					$\bar{X} \pm m_x$	Мин-макс	$\bar{X} \pm m_x$	Мин-макс
1р	100	100	16	24	83±8,9	70-100	95±3,5	88-100
2р	100	100	15	21	91±6,7	78-98	95±2,3	91-99
3р	100	100	16	25	83±12,8	58-99	96±0,9	94-97
4р	100	100	15	19	81±9,7	62-92	96±1,5	94-99
контроль	100	100	14	23	61±7,8	53-69	97±0,8	96-98

Перед осеменением мы проверили активность спермиев этого самца в полостной жидкости самки, от которой использовали икру. Количество подвижных спермиев – 70%, продолжительность движения – 29 секунд. По-видимому, остатков полостной жидкости, окружающей яйцеклетки, оказалось достаточно для того, чтобы стимулировать активность сперматозоидов при добавлении воды или раствора.

При осеменении икры в растворе процент оплодотворения во всех вариантах, включая контроль, составлял 98-100%, что на 24-46% выше, чем при использовании воды, а различия между всеми вариантами оценки не превышали 2%.

ОБСУЖДЕНИЕ

Получение и содержание реверсантов занимает длительное время и требует больших финансовых затрат, чем содержание генетических самцов. За время проведения нерестовой кампании нет возможности многократного использования реверсированных по полу самцов. Таким образом, они представляют собой более дорогостоящий ресурс. По этим причинам разработка метода более длительного хранения спермы дает возможность многократного использования и способствует более экономному использованию спермы. Также длительное хранение (от 8 до 10 суток) позволяет осуществлять проверку самцов по оплодотворяющей

способности с последующим отбором лучших реверсантов по качеству половых продуктов.

Согласно полученным нами данным, сперматозоиды реверсивных самцов способны сохранять оплодотворяющую способность от двух до десяти суток, несмотря на снижение количества подвижных спермиев.

В нашей работе не было обнаружено четко выраженной связи между процентом подвижных спермиев и уровнем оплодотворения икры. Эти данные согласуются с результатами исследований, проведенных другими авторами [15].

Важно отметить, что неподвижность спермиев в воде не всегда является свидетельством их полной нежизнеспособности. Часть этих клеток может сохранять активность и оплодотворяющую способность и проявлять ее в условиях другой среды: буферного раствора или полостной жидкости. Это показано нами на примере самцов 956 и 1069 в экспериментах 3 и 4, соответственно.

В работе показана необходимость использования буферного раствора вместо воды в качестве среды для осеменения икры. Эти данные подтвердили результаты, полученные нами ранее при оценке оплодотворяющей способности спермы реверсивных самцов [16].

При хранении спермы во многих случаях используют способ, при котором сперму помещают в полиэтиленовый мешочек, наполняют его

Таблица 3. Показатели активности и оплодотворяющей способности сперматозоидов после 6-ти и 8-ми суток хранения / **Table 3.** Indicators of sperm activity and fertilizing ability after 6 and 8 days of storage

№№ самца	Срок хранения спермы, сутки	Количество подвижных спермиев в воде, %		Время активного состояния, с		Количество оплодотворенных икринок, %
		вода	раствор	вода	раствор	
5р	6	80	80	15	19	96
6р	6	1	40	11	19	97
954	8	60	80	15	21	98
956	8	0	10	–	19	97
контроль	0	100	100	15	22	97

Таблица 4. Показатели активности и оплодотворяющей способности сперматозоидов после 10-ти суток хранения / **Table 4.** Indicators of sperm activity and fertilizing ability after 10 days of storage

№№ самца	Количество подвижных спермиев в воде, %		Время активного состояния, с		Количество оплодотворенных икринок, %	
	вода	раствор	вода	раствор	вода	раствор
1067	15	90	15	26	53	99
1068	60	100	18	29	72	98
1069	0	60	–	22	54	100
контроль	100	100	18	25	74	98

кислородом и хранят в холодильнике [17]. Испытанный нами метод хранения спермы в чашках Петри был более прост и оказался не менее надежен. Данный способ хранения спермы дает возможность многократного ее использования. При длительном хранении (от 8 до 10 суток) возможна проверка спермы на оплодотворяющую способность и последующий отбор самцов лучших по качеству половых продуктов.

Полученные нами результаты носят предварительный характер, поскольку при оценке длительного хранения спермы использовали небольшое количество экземпляров. Из восьми самцов, сперму которых хранили от 6 до 10 суток, у трех рыб количество подвижных спермиев в воде снижалось к этому времени до 0-1%, в то время как у других четырех самцов половые клетки сохраняли высокие показатели активности: от 60 до 80%. Это указывает на возможность дальнейшего проведения испытаний более длительных сроков ее хранения.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **А.А. Зинченко** – сбор, обработка и анализ данных, подготовка статьи, итоговая проверка; **Н.И. Шиндавина** – идея работы, сбор, обработка и анализ данных, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: **A.A. Zinchenko** – collection, processing and analysis of data, preparation of the article, final review; **N.I. Shindavina** – idea of the work, collection, processing and analysis of data, preparation of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ LITERATURE AND SOURCES

1. Johnstone R., Simpson T.H., Youngson A.F. Sex reversal in salmonid culture. *Aquaculture*. 1978. V. 13. P. 115-134.
2. Метальникова К.В. Регуляция пола у радужной форели // Рыбное хозяйство. М., 1991. №2. С. 35-40. ISSN 0131-6184
3. Metalnikova K.V. Sex regulation in rainbow trout // Fisheries. Moscow, 1991. №2. pp. 35-40. ISSN 0131-6184
4. Feist G., Yeoh C.G., Fitzpatrick M.S., Schreck C.B. (1995). The production of functional sex-reversed male rainbow trout with 17 alpha-methyltestosterone and 11 beta-hydroxyandrostenedione. *Aquaculture*. 131 (1-2) Pp.145-152
5. Nynca J, Kuźmiński H, Dietrich GJ, Hliwa P, Dobosz S, Liszewska E, Karol H, Ciereszko A. (2012). Biochemical and physiological characteristics of semen of sex-reversed female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*, Walbaum). *Theriogenology*. Jan 1;77(1):174-83. <https://doi.org/10.1016/j.theriogenology.2011.07.039>. Epub 2011 Sep 14. PMID: 21924466.
6. Judycka S., Nynca J., Hliwa P., Ciereszko A. Characteristics and Cryopreservation of Semen of Sex-Reversed Females of Salmonid Fish. *Int. J. Mol. Sci.* 2021, 22, 964. <https://doi.org/10.3390/ijms22020964>
7. Nynca J, Kuźmiński H, Dietrich G J, Hliwa P, Dobosz S, Liszewska E, Karol H, Ciereszko A. (2012). Changes in sperm parameters of sex-reversed female rainbow trout during spawning season in relation to sperm parameters of normal males. *Theriogenology*. V.77. Pp. 1381-1389
8. Geffen A.J., & Evans J.P. (2000). Sperm traits and fertilization success of male and sex-reversed female rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*. 182(1-2), 61-72. [https://doi.org/10.1016/S0044-8486\(99\)00248-3](https://doi.org/10.1016/S0044-8486(99)00248-3).
9. Rurangwa E., Kime D.E., Ollevier F., Nash J.P. (2003). The measurement of sperm motility and factors affecting sperm quality in cultured fish. *Aquaculture*. 2004. 234. Pp.1-28. <https://doi.org/10.1016/J.AQUACULTURE.12.006>.
10. Haffray P., Sambroni E., Enright W.J., Driancourt M.A., Mikolajczyk T., Rault P., Breton B. (2008). Efficiency of Gonazon™ in rainbow trout, the first officially approved inducer of evaluation in the EU. *Cybio*. 32. Pp. 312-313.
11. Kobayashi T., Fushiki S., Ueno K. Improvement of sperm motility of sex-reversed male rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*, by incubation in high-ph artificial seminal plasma. *Environ. Boil. Fishes* 2004, 69. Pp. 419-425.
12. Billard R. (1992). Reproduction in rainbow trout: sex differentiation, dynamics of gametogenesis, biology and preservation of gametes // *Aquaculture*. V. 100. N.2. Pp. 263-298
13. Wojtczak M., Kowalski R., Dobosz S., Goryczko K., Kuźmiński H., Glogowski J., Ciereszko A. (2004). Assessment of water turbidity for evaluation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) egg quality // *Aquaculture*. V. 242. Pp. 617-624.
14. Шиндавина Н.И., Никандров В.Я., Мосеева Е.В., Янковская В.А. Оценка самок радужной форели по качеству икры: тестирование на наличие в икре содержимого лопнувших икринок // Рыбное хозяйство. №3. 2013. С. 81-85.
15. Лакин Г.Ф. Биометрия. 1980. – М.: Высш. школа. 293 с.
16. Lakin G.F. (1980). *Biometrics*. Moscow: Higher School. 293 p.
17. Levanduski M.J., Cloud J.G. (1988). Rainbow trout (*Salmo gairdneri*) semen: Effect of non-mobile sperm on fertility. *Aquaculture* 75. Pp.171-179.
18. Шиндавина Н.И., Мосеев А.Г., Никандров В.Я. Эффективность использования солевого раствора при искусственном осеменении икры радужной форели *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1772) и ладожской палии палии *Salvelinus lepechini* (Gmelin 1788) // Рыбное хозяйство. 2023. №2. С. 96-100. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-2-96-100>
19. Shindavina N.I., Moseev A.G., Nikandrov V.Ya. (2023). The effectiveness of insemination of trout eggs *Oncorhynchus Mykiss* using salt solution is artificially iridescent (Walbaum, 1772) *Salvelinus lepechini* field not *Ladoga field* (Gmelin 1788) // Fisheries. №2. Pp. 96-100. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2023-2-96-100>
20. Billiard R. (1981). Short-term preservation of sperm under oxygen atmosphere in rainbow trout (*Salmo gairdneri*). *Aquaculture* 23 (1-4). Pp. 287-293

Материал поступил в редакцию/ Received 24.04.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025



Техническое обслуживание и ремонт судов рыбопромыслового флота: проблемы и перспективы

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-126-135>
EDN: WMOАНЕ

Научная статья
УДК 334.7 (470.21)

Храпов Владимир Евгеньевич – доктор экон. наук, доцент, главный 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.

ORCID: 0000-0002-1982-7724, E-mail: khrapov00@mail.ru

Турчанинова Татьяна Владимировна – кандидат экон. наук, доцент, заместитель генерального директора, ООО «Мурманский морской инженерный сервис», Мурманск, Россия

ORCID: 0000-0002-9770-5095, E-mail: tatyana_0401@mail.ru

Адреса:

1. Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина – обособленное подразделение Федерального государственного бюджетного учреждения науки Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской академии наук» – Россия, 184209, Мурманская область, г. Апатиты, ул. Ферсмана, 24А
2. ООО «Мурманский морской инженерный сервис» – Россия, 183001, г. Мурманск, ул. Траловая, д. 2.

Аннотация. Из-за санкционной политики США и стран ЕС, отечественные рыбодобывающие компании были вынуждены отказаться от сложившихся ранее условий ведения бизнеса. В настоящее время компании ориентируются на отечественный берег и береговые инфраструктурные предприятия, обеспечивающие их морехозяйственную деятельность. Эффективное функционирование рыбопромыслового флота, по мнению авторов, зависит от наличия привлекательных условий ведения бизнеса в рамках отечественных береговых инфраструктурных предприятий, к которым относятся и судоремонтные компании.

Для проведения качественного исследования использовались различные научные подходы, такие как системный, комплексный, ситуационный и целевой. В статье сгруппированы мнения экспертов по перспективам развития судоремонта в приморских регионах Арктической зоны России на примере Мурманской области.

Ключевые слова: судоремонтное предприятие, безопасное мореплавание, рыбопромысловый флот, перспективы развития, поставка запасных частей, кадровая проблема

Для цитирования: Храпов В.Е., Турчанинова Т.В. Техническое обслуживание и ремонт судов рыбопромыслового флота: проблемы и перспективы // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 126–135. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-126-135>

MAINTENANCE AND REPAIR OF FISHING FLEET VESSELS: PROBLEMS AND PROSPECTS

Vladimir E. Khrapov – Doctor of Economics, Associate Professor, Chief Researcher, Luzin Institute of Economic Problems, a separate division of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Federal Research Center Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, Apatity, Russia
Tatiana V. Turchaninova – Candidate of Economic Sciences, Associate Professor, Deputy General Director, Murmansk Marine Engineering Service LLC, Murmansk, Russia

Addresses:

1. The Luzin Institute of Economic Problems is a separate division of the Federal State Budgetary Institution of Science of the Federal Research Center «Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences» – Russia, 184209, Murmansk Region, Apatity, Fersman St., 24A
2. Murmansk Marine Engineering Service LLC – Russia, 183001, Murmansk, Tralovaya St., 2

Annotation. Due to the sanctions policy of the United States and EU countries, domestic fishing companies were forced to abandon the previously prevailing business conditions. Currently, companies are focusing on the domestic coast and onshore infrastructure enterprises that support their maritime activities. The effective functioning of the fishing fleet, according to the authors, depends on the availability of attractive business conditions within the framework of domestic coastal infrastructure enterprises, which include ship repair companies.

Various scientific approaches, such as systematic, integrated, situational, and targeted, were used to conduct qualitative research. The article summarizes the opinions of experts on the prospects for the development of ship repair in the coastal regions of the Arctic zone of Russia using the example of the Murmansk region.

Keywords: ship repair company, safe navigation, fishing fleet, development prospects, supply of spare parts, personnel problem

For citation: Khrapov V.E., Turchaninova T.V. (2025). Maintenance and repair of fishing fleet vessels: problems and prospects. // Fisheries. No. 3. Pp. 126–135. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-126-135>

Рисунки – авторские / The drawings were made by the author

На III конференции «Судоремонт, модернизация, комплектующие», проходившей в г. Санкт-Петербург в сентябре 2024 г., эксперты пришли к выводу, что «Судоремонт перестал быть бледной тенью судостроения, и ситуация в отрасли стала обсуждаться и восприниматься как отдельное важное направление, обеспечивающее развитие и безопасность судоходства» [9]. В настоящее время в каждом приморском регионе идет поиск эффективных методов возрождения или создания индустриального судоремонта. Так, в Мурманской области находятся на рассмотрении пять проектов создания индустриальных судоремонтных предприятий. Подобная ситуация существует и в Архангельской области, где компетенции судостроения желают перенести в судоремонтную отрасль и хотят реализовать проект строительства нового судоремонтного предприятия [2].

Этот интерес к судоремонту обоснован, так как за последние тридцать лет наши судовладельцы из различных отраслей экономики ориентировались на получение услуги судоремонта в иностранном порту и на иностранном судоремонтном предприятии. Но санкционная политика США и стран ЕС по отношению к российским судовладельцам заставила их вернуться на отечественные судоремонтные предприятия, где их никто не ждал, и многолетняя стагнация судоремонтных предприятий способствовала этому. Следует понимать, что возникшие проблемы с судоремонтом вызваны не только санкционной политикой недружественных стран, но и изменением условий ведения бизнеса в стране с переориентацией на отечественного производителя.

В настоящее время флот рыбной промышленности России состоит из 2000 судов, которые необходимо ремонтировать и проводить техническое обслуживание, обеспечивающее безопасное мореплавание. По оценкам экспертов, объем судоремонтных услуг приморских регионов РФ оценивается в 144 млрд руб. к 2035 г., против 8,0 млрд руб. в 2020 г. [12]. Ремонта требуют и будут требовать не только суда, находящиеся в эксплуатации, но и вновь построенные, а, как заявил премьер-министр РФ М.В. Мишустин, к 2035 г. необходимо построить 986 судов гражданского назначения [6]. В частности, при осуществлении работ на трассе Северного морского пути, по заявлению экспертов, уже в 2025 г. возникают проблемы с ремонтом судов. На форуме «Арктика: настоящее и будущее», проходившем в декабре 2024 г., главный инженер ЦМКБ «Алмаз» Михаил Алешин заявил, что в 2025 г. встанет остро

вопрос ремонта и обслуживания, работающих на Северном морском пути, судов. Он считает, что существующих судоремонтных мощностей недостаточно. Поскольку флот, работающий на СМП, достигнет 170 единиц транспортных единиц и порядка 600 судов вспомогательного флота на протяженности всего маршрута СМП [4], то придется решать проблему обслуживания этих судов.

Информационно-аналитическое агентство «Порт Ньюс» сообщало, что, по оценке ФАНУ «Востокгосплан», для обеспечения растущих грузоперевозок по Северному морскому пути к 2035 г. необходимо построить 25 доков, включая 4-5 доков размерами 350 п.м. (16,0 тыс. т грузоподъемности) и 15-20 доков размерами 150-200 п.м. (8,0 – 10,0 тыс. т грузоподъемности) [5]. Поэтому необходимо, по нашему мнению, рассматривать проблемы, стоящие перед судоремонтной отраслью, комплексно, привлекая к этому решению и судовладельцев, и судоремонтные предприятия, и государство.

На III конференции «Судоремонт, модернизация, комплектующие» многие эксперты выражали свои мнения о состоянии судоремонта в РФ в настоящее время и о тех проблемах, которые необходимо преодолеть. Обобщив все их высказывания и мнения, мы сформулировали следующие выводы по результатам конференции:

- несмотря на высокий спрос на услуги судоремонта, судоремонтные предприятия с трудом, но справляются с высоким спросом;
- в настоящее время существуют серьезные проблемы с обслуживанием гражданского флота на Дальнем Востоке, Северо-Западе и в Арктике;
- в данной временной ситуации сложился дефицит судоподъемных мощностей на судоремонтных предприятиях. Как пример, в Балтийском бассейне для ремонта ледоколов есть только два дока и два предприятия, способных выполнить данный вид ремонта, а в Архангельской области загрузка действующих доков запланирована более чем на два года вперед;
- отсутствие конкуренции между судоремонтными предприятиями сказывается на стоимости услуг по обслуживанию и ремонту судов;
- рост цены на судоремонтные услуги не приводит к качественным переменам в технологии ремонта судна;
- на судоремонтных предприятиях не проводят модернизацию и обновление, в связи с возросшим спросом со стороны судовладельцев;

- существует серьезный запрос на формирование прозрачной и понятной системы ценообразования в судоремонте;
- на судоремонтных предприятиях, также, как и у заказчика, отсутствуют утвержденные каким-либо уполномоченным органом трудозатраты и стоимость работ;
- отсутствие адаптированных программных продуктов для планирования организации судоремонта;
- необходимо поручить ЦТСС и ЦНИМФ разработать нормативы внутриотраслевого уровня для судоремонтных работ;
- предлагается создать на уровне государства структуру, которая будет заниматься регулировкой вопросов ценообразования в судоремонте;
- принятые в июле 2023 г. изменения в Налоговый кодекс РФ по установлению нулевой ставки НДС для судоремонтных предприятий, при выполнении определенных условий, не работает. Из 1,4 тыс. судоремонтных предприятий пользуются этой льготой только 4. Требуется доработка этого изменения;
- для сокращения дефицита судоподъемных мощностей предлагается активное использование водолазного осмотра;
- Российский морской регистр судоходства (РС, Регистр) предлагает новые сервисные услуги, направленные на поддержку и развитие судоремонтного бизнеса;
- бизнес и государство стало уделять судоремонту большое внимание;
- поставщики материалов, производители комплектующих и другой нужной продукции стали ориентировать свою работу на удовлетворение потребностей именно судоремонтных предприятий;
- проблем в судоремонте по-прежнему множество, но решение зависит от совместных усилий государства и бизнеса;
- бизнес в различных сферах экономики готов включиться в процесс обновления и создания современного высокотехнологического судоремонта;
- государство должно создать эффективные и работающие механизмы для привлечения инвестиций в развитие российского судоремонта [17].

Трудно не согласиться со сформулированными выводами и оценкой проблем, которые сложились в судоремонтной отрасли за последние тридцать лет, усугубившиеся в результате санкционной политики стран ЕС и США, но, по нашему мнению, это не все. Необходимо вскрыть истинные проблемные вопросы, возникшие за последние годы на отечественных

судоремонтных предприятиях, так как без этого невозможно сформулировать цели и задачи инновационного развития этой отрасли в перспективе.

Авторы исследования связаны долгой трудовой деятельностью с судоремонтными предприятиями Кольского полуострова и знают с профессиональной точки зрения о проблемах и состоянии судоремонтных предприятий Мурманской области. Результаты, выполненных авторами на судоремонтных предприятиях исследований, отражены в более ста научных работах, поэтому их мнение будет интересно в рамках проводимых дискуссий.

Заявление экспертов на III конференции «Судоремонт, модернизация, комплектующие», что отечественные судоремонтные предприятия не смогли выдержать конкуренцию с зарубежными судоремонтными предприятиями, по нашему мнению, не соответствует действительности. Стагнация береговых предприятий, и в том числе судоремонтных, произошла из-за изменения условий хозяйствования и перехода от плановой экономики к рыночной. В тот момент не было никакой конкуренции, так как судовладелец имел полное право на собственное решение по размещению судов в ремонт. Он мог разместить судно в ремонт в п. Ставангер или п. Киркенес в Норвегии, а мог уйти на ремонт в Польшу, Литву или в иной зарубежный порт, или прийти в российский порт. В тот момент он даже и не рассматривал судоремонтное предприятие Мурманска, так как ему было лучше и выгоднее за границей.

Хотя следует отметить, что некоторые рыбодобывающие компании за эти тридцать лет не изменяли своему отечественному берегу и всегда все ремонты и мероприятия технического обслуживания судов, в том числе модернизацию, выполняли только на отечественных предприятиях. Для них конкуренция была выиграна отечественными сервисными и судоремонтными компаниями, и сейчас они находятся в привилегированном положении, пользуясь услугами отечественных предприятий.

Под **конкуренцией** следует понимать соперничество субъектов рыночных отношений (предпринимателей) за лучшие условия и результаты коммерческой деятельности [14; 16]. Но «Мурманская судовой верфь» никогда не соперничала с судоремонтными предприятиями зарубежных стран. В девяностые годы мы посещали судоремонтные предприятия Норвегии, Финляндии, Дании и сравнивали их техническую и технологическую готовность с ПОСП «Мурманская судовой верфь». В то время «Мурманская судовой верфь» уступала лишь в не-

котором разнообразии оснастки и приспособлений, облегчающих труд судоремонтников. Во всем остальном и даже в квалификации работников «Мурманская судовой верфь» превосходила зарубежные компании. Кроме этого,

г. Клайпеда (Западный судоремонтный завод); г. Находка (Приморремрыбфлот) и т.д. Все это были индустриально-развитые судоремонтные предприятия ни техническими средствами, ни технологиями не уступающие зарубежным аналогам.

Рассматривая ситуацию, сложившуюся на Северном рыбопромышленном бассейне в период перехода к рыночной экономике, были выполнены исследования на предприятиях рыбной отрасли Северного рыбопромышленного бассейна и изучены причины резкой стагнации береговых инфраструктурных предприятий, обеспечивающих морехозяйственную деятельность [20]. Обратившись к историческим фактам, в процессе исследования было установлено, что основные процессы реструктуризации предприятий рыбной отрасли Северного рыбопромышленного бассейна привели к дроблению традиционных субъектов хозяйствования, чему способствовало акционирование флота – создавали дочерние предприятия, наделяли их квотой на вылов морских биоресурсов. Были поделены на части ОАО «Мурманский траловый флот», ОАО «Мурманрыбпром» и все остальные флоты Северного рыбопромышленного бассейна. Некогда мощное, индустриально-развитое производственное объединение судоремонтных предприятий «Мурманская судовой верфь» разделилось в первой стадии на 5 акционерных обществ, и процесс продолжался



за время своей трудовой деятельности мы посещали многие судоремонтные предприятия Министерства рыбной промышленности и хозяйства СССР: г. Астрахань (Астраханская судовой верфь); г. Петропавловск-Камчатский (Петропавловск-Камчатская судовой верфь);

вплоть до банкротства этих пяти акционерных обществ. Затем в порту Мурманск появилось более 50-ти частных судоремонтных предприятий, как результат структурных преобразований государственных, а позже – акционерных судоремонтных предприятий. В тот период

процессы структурных преобразований привели к обвалному падению производства и началу стагнации береговых инфраструктурных предприятий, ранее обеспечивающих рыбопромысловую деятельность флотов рыбной отрасли. Вылов рыбы сократился более чем в 2 раза, что напрямую было связано с существенными изменениями сырьевой базы Мирового океана и преждевременным списанием рыбопромысловых судов.

С 1990 по 1999 год было списано 117 крупнотоннажных добывающих судов, однако 40% от этого количества не отработали нормативного срока службы, а 8,5% пошли на металлолом в возрасте 11-16 лет. Уход флота из отдаленных районов промысла привел к снижению объемов перевозимой транспортными судами рыбопродукции с 1083 тыс. т в 1990 г. до 51 тыс. т в 1995 г., т.е. в 21 раз меньше. За этот период списано 13 приемо-обработывающих плавучих заводов из 14, списано и продано 17 транспортных рефрижераторов, остальные переданы в траст под иностранным управлением и «удобным флагом». В результате этих беспрецедентных изменений крупнейший приемотранспортный флот «Северыбоходфлот» прекратил свое существование как структурная единица Северного рыбопромыслового бассейна [20].

Для ответа на вопрос: почему российским рыбодобытчикам был так привлекателен зарубежный берег, нужно подробно вскрыть все причины и понять, что необходимо сделать, чтобы российский берег стал привлекательным для отечественных рыбопромышленников не только на период действия санкций зарубежных стран, а навсегда. По нашему мнению, самые важные изменения в период перехода к рыночной экономике, в условиях хозяйствования, были связаны с либерализацией внешнеэкономической деятельности предпринимательских структур в РФ. Либерализация внешнеэкономической деятельности, при ужесточении таможенной и налоговой политики, наличие у Северного рыбопромыслового бассейна относительно доступного экспортного сырья в виде трески, пикши и северной креветки переориентировали работу добывающего флота на внешний рынок. Выловленная российскими флотами «валютная» рыба, минуя российские порты Мурманск и Архангельск, уходила в Норвегию, Данию, Польшу и другие страны. Именно с этого момента иностранные государства со скоростью «локомотива» начали создавать привлекательные условия российским рыбопромышленникам для ведения бизнеса на зарубежной территории. В первую очередь, рос-

сийские рыбаки получили льготные кредиты в иностранных банках через посредников или напрямую под будущую выловленную рыбу. В российских банках они не могли получить столь выгодные кредиты. Во-вторых, заходы в иностранные порты для смены экипажа, получения снабжения, ремонта были максимально упрощены в сравнении с отечественными портами. Например, заход в порт Мурманск воспринимался моряками-рыбаками как заход «во вражеский порт». В-третьих, стали создаваться судоремонтные мощности в иностранных портах для ремонта российских судов. Например, в порту Киркенес (Норвегия) была построена судоремонтная верфь с крытым эллингом для докования рыбопромысловых судов. Иностранные государства в тот период шли навстречу нашим судовладельцам и разрешали им брать в аренду складские помещения, разрешали на их территории проводить ремонт рыбопромысловых судов с привлечением судоремонтников российских компаний. Российские поставки рыбы в норвежские порты в 1999 г. составили 182 тыс. т, из которых объем тресковых поставок – 40% от общего объема поступившей в Норвегию трески. Несмотря на то, что в тот период ежегодно снижались квоты российской стороны на вылов трески, доля продажи этой рыбы Норвегии постоянно растет (1996 – 26%, 1999 – 40%) [20]. Причем, никто из российских рыбопромышленников не ссылаясь на какую-то конкуренцию, потому что стоимость судоремонтных услуг иностранных судоремонтных предприятий была всегда выше отечественных судоремонтных компаний. И ни о какой конкуренции с отечественными судоремонтными предприятиями не стоит вести речь экспертам, поскольку судоремонтные работы в портах Дании, Норвегии, Польши и т.д. на российских рыбопромысловых судах выполняли судоремонтники, привезенные из порта Мурманск по судовым ролям ремонтируемого судна.

Российские рыбодобывающие компании, убедившись, что стоимость судоремонтных работ на иностранных судоремонтных предприятиях велика, быстро сориентировались и стали использовать российских судоремонтников для ремонта собственных судов в иностранных портах или на судоремонтных предприятиях. В самом начале иностранные судоремонтные предприятия предоставляли россиянам в аренду производственные площади, обеспечивали жильем и создавали необходимые условия для ведения бизнеса у них в стране (Дания, Норвегия), но затем, после того, как они убедились, что российские судовладельцы «втянулись»

в такую схему ведения бизнеса, они стали за-прещать работу судоремонтного и иного харак-тера без разрешения на работу в своей стране. Именно тогда российских судоремонтников стали включать в судовую роль судна, то есть судоремонтники жили на судне и выполняли необходимые судоремонтные работы. И если судоремонтная верфь в Киркенесе «КИМЕК» выполняла доковый ремонт собственными си-лами, то ремонт механизмов судовладельцы осуществляли самостоятельно с привлечени-ем российских судоремонтников. Все станоч-ные и иные работы, требующие необходимо-го станочного оборудования, выполнялись в рамках иностранного судоремонтного пред-приятия. При этом, норвежские судоремонт-ные предприятия пригласили на работу, снаб-див рабочий визой, многих судоремонтников из Мурманска и Архангельска с последующим им предоставлением гражданства.

Судовладельцы-рыбаки всегда свой выбор в пользу норвежских судоремонтных пред-приятий объясняли тем, что норвежские пор-ты ближе к районам промысла, и поэтому заходы в них, для поддержания или обеспече-ния собственного бизнеса, экономически вы-годны. Таким образом, за тридцать лет этот бизнес, ориентированный на «зарубежный берег» и зарубежные компании, успешно развивался и стал устойчивым. Рыбодобыва-ющие предприятия в рыбной отрасли имели высокие экономические показатели, а бе-реговые отечественные инфраструктурные предприятия стагнировали, что подтвержда-ют результаты проведенных не только нами, но и другими экспертами исследований [7; 8; 15]. Причем, по нашему мнению, обви-нять в этом собственников рыбодобывающих компаний не стоит, так как они предприни-матели и должны заботиться об эффектив-ности собственных компаний. Мы считаем, что ситуацию могло бы изменить только го-сударство, которое наделяет рыбодобыва-ющие предприятия квотами на вылов рыбо-продукции и не ставит перед ними никаких обязательств. Рыночная экономика разреши-ла рыбопромышленникам жить под девизом: «Рыба ищет, где глубже, а рыбопромышлен-ник – где лучше» [1]. За последние тридцать лет рыбодобывающие компании вели бизнес так, что социально-экономически развивал-ся иностранный берег, а отечественные ин-фраструктурные предприятия переживали стагнацию. Причем данная ситуация сложи-лась не только в Северном рыбопромысло-вом бассейне, но и во всех прибрежных ре-гионах РФ. Мурманские рыбаки развивали порты Норвегии, а рыбаки дальнего Востока

развивали Республику Корея. Но не только вышеперечисленные особенности были при-чиной ухода рыбопромысловых судов к ино-странным судоремонтным предприятиям.

Еще одной причиной был порядок поставки запасных частей для ремонта судовых механиз-мов в иностранных портах, который отличал-ся от поставки на российские судоремонтные предприятия. Поскольку на всех рыбопро-мысловых судах были установлены судовые механизмы иностранных производителей, то в порту Мурманск, при поставке судовых запас-ных частей илиновых механизмов, возникали вопросы с таможенным оформлением. Напри-мер, запчасти для ремонта главного двигате-ля на судно ООО «Газфлот» из порта Киркенес (Норвегия) до порта Мурманск (Россия), рас-стояние между которыми лишь 230 км, достав-ляли 45 суток. При этом, на любое судоремонт-ное предприятие стран ЕС запчасти и судовые механизмы подвозили к борту и грузили на судно без оформления таможенных платежей. В результате сроки ремонта судна на иностран-ном судоремонтном предприятии сокраща-лись в разы. Поэтому и появились на Север-ном рыбопромысловом бассейне «незаходные» рыбопромысловые суда в количестве 74 ед. и с объемом возможного судоремонта в разме-ре 4,0 млрд руб. [18]. Судовладельцы россий-ских рыбопромысловых компаний не желали проводить таможенную очистку для этих зап-частей и механизмов, не платили НДС и поэто-му не заходили в отечественные порты.

Законодательная либерализация внешне-экономической деятельности в РФ позволила выйти российским рыбодобытчикам на ино-странные рынки, а иностранные государства создали привлекательные условия для ведения бизнеса на своей территории для российских рыбодобывающих компаний, а именно:

- выгодная доступность получения в ино-странных банках кредитов под залог вылов-ленной рыбы;
- привлекательные условия при заходе рос-сийских рыбопромысловых судов в ино-странные порты;
- предоставление на первой стадии возмож-ностей получить в аренду складские поме-щения;
- разрешение проводить ремонт рыбопро-мысловых судов на территории иностран-ных государств с привлечением российских судоремонтников;
- упрощенная система поставки запасных ча-стей для ремонта судовых механизмов и их модернизации в иностранных портах.

Поэтому мы убеждены, что важно с самого начала не прикрываться некой конкуренцией,

а правильно оценить, почему отечественные рыбопромысловые компании ушли на обслуживание в иностранные государства. По нашему мнению, кроме проблемных вопросов, сформулированных в рамках проводимых конференций, заслуживают внимание следующие моменты. На сегодняшний день запасные части для ремонта и технической эксплуатации рыбопромысловых судов поставляют судовладельцы. Судоремонтные предприятия не занимаются поставкой запасных частей. В беседах с судовладельцами рыбопромысловых флотов (судов) мы установили, что проблема с комплектацией ремонтов судовых механизмов запасными частями стоит по-прежнему. Из-за санкционной политики невозможно приобрести ЗИП на двигатели фирмы «Вяртсила», и их стоимость возросла в 3-4 раза. Многие судовладельцы пошли по пути замены механизмов, например, ранее установленные вспомогательные двигатели рыбопромыслового судна фирмы «Мерседес», судовладелец, в связи с невозможностью поставки запасных частей, вынужденно меняет на вспомогательные двигатели китайских производителей. В лучших условиях сегодня находятся судовладельцы, у которых на судах стоят двигатели фирмы «SKL» ГДР, запчасти для которых делает КНР и Вьетнам. Если вспомнить времена плановой экономики, то для этих двигателей советские судоремонтные предприятия изготавливали огромную номенклатуру ЗИП. Причем запчасти изготавливались как в РСФСР, так и на Украине. Но в настоящий момент все частные судоремонтные предприятия потеряли эти компетенции и не участвуют в изготовлении судовых запасных частей расширенной номенклатуры. В данный момент судовладельцы рыбопромысловых компаний, построившие новые траулеры в рамках первого этапа программы «Квота под киль», но имеющие запасные судовые механизмы для второго этапа, задумались о том, стоит ли участвовать в программе второго этапа, а может быть лучше оставить судовые механизмы в качестве запасных частей для уже построенных судов. Ведь без запасных частей рыбопромысловые суда обречены на простой или большие модернизационные работы. В настоящее время отечественная промышленность не может предложить никакой альтернативы для судовых механизмов иностранного производства, установленных на рыбопромысловых судах [10, 11, 13]. Нужно серьезно задуматься над решением этой проблемы.

Сейчас, при возвращении в родной порт судов различных назначений, возникают огромные сложности с их размещением в ремонт

на российских судоремонтных предприятиях, поскольку даже при наличии производственных мощностей существует **проблема с кадрами**. За период в 30 лет отечественные судоремонтные предприятия растеряли свой кадровый потенциал, накопленный во время плановой экономики. Мы проводили исследование и убедились в том, что средний возраст работников частных судоремонтных предприятий Мурманской области составляет 59 лет, причем инженерно-технические работники – 62 года, рабочие – 57 лет. Это говорит о том, что нет притока в судоремонт молодых работников, а если и есть, то очень небольшой [3].

Мы установили, что на частных судоремонтных предприятиях отсутствуют полноценные конструкторско-технологические подразделения, что не позволяет создавать или искать новые технологии, материалы или технологическое оборудование. Также было установлено, что катастрофически падает квалификация как рабочих, так и ИТР, поэтому многие, ранее используемые, компетенции утеряны. Например, на судоремонтных предприятиях часто встает вопрос сварки наружной обшивки атомных ледоколов, а титановые сплавы «варят» единицы (по многим причинам). В настоящее время много говорят о необходимости использования новых конструктивных сталей, например, высоко азотистых, которые отличаются высокой прочностью и диапазоном температур, но этого на судоремонтных предприятиях Мурманской области не наблюдается [19]. Поэтому «еще вчера» нужно было ставить вопрос, где взять кадры для судоремонтных предприятий. Ведь даже если будут построены дополнительно судоремонтные мощности в Мурманской области, то кто на них будет работать.

Стоит обратиться к практике работы ПОСП «Мурманская судовой верфь» во времена плановой экономики и вспомнить, что «Мурманская судовой верфь», кроме собственного центра подготовки кадров, имела собственное профессиональное техническое училище (ПТУ №12). Каждый год после окончания ПТУ приходили на работу на предприятие по разным судоремонтным специальностям не менее 100 человек. Причем, ребята через 6-8 месяцев уходили в Советскую Армию, получив через ДОСААФ и другие профессии, востребованные в армии. Возвращались на ПОСП «Мурманская судовой верфь», как правило, 30-40 человек, которые через определенное время становились «элитой» среди судоремонтников. Поэтому уже сегодня необходимо определять направления кадровой

политики для судоремонта Мурманской области и как можно быстрее приступить к ее реализации. По нашему мнению, в этой программе должны участвовать правительство области, правительство г. Мурманск, основные судовладельцы, имеющие порт приписки Мурманск, судоремонтные предприятия всех форм собственности, учебные заведения профессионального, среднего и высшего образования, научные центры, институты и т.д., поскольку судоремонтники самостоятельно с этой задачей не справятся.

Рамки научной статьи не позволяют охватить все проблемы, стоящие на пути к инновационному развитию судоремонтных предприятий, но, подводя итоги обсуждения материалов III конференции «Судоремонт, модернизация, комплектующие», мы предлагаем к рассмотрению в будущем следующие вопросы:

- исследование истинных причин ухода в иностранные порты и на иностранные судоремонтные предприятия российских судовладельцев для того, чтобы положить их в основу создания привлекательных условий для отечественных судовладельцев в родных портах;
- рассмотрение отдельной программы обеспечения судоремонтной отрасли сменными запасными частями для судовых механизмов;
- определение целей и программы обеспечения необходимыми профессиональными кадрами существующие и вновь создаваемые судоремонтные предприятия.

Судоремонтные компании должны быть уверены, что, в случае снятия санкций, российские судовладельцы, особенно рыбопромысловые компании, не вернутся к прежней схеме хозяйствования, в связи с тем, что условия на иностранных судоремонтных предприятиях будут более привлекательными, чем в отечественных портах. Именно поэтому важно не объяснить одним словом – конкуренция, а объективно вскрыть все эти причины.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: В.Е. Храпов – идея статьи, подготовка статьи и ее окончательная проверка; Т.В. Турчанинова – сбор и анализ данных, подготовка обзора литературы, корректировка текста статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest. Contribution to the work of the authors: V.E. Khrapov – the idea of the article, the preparation of the article and its final verification; T.V. Turchaninova – data collection and analysis, preparation of a literature review, correction of the text of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Анализ и оценка «Временного положения в порядке распределения на конкурсной основе квот на вылов (добычу) морских биологических ресурсов между пользователями Мурманской области» на предмет учета в нем интересов судовладельцев и береговых предприятий рыбопромышленного комплекса области: Отчет НИР. Институт экономических проблем Кольского научного центра Российской академии наук; научный рук. Васильев А.М.; отв. исп. Васильев А.М., Куранов Ю.Ф. – Апатиты: Фонды ИЭП КНЦ. 2003. 56с.
2. Ассоциация поставщиков нефтегазовой промышленности «Созвездие» / Режим доступа: <https://sozvezdye.org/сформирована-программа-iii-конференции> (дата обращения 27.12.2024)
3. Василенкова Н.В. Кадровый потенциал судостроительно-судоремонтного комплекса промышленности России. // Экономика и предпринимательство. 2019. № 8 (109). С. 91-93.
4. Вопрос ремонта и обслуживания работающих на СМП в 2025 году. / Режим доступа: <https://portnews.ru/news/371502/> (дата обращения 20.12.2024)
5. «Востокгосплан» необходимо построить 25 доков к 2035 году. / Режим доступа: <https://portnews.ru/news/354529> (дата обращения 16.12.2024)
6. В России до 2035 году построят 985 судов гражданского назначения. / Режим доступа: <https://tass.ru/ekonomika/19467751> (дата обращения 27.12.2024)
7. Зеленцов А.В. Принципы распределения рыбных ресурсов в Норвегии. // Рыбное хозяйство. 2001. № 6. С. 54-57.
8. Иванов А.В. Теплицкий В.А. Совершенствование управления внешнеэкономической деятельностью рыбохозяйственного комплекса России. // Рыбное хозяйство. 2014. № 2. С. 27-28.
9. III конференция «Судоремонт, модернизация, комплектующие» / Режим доступа: https://www.rosmorport.ru/filials/spb_news_main/55638 (дата обращения 27.12.2024)
10. Макурин А. Кому нужны наши ржавые станки? // Аргументы и факты. 2018. № 36. Режим доступа: URL:www.AIF.RU (дата обращения 17.10.2024)
11. Мельковская К.Р. Проблемы функционирования российских машиностроительных предприятий. // Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20211759> (дата обращения 16.01.2025)
12. Объем российского рынка судоремонта к 2035 году. / Режим доступа: <https://portnews.ru/news/335807> (дата обращения 19.12.2024)
13. Половинкин В.Н., Фомичев А.Б. Современное состояние и проблемы развития отечественного машиностроения. // Режим доступа: <https://proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4639> (дата обращения 27.10.2024)
14. Половникова Н.А., Блохин М.С. Конкурентоспособность предприятия: сущность и оценка. // Журнал: Economy and Business. The oryand Practice. СПб. 2023. Vol 5-3 (99). Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/konkurentosposobnost-predpriyatiya-suschnost-i-otsenka/viewer> (дата обращения 11.11.2024)
15. Храпов В.Е. [и др.]. Состояние и тенденции рыбохозяйственной деятельности в Северном бассейне:

- проблемы и перспективы. Монография – Апатиты: Издательство ФИЦ КНЦ РАН. 2024. 193с. ISBN 978-5-91137-506-5 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67685866> (дата обращения 27.12.2024)
16. Стахин Д.Б., Нарежнева А.В., Ананина Р.Ф., Суслова Ю.Ю., Волошин А.В. Теоретические аспекты конкурентоспособности и ее особенности в креативной экономике. // Экономические науки. 2024. №1 (230). С.170-175. DOI: 10.14451/1.230.170 Режим доступа: https://ecs.n.ru/wp-content/uploads/202401_170.pdf (дата обращения 13.01.2025)
 17. Судоремонт в фазе перезапуска. 15 октября 2024 от Portnews / Режим доступа: <https://portnews.ru/comments/3504/> (дата обращения 27.12.2024)
 18. Турчанинова Т.В., Храпов В.Е. Цифровая трансформация частных судоремонтных предприятий Приморского региона: проблемы и перспективы – Апатиты: Изд-во Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина, ФИЦ КНЦ РАН. 2022. 151 с. doi:10.37614/978.5.91137.463.1. Режим доступа: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48559429_81831033.pdf (дата обращения 19.12.2024)
 19. Храпов В.Е., Турчанинова Т.В. Механизмы пространственного взаимодействия предприятий с единичным и мелкосерийным производством в приморском регионе– Апатиты: Изд-во КНЦ РАН. 2015. 105 с.
 20. Храпов В.Е., Храпова Т.В. Рыночные преобразования на судоремонтном предприятии: учеб. пособие – Мурманск: Максимум. 2002. 358 с.
 8. Ivanov A.V. Teplitsky V.A. (2014). Improving the management of foreign economic activity of the Russian fisheries complex. // Fisheries. No. 2. Pp. 27-28. (In Russ.)
 9. III conference “Ship repair, modernization, components” / Access mode: https://www.rosморпорт.ru/filials/spb_news_main/55638 (accessed 12/27/2024). (In Russ.)
 10. Makurin A. Who needs our rusty machines? // Arguments and facts. 2018. № 36. Access mode: URL:www.AIF.RU (accessed 17.10.2024). (In Russ.)
 11. Melkovskaya K.R. Problems of functioning of Russian machine-building enterprises. // Access mode: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=20211759> (accessed 16.01.2025). (In Russ.)
 12. The volume of the Russian ship repair market by 2035./ Access mode:<https://portnews.ru/news/335807> (accessed 12/19/2024). (In Russ.)
 13. Polovinkin V.N., Fomichev A.B. The current state and problems of development of domestic engineering. // Access mode: <https://proatom.ru/modules.php?name=News&file=article&sid=4639> (accessed 27.10.2024). (In Russ.)
 14. Polovnikova N.A., Blokhin M.S. (2023). Competitiveness of an enterprise: essence and assessment. // St. Petersburg. Journal: Economy and Business. The oryand Practice. Vol 5-3 (99). Access mode: <https://cyberleninka.ru/article/n/konkurentosposobnost-predpriyatiya-suschnost-i-otsenka/viewer> (accessed 11.11.2024). (In Russ.)
 15. Khrapov V.E. [et al.]. (2024). The state and trends of fisheries management in the Northern Basin: problems and prospects. Monograph – Apatity: Publishing house of FITC KSC RAS. 193 p. ISBN 978-5-91137-506-5 <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=67685866> (accessed December 27, 2024). (In Russ.)
 16. Stakhin D.B., Narezheva A.V., Ananina R.F., Suslova Yu.Y., Voloshin A.V. Theoretical aspects of competitiveness and its features in the creative economy. // Economic sciences. 2024. No. 1 (230). Pp.170-175. DOI: 10.14451/1.230.170 Access mode: https://ecs.n.ru/wp-content/uploads/202401_170.pdf (accessed 13.01.2025). (In Russ.)
 17. Ship repair is in the restart phase. October 15, 2024 from Portnews / Access mode: <https://portnews.ru/comments/3504/> (accessed 12/27/2024). (In Russ.)
 18. Turchaninova T.V., Khrapov V.E. (2022). Digital transformation of private ship repair enterprises in the Primorsky region: problems and prospects – Apatity: Publishing house of the Luzin Institute of Economic Problems, FITC KSC RAS. 151 p. doi:10.37614/978.5.91137.463.1. Access mode: https://www.elibrary.ru/download/elibrary_48559429_81831033.pdf (accessed 12/19/2024). (In Russ.)
 19. Khrapov V.E., Turchaninova T.V. (2015). Mechanisms of spatial interaction of enterprises with single and small-scale production in the Primorsky region- Apatity: Publishing house of KSC RAS. 105 p. (In Russ.)
 20. Khrapov V.E., Khrapova T.V. (2002). Market transformations at a ship repair enterprise: textbook. manual – Murmansk: Maximum. 358 p. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Analysis and assessment of the “Temporary situation in the order of distribution on a competitive basis of quotas for fishing (extraction) of marine biological resources among users of the Murmansk region” in order to take into account the interests of shipowners and coastal enterprises of the fishing industry of the region: The Research Report. Institute of Economic Problems of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; Scientific director. Vasiliev A.M.; translated from Spanish. Vasiliev A.M., Kuranov Yu.F. – Apatity: Funds of the IEP KSC. 2003. 56с. (In Russ.)
 2. Association of Suppliers of the oil and gas industry “Constellation” / Access mode: <https://sozvezdye.org/сформирована-программа-iii-конференции> (accessed December 27, 2024). (In Russ.)
 3. Vasilenkova N.V. (2019). Personnel potential of the shipbuilding and ship repair complex of the Russian industry. // Economics and Entrepreneurship. No. 8 (109). Pp. 91-93. (In Russ.)
 4. The issue of repair and maintenance of those working at the NSR in 2025. / Access mode:<https://portnews.ru/news/371502/> (accessed 20.12.2024). (In Russ.)
 5. Vostokgosplan needs to build 25 docks by 2035. / Access mode: <https://portnews.ru/news/354529> (accessed 12/16/2024). (In Russ.)
 6. 985 civil vessels will be built in Russia by 2035. / Access mode:<https://tass.ru/ekonomika/19467751> (accessed December 27, 2024). (In Russ.)
 7. Zelentsov A.V. (2001). Principles of fish resource allocation in Norway. // Fisheries. No. 6. Pp. 54-57. (In Russ.)
- Материал поступил в редакцию/ Received 26.03.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025



Методика выбора канатов для использования в качестве урезов на донном неводном (снюрреводном) промысле

Научная статья
УДК 639.2

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-136-140>
EDN: WZTVAM

Осипов Евгений Валериевич – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Промышленное рыболовство», Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия
E-mail: oev@mail.ru

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

Аннотация. В работе исследованы характеристики канатов, которые используются для изготовления урезов, и определены их важные параметры, также предложены простые методики для выбора эффективных канатов рыболовными компаниями и производителями орудий рыболовства. Показаны факторы, влияющие на эффективность работы урезов, и приведены на основе данных исследований уловистости оптимальные диапазоны характеристик канатов.

Ключевые слова: донный невод, урезы, методика определения эффективности

Для цитирования: Осипов Е.В. Методика выбора канатов для использования в качестве урезов на донном неводном (снюрреводном) промысле // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 136–140.
<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-136-140>



JUSTIFICATION OF ROPE PARAMETERS FOR USE AS EDGES IN BOTTOM SEINE FISHING (DANISH SEINE)

Evgeny V. Osipov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Industrial Fisheries, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

Address: Russia, 690087, Primorsky Krai, Vladivostok, Lugovaya str., 52B

Annotation. The paper examines the characteristics of ropes used to make edges and identifies their important parameters, and also proposes simple methods for selecting effective ropes by fishing companies and manufacturers of fishing gear. The factors influencing the efficiency of edges are shown, and the optimal ranges of rope characteristics are given based on the data from catchability studies.

Keywords: bottom seine, edges, efficiency determination methods

For citation: Osipov E.V. (2025). Justification of rope parameters for use as edges in bottom seine fishing (Danish seine) // Fisheries. No. 3. Pp. 136–140. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-136-140>

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

Урезы донных неводов (снюрреводов) выполняют функцию облова и поэтому к ним предъявляются определённые требования [1-3; 10]:

- 1) относительный вес, для того, чтобы канат находился на грунте и двигался по нему не зарываясь, что определяется диаметром каната и его весом в воде (Т1);
- 2) следующий критерий – это жёсткость каната, если канат слишком жесткий, то он плохо койлается и главное – не работает как фактор сгона рыб в область облова: отрывается от грунта и делает траекторию замата короткую, уменьшая площадь облова (Т2).

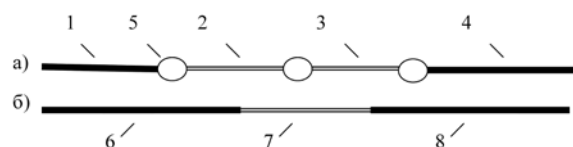
Урез выполняется из синтетического каната с металлическими каболками и производится на фабриках, где изготавливают стальные канаты и по жёсткости они уже на порядки больше синтетических.

Однако исследование, выше перечисленных требований и получения числовых зависимостей для определения канатов лучше пригодных для использования в виде урезов, в современной литературе [1-8] отсутствует, даются только параметры урезов. Также для промышленников стоит задача быстрого анализа образцов, который можно провести не в лабораторных условиях.

Для решения этих требований был использован анализ работы на снюрреводном промысле разных типов урезов различных производителей, который частично изложен в работах [1-5], связанный с использованием составных урезов для работы на больших глу-

бинах (рис. 1), на основе чего был разработан снюрревод, описанный в патенте [6]. Также использовались данные работы снюрреводами с разными урезами в 2024 году.

В задачи исследований ставилась разработка методики определения жёсткости каната в условиях отдела добычи предприятия. Проводились исследования четырех экземпляров канатов (рис. 2), предназначенных для использования на снюрреводном промысле (донными неводами) в качестве урезов разных производителей.



а – на МКРТМ «Виктория – II»; б – на СРТ 503 «Ольга»; 1 – Ø29 Геркулесс (Альбатрос), l=500 м; 2 – Ст. тросс Ø24, l=500 м; 3 – Ст. тросс Ø24, l=500 м; 4 – Ø29 Геркулесс (Альбатрос), l=500 м; 5 – вертлюги; 6 – Ø29 Геркулесс (Альбатрос), l=1000 м; 7 – Ст. тросс Ø22.5, l=800 м; 8 – Ø29 Геркулесс (Альбатрос), l=1000 м

Рисунок 1. Схемы урезов [2]

а – on MKRTM «Victoria – II»; б – on SRT 503 «Olga»; 1 – Ø29 Hercules (Albatross), l=500 m; 2 – Cable Ø24, l=500 m; 3 – Cable Ø24, l=500 m; 4 – Ø29 Hercules (Albatross), l=500 m; 5 – swivels; 6 – Ø29 Hercules (Albatross), l=1000 m; 7 – Cable Ø22.5, l=800 m; 8 – Ø29 Hercules (Albatross), l=1000 m

Figure 1. Schemes of cuts [2]

Таблица 1. Данные измерений и расчетов / **Table 1.** Measurement and calculation data

№ образца	Длина l , мм	Диаметр d , мм	Масса M , г	Стрелка прогиба f , мм	Нагрузка F , Н	Давление P , Па	Жёсткость EJ , Нм ²
1	906	28,4	921	109	88,6	351,141	0,218
2	375	32,0	415	109	90,4	339,263	0,228
3	392	26,0	273	114	66,4	262,768	0,183
4	440	28,6	416	125	99,4	324,298	0,353

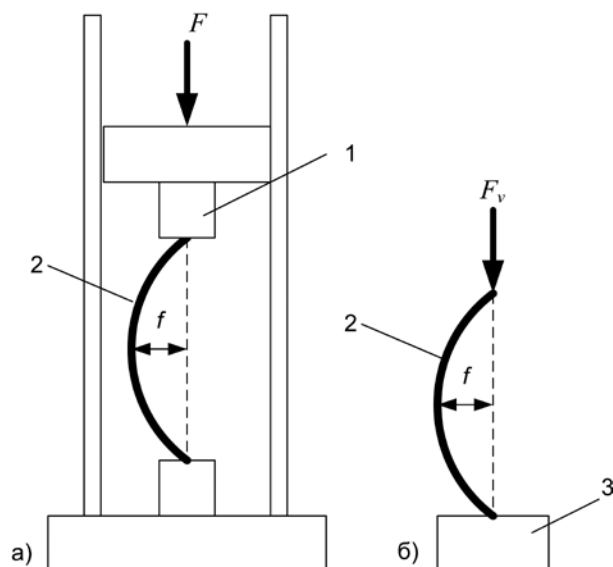

Рисунок 2. Образцы урезов

Figure 2. Samples of cuts

Давление каната на грунт (Т1) определяется

$$P = G/dl = Mg/dl, \quad (1)$$

где G – вес каната; M – масса каната; g – ускорение свободного падения; d – диаметр каната; l – длина каната.



а – установка для проведения испытаний;
б – электронные весы

Рисунок 3. Измерение диаметра каната
а – testing facility; б – electronic scales

Figure 3. Rope diameter measurement

Для измерения длины образцов использовалась миллиметровая линейка, для измерения диаметра канатов использовался штангенциркуль с точностью 0,1 мм, измерение проводилось по методике для стальных канатов [7].

Жёсткости каната (Т2) определим по формуле [7]

$$EJ = Fl_z^3/192f, \quad (2)$$

где F – изгибная нагрузка; l_z – длина образца каната; f – стрелка прогиба каната при воздействии силы F ; E – модуль упругости каната; J – момент инерции сечения каната.

Для измерения жёсткости использовалась методика, изложенная в работе [7], с учетом особенностей жёсткости комбинированных канатов. На рисунке 3 показаны два варианта для проведения экспериментов по определению жёсткости. Поскольку датчик у весов (рис. 3 б) находится в них, то для них F найдем:

$$F = F_v - G. \quad (3)$$

Данные измерений и расчетные значения по формулам (1) и (2) сведены в таблицу 1.

Результаты расчетов показывают, что образец №3 имеет минимальное давление на грунт и минимальную жёсткость, при этом наиболее изношен, данный урез будет иметь наименьшую уловистость, согласно пунктам 1 и 2. Образец №4 имеет наибольшую жёсткость, фактически в 1,5-2 раза больше, чем другие образцы, соответственно будет иметь меньшую уловистость по пункту 2 и плохо койлается в трюм. Образец №1 имеет наибольшее давление на грунт и вторую жёсткость, при отношении к диаметру каната, по пунктам 1 и 2 будет обеспечивать высокую уловистость. Образец №2 не эксплуатировался, имеет второе из всех образцов давление на грунт и наименьшую жёсткость, при отношении к диаметру каната, по всем пунктам 1 и 2 будет обеспечивать хорошую уловистость. В принципе, после определенного процесса эксплуатации, его параметры по давлению на грунт будут близки к образцу 1. Износ верхнего слоя будет совпадать с образцом №4.

На основе этих измерений и выводов получен обобщающий критерий Pd/EJ должен быть больше 43 (рис. 4), образцы №3 и №4, не удовлетворяющие требованиям, имеют меньшие значения и при этом, худший из исследуемых образцов, №4 – более минимальное значение.

Урез работает в воде и жёсткость обеспечивается стальными проволоками, которые могут быть диаметром 1 мм или 0,8 мм, соответственно с меньшим диаметром жёсткость каната будет меньше, остальная часть синтетическая. В качестве синтетической составляющей используется смесь полиэтилен-полипропилен (ПЕ/ПП), а также полиэстер (ПЭТ), который имеет отрицательную плавучесть с коэффициентом веса $k_w = 0,28$, а смесь полиэтилен-полипропилен – положительную и зависит от их процентного соотношения, у полиэтилена коэффициент веса $k_w = -0,08$, у полипропилена коэффициент веса $k_w = -0,13$. Образец №1 выполнен из полиэстера, а другие образцы из смеси полиэтилен-полипропилен, соотношение определялось по методике [9]: образец №2 ПЕ=30%/ПП=70%; образец №3 ПЕ=24%/ПП=76%; образец №4 ПЕ=24%/ПП=76% (выполнен на качественном оборудовании, с соблюдением технологии).

Для всех образцов коэффициент веса будет $k_w \approx 0,12$, однако, как показали подводные исследования, на глубинах свыше 200 м канат ПЕ/ПП имеет нейтральную плавучесть, поэтому урез, выполненный из полиэстера более предпочтителен, поскольку имеет отрицательную плавучесть. Однако важным фактором является истирание, которое зависит от множества параметров, одним из важных – является толщина нити, чем она больше, тем выше сопротивление истиранию. На рисунке 5 показано фото микроскопа двух нитей, в основном

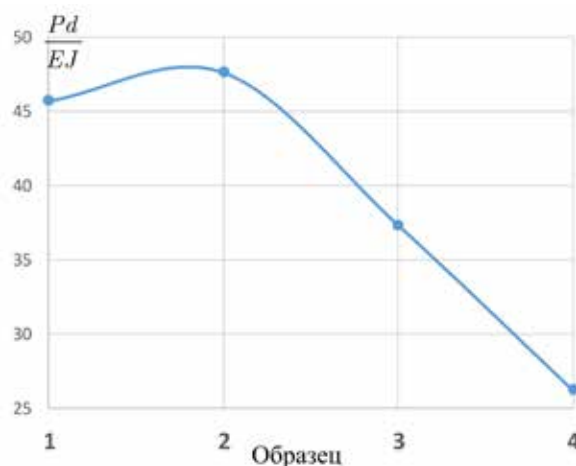


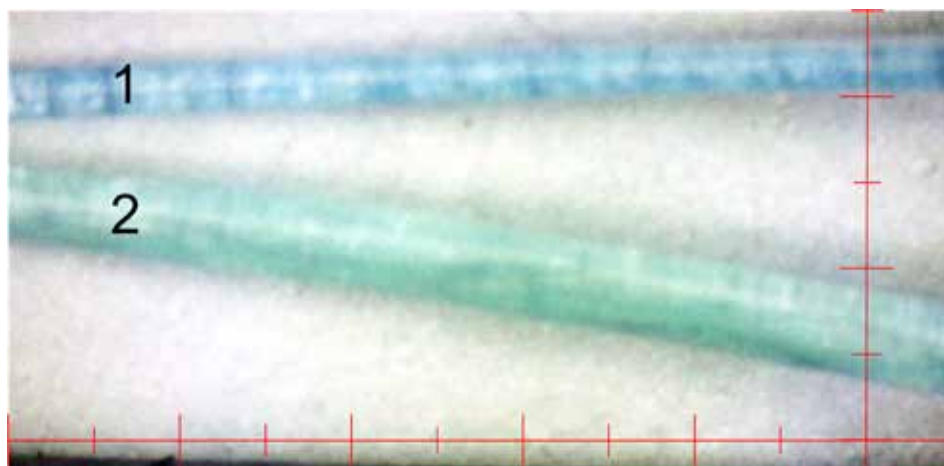
Рисунок 4. Значение критерия Pd/EJ соответствующих образцов

Figure 4. The value of the criterion Pd/EJ of the corresponding samples

используемых для производства урезом с определением диаметров фотометрическим методом.

Следующим фактором для нити ПЭ/ПП, для увеличения истирания, это количество полиэтилена и качество нити, например, образец №4 имеет нити более качественные, что определено было по методике [9], истираться будет медленнее, чем с таким же содержанием ПЭ образец №3. На Образец №1 выполнен из ПЭТ, который, в отличие от ПЭ/ПП, обладает жесткой молекулярной структурой и высокой степенью кристалличности, что повышает его устойчивость к механическому износу.

Следующим важным элементом конструкции для использования каната для уреза является сердечник, в тех случаях, если он рыхлый по заполнению, то необходимо сам урез



1 – нить $d = 0,28$ мм;
2 – нить $d = 0,54$ мм

Рисунок 5. Фото нитей, применяемых для производства канатов со шкалой промежуточного деления 0,5 мм

1 – thread $d = 0.28$ mm;
2 – thread $d = 0.54$ mm

Figure 5. Photo of the threads used for the production of ropes with an intermediate scale of 0.5 mm

делать с вертлюгами (рис. 1, а), поскольку во время замета возникают процессы сжатия, за счет крутки, и урезы могут деформироваться, что резко снижает его эффективность (нелинейно меняется жёсткость, снижается уловистость, плохо колется в трюм и наматывается на барабан).

ВЫВОДЫ

Несмотря на желания экономить на орудиях рыболовства, практика показывает, что необходимо, в первую очередь, ориентироваться на качество изделия, урез является важной составляющей, обеспечивающий улов на снюрреводе от 14% до 39% [10], поэтому правильный выбор каната – важная задача для отделов снабжения, который выбирают по алгоритму:

- 1) расчетом по формулам (1-3) критерия $Pd/EJ > 43$;
- 2) выбор состава синтетических каболок, в основном с учетом истирания: 1 – полиэстер; 2 – полипропилен-полиэтилен с нитками большего диаметра $d > 0,5$ мм; 3 – полипропилен-полиэтилен с нитками большего диаметра $d < 0,5$ мм.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Осипов Е.В., Павлов Г.С. Механика урезов снюрреводов. // Научные труды Дальрыбвтуза. 2005. № 17. С. 39–42.
2. Осипов Е.В., Павлов Г.С. Совершенствование техники и тактики промысла донными подвижными неводами в японском море. // Успехи рыболовства. 2006. С. 129–136.
3. Сошин А.В., Малых К.М., Лапшин О.М., Коваленко М.Н. Состояние техники и организации снюрреводного лова в прикамчатских водах // Труды ВНИРО. 2021. Т. 184. С. 46–60. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-184-46-60>. EDN ARENIS.
4. Осипов, Е. В. Павлов Г.С. Исследование уловов донными подвижными неводами в подзоне Приморья. Успехи рыболовства: Сб. науч. тр. – Владивосток: Дальрыбвтуз. 2008. С. 59–61
5. Осипов, Е. В. Павлов Г.С. Структура уловов донными подвижными неводами в подзоне Приморья. Материалы Международной научной конференции «Исследование Мирового океана». – Владивосток: Дальрыбвтуз. 2008. С. 204–206.
6. Патент на полезную модель № 56780 U1 Российская Федерация, МПК A01K 73/00. донный невод : № 2006115373/22 : заявл. 04.05.2006: опубл. 27.09.2006 / Е. В. Осипов, Г. С. Павлов. – EDN DWBCFF.
7. Руководство по применению стальных канатов и анкерных устройств в конструкциях зданий и сооружений/НИИ строит, конструкций Госстроя СССР. – М.: Стройиздат. 1978. 94 с.

8. Коваленко М.Н., Сошин А.В., Малых К.М. Совершенствование конструкций снюрреводов на Камчатке // Вопросы рыболовства. 2010. Т. 11, № 2(42). С. 356–367. EDN MSNXUN.
9. Осипов Е.В., Бородин П.А., Пилипчук Д.А. Определение соотношений полипропилен-полиэтилен в канатах и нитях с использованием инфракрасной спектроскопии // Научные труды Дальрыбвтуза. 2025. Т. 71, № 1. С. 183–192. <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2025-71-20>. EDN TWYTFS.
10. Осипов Е.В. Совершенствование донных неводов: монография – Владивосток: ТИНРО-центр. 2009. 56 с. ISBN 978-5-89131-088-9. EDN QLCPCD.

LITERATURE AND SOURCES

1. Osipov E.V., Pavlov G.S. (2005). Mechanics of the edges of electric drives. // Scientific works of Dalrybvtuz. No. 17. Pp. 39–42. (In Russ.)
2. Osipov E.V., Pavlov G.S. (2006). Improvement of techniques and tactics of bottom-moving seine fishing in the Sea of Japan. // Fishing successes. Pp. 129–136. (In Russ.)
3. Soshin A.V., Malykh K.M., Lapshin O.M., Kovalenko M.N. (2021). The state of technology and organization of fishing in the Kamchatka waters // Proceedings of VNIRO. Vol. 184. pp. 46–60. <https://doi.org/10.36038/2307-3497-2021-184-46-60>. EDN ARENIS. (In Russ.)
4. Osipov E. B. Pavlov, G.S. (2008). Investigation of catches by bottom mobile seines in the Primorye subzone. Fishing successes: Collection of scientific papers – Vladivostok: Dalrybvtuz. С. 59–61. (In Russ.)
5. Osipov, E. B. Pavlov, G.S. (2008). The structure of catches by bottom mobile seines in the Primorye subzone. Proceedings of the International Scientific Conference “Exploration of the World Ocean”. – Vladivostok: Dalrybvtuz. Pp. 204–206. (In Russ.)
6. Utility Model Patent No. 56780 U1 Russian Federation, IPC A01K 73/00. bottom seine : No. 2006115373/22 : application. 05/04/2006: publ. 09/27/2006 / E. V. Osipov, G. S. Pavlov. – EDN DWBCFF. (In Russ.)
7. Guidelines for the use of steel ropes and anchoring devices in buildings and structures/NII builds, designs of the USSR State Construction. – М.: Stroyizdat. 1978. 94 p. (In Russ.)
8. Kovalenko M.N., Soshin A.V., Malykh K.M. (2010). Improving the designs of gear drives in Kamchatka // Questions of fisheries. Vol. 11, No. 2(42). Pp. 356–367. EDN MSNXUN. (In Russ., abstract in Eng.)
9. Osipov E.V., Borodin P.A., Pilipchuk D.A. (2025). Determination of polypropylene-polyethylene ratios in ropes and threads using infrared spectroscopy // Scientific works of Dalrybvtuz. Vol. 71, No. 1. pp. 183–192. <https://doi.org/10.48612/dalrybvtuz/2025-71-20>. EDN TWYTFS. (In Russ.)
10. Osipov E.V. (2009). Improvement of bottom seines: a monograph – Vladivostok: TINRO-center. 56 p. ISBN 978-5-89131-088-9. EDN QLCPCD. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 11.04.2025

Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025



Ассортимент рыбных полуфабрикатов, упакованных в вакууме и обработанных sous vide

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-141-146>
EDN: XXLYBM

Обзорная статья УДК 639.2/.3

Васюкова Анна Тимофеевна – доктор технических наук, профессор - профессор кафедры биотехнологий и продовольственной безопасности, Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского, Балашиха, Московская область, Россия
E-mail: vasyukova-at@yandex.ru

Кусова Ирина Урузмаговна – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Российский биотехнологический университет («РОСБИОТЕХ»), Москва, Россия
E-mail: ir.kusowa@yandex.ru

Быстров Дмитрий Игоревич – кандидат технических наук, доцент кафедры индустрии питания, гостиничного бизнеса и сервиса, Российского биотехнологического университета («РОСБИОТЕХ»), Москва, Россия
E-mail: bystrov_d@list.ru

Адреса:

1. Российский государственный университет народного хозяйства имени В. И. Вернадского – Россия, 143907, Московская обл., г. Балашиха, ул. Юлиуса Фучика, 1
2. Российский биотехнологический университет («РОСБИОТЕХ») – Россия, 125080, Москва, Волоколамское шоссе, д. 11

Аннотация. Цель научных исследований – разработка технологии sous vide рыбного продукта и изучение его качества. Объектами исследования были: лосось дальневосточный, овощи, цитрусовые, пряно-ароматическая зелень, специи, соусы и жиродержащие компоненты. Для приготовления полуфабрикатов высокой степени готовности использовали пластиковые пакеты, в которых вакуумировали образцы и подвергали низкотемпературной обработке sous vide. Экспериментально и в процессе дегустаций подобраны сочетания рыбы с остальными компонентами рецептуры, обеспечивающими получение сочных и ароматных продуктов. Разработанные образцы: лосось с тимьяном, лосось ароматный, лосось с зеленью и соусом тартар и лосось нежный имеют высокие качественные показатели. Средняя балльная оценка составляет 4,7–4,8. Непродолжительная тепловая обработка от 30 до 45 минут при 50-65 °С и нахождение обрабатываемого продукта в замкнутом безвоздушном пространстве, позволили сократить потери массы и питательных веществ в окружающую среду и получить продукт насыщенного аромата, богатый высококачественными белками, ПНЖК ω -3, полифенолами, витаминами и антиоксидантами.

Ключевые слова: технология, sous vide, структура, режимы, лосось, показатели качества, вакуумирование

Для цитирования: Васюкова А.Т., Кусова И.У., Быстров Д.И. Ассортимент рыбных полуфабрикатов, упакованных в вакуум и обработанных Sous vide // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 131–146.
<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-141-136>

ASSORTMENT OF FISH SEMI-FINISHED PRODUCTS PACKED IN VACUUM AND PROCESSED IN SOUS-VIDE

Anna T. Vasyukova – Doctor of Technical Sciences, Professor, Department of Biotechnology and Food Safety, Vernadsky Russian State University of National Economy, Balashikha, Moscow Region, Russia

Irina U. Kusova – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian University of Biotechnology (ROSBIOTECH), Moscow, Russia

Dmitry I. Bystrov – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor of the Department of Food Industry, Hotel Business and Service, Russian Biotechnological University (ROSBIOTECH), Moscow, Russia

Addresses:

1. **Vernadsky Russian State University of National Economy** – Russia, 143907, Moscow region, Balashikha, ul. Julius Fuchik, 1

2. **Russian University of Biotechnology (ROSBIOTECH)** – Russia 125080, Moscow, Volokolamsk Highway, 11

Annotation. The aim of the scientific research was to develop a sous vide technology for a fish product and study its quality. The objects of the study were: Far Eastern salmon, vegetables, citrus fruits, spicy and aromatic greens, spices, sauces and fat-containing components. To prepare semi-finished products of a high degree of readiness, plastic bags were used in which samples were vacuumed and subjected to low-temperature sous vide processing. Combinations of fish with other components of the recipe were selected experimentally and during tastings, ensuring the production of juicy and aromatic products. The developed samples: salmon with thyme, aromatic salmon, salmon with greens and tartar sauce and tender salmon have high quality indicators. The average score is 4.7–4.8. Short-term heat treatment from 30 to 45 minutes at 50–65 °C and keeping the processed product in a closed airless space made it possible to reduce the loss of mass and nutrients into the environment and obtain a product with a rich aroma, rich in high-quality proteins, ω -3 PUFAs, polyphenols, vitamins and antioxidants.

Keywords: technology, sous vide, structure, modes, salmon, quality indicators, vacuuming

For citation: Vasyukova A.T., Kusova I.U., Bystrov D.I. (2025). Assortment of semi-finished fish products packed in Vacuum and processed Sous vide // Fisheries. No. 3. Pp. 131–146. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-141-146>

Рисунок и таблица – авторские / The drawing and table were made by the author

Производство полуфабрикатов высокой степени готовности позволяет в век скоростей и интенсивности труда экономить время на приготовление блюд и кулинарных изделий. Однако приобретаемая продукция должна быть высокого качества, длительного срока хранения и удобная в использовании. Стоит только подогреть – и обед готов.

Качество питания имеет решающее значение для обеспечения здоровья человека и является неотъемлемой частью здорового образа жизни [1]. С этой целью полуфабрикаты высокой степени готовности, выполнены по технологиям, имеющим щадящие температурные режимы, позволяющие максимально сохранить нативные свойства белоксодержащего сырья (рыбы) и являются оптимально значимыми для организма. Они позволят обе-

спечить человека питательными веществами, минералами, витаминами, способствуют пищеварению и усвоению жизненно важных компонентов [1]. Потребление промышленно обработанных продуктов питания и малоподвижный образ жизни приводят к избытку калорий [2]. Поэтому, с одной стороны, необходимо уменьшить размер потребляемых порций, а с другой – повысить их пищевую ценность. Эту проблему можно решить, обогащая продукты питания веществами, необходимыми для нормального функционирования организма; предложить щадящие режимы обработки, высокую усвояемость пищи [2; 1].

Однако перечень доступных рыбных продуктов высокой степени готовности, особенно производимых в настоящее время и реализуемых в предприятиях ресторанного

бизнеса и супермаркетах, может быть более значительным [3].

Полученные данные исследований более 191 тыс. человек с сердечно-сосудистыми заболеваниями (ССЗ) (средний возраст $54,1 \pm 8,0$ лет), из них 91 тыс. (47,9%) – мужчин, употреблявших рыбу в количестве 350 г/неделю, и более показали положительную динамику. В 3 группах пациентов с ССЗ, отношение для риска серьезных ССЗ и общей смертности были наиболее низкими даже при введении в рацион не менее 175 г рыбы в неделю [4]. Причем, потребление рыбы с более высоким содержанием ω -3 жирных кислот достоверно ассоциировалось с более низким риском развития ССЗ и смертности у пациентов с предшествующими сердечно-сосудистыми заболеваниями, но не в общей популяции [4]. Кардиологи рекомендуют для 10 диеты паровые блюда из рыбы. Buscemi S, Nicolocci A, Lucisano G. и другие (2014) [5] отмечают, что высокое потребление рыбы в пищу, по-видимому, связано с меньшим риском атеросклероза сонных артерий, хотя для подтверждения роли рыбы в профилактике ССЗ необходимы адекватные и достоверные исследования [5].

Употребление рыбы в пищу рекомендуется в рамках здорового питания для снижения риска сердечно-сосудистых заболеваний [6-8]. Были выявлены различные механизмы, с помощью которых употребление рыбы влияет на процессы, приводящие к атеросклерозу. Было установлено, что полиненасыщенные жирные кислоты ω -3 (ПНЖК ω -3) являются наиболее активным веществом, содержащимся в рыбе, которое защищает сердечно-сосудистую систему. Тем не менее, некоторые спорные вопросы всё ещё требуют решения [9, 10]. Было установлено, что употребление рыбы защищает организм от ишемической болезни сердца [11], но данные о защите от инсульта менее убедительны [12, 13].

Исследования [14] свидетельствуют о том, что отдельные виды рыб семейства цихлидовых (Cichlidae) (окунеобразных) имеют повышенные концентрации глицина, хондроитинсульфата, гиалуроновой кислоты, солей фосфата кальция и фосфолипидов можно рекомендовать. Эта рекомендация послужила основой для разработки технологии полуфабрикатов из рыбы тилапии (*Oreochromis niloticus*) для гериатрически-ориентированной диеты [15].

Так, филе нильской тилапии отличается низким содержанием жира, богато высококачественными белками, сбалансированным аминокислотным составом и достаточным количеством витаминов и минералов. Это позволит расширить ассортимент функциональных продуктов, сбалансированных по пищевой ценности и химическому составу [16; 17].

Рыбы семейства лососевых: горбуша, кета, кижуч, лосось, муксун, нельма, нерка, ряпушка, семга, форель, хариус, чавыча и другие имеют высокую концентрацию ПНЖК ω -3, антиоксидантов, являются источником белка и низкой концентрации жира. Мясо лососевых – от светло-розового до оранжевого цвета, обладает нежной структурой и приятным ароматом. Филе лососевых лучше всего запекать, жарить на гриле, варить на пару или тушить [17]. Из-за того, что кета более жёсткая и постная, ее рекомендуют коптить, запекать или сушить [18]. Кижуч и лосось рекомендуют консервировать, приготавливать из них салаты, суши и котлеты. Розовый лосось – это идеальный вариант, для приготовления здоровой, экологической и низкокалорийной закусочки [19]. В различных странах дикий лосось используют для суши. Для этого его замораживают и хранят при температуре -4°C не менее 7 дней, замораживают при -35°C в течение 15 часов или при -35°C до затвердевания, затем хранят при температуре -4°C не менее 24 часов. Такие температурные режимы позволяют уничтожить личинки паразитов.

Учитывая пищевые достоинства рыб семейства лососевых, а также их использование в кулинарии, нами был предложен оптимальный способ приготовления данной рыбы с сохранением ее вкусовых характеристик и пищевой ценности – низкотемпературная обработка sous vide.

Целью данного исследования является разработка технологии sous vide рыбного продукта и исследование его качества.

В настоящее время известны технологии приготовления рыбных бургеров с применением вакуума (sous-vide). V. Berrondo и A. Gambaro (2023) [19] отмечают, что положительным в данной технологии является практичность, питательная ценность и отсутствие добавок.

Исследования, проведенные Z. Ceylan, V. Shimat (2020) [20] показывают, что технология приготовления су-вид сохраняет ПНЖК и витамины в морепродуктах. Патогенные бактерии, вызывающие порчу морепродуктов, могут стать причиной серьезных проблем со здоровьем. Поэтому необходимо применить такой способ, который приведет к уничтожению бактерий или изменит их рост и развитие. Следовательно, безопасность пищевых продуктов может быть обеспечена путем низкотемпературной обработки. Sous-vide в термовакуумных пакетах продлевает срок хранения морепродуктов, благодаря чему данная технология позволяет не снижать пищевую ценность рыбного сырья. Срок годности образцов рыбы, приготовленных

по технологии су-вид, увеличивается по сравнению с использованием обычных пищевых методов, таких как запекание, приготовление на пару и т. д. С другой стороны, полученный эффект может быть заключен в сочетании с другими способами обработки: консервирования, маринования с добавлением трав или специй без риска повторного заражения микроорганизмами после процесса приготовления в вакууме. Образцы рыбы лучшего качества, с точки зрения микробиологии (общее количество мезофильных бактерий), физико-химических показателей (низкие значения азота летучих оснований, активности воды, pH) и сенсорных характеристик (контроль цвета, текстуры и др.), чем рыба, приготовленная с помощью других традиционных методов приготовления пищи [21, 22].

При проведении экспериментов, в качестве основного сырья использовалась свежемороженая рыба (лосось по ГОСТ 16080-2019) осеннего вылова, поступающая с Дальнего Востока.

Мороженную рыбу размораживали в ванне с чистой проточной водой при температуре 12 °С, соотношение рыбы и воды 1:2, до достижения температуры 1 °С в толще филе. После размораживания рыбу укладывали на решетку брюшком вниз для стекания воды. Затем рыбу

разделяли на филе без кожи и костей, промывали в воде и нарезали на порционные куски. Из соли, сахара, тимьяна и лимона (цедра) готовили рассол, в котором в течение 30 минут выдерживали порционные куски рыбы. Маринованную рыбу помещали в вакуумный пакет, добавляли сливочное масло, цедру лимона, вакуумировали и помещали в термическую емкость для пастеризации в течение 30 минут при температуре 65 °С. Для выявления влияния компонентов рецептуры на изменение пищевой ценности и формирования вкусовой гаммы использовали различные соусы и предварительную обработку филе лосося (табл. 1).

Технология приготовления «Лосося ароматного» отличается предварительно подготовленным маринадом, в состав которого входит размягченное сливочное масло, лимонный сок, мед, соус «Чили» и измельченный чеснок. Все ингредиенты рецептуры перемешивали в отдельной емкости. Филе лосося соединяли с солью, измельченными черным и кайенским перцем и выдерживали при температуре 6-8 °С в течение 15 минут. Затем на поверхность филе наносили ровным слоем чесночно-лимонную смесь, петрушку и розмарин, помещали подготовленный полуфабрикат в вакуумный пакет

Таблица 1. Рецептуры рыбных изделий низкотемпературной обработки, нетто, г /
Table 1. Recipes for low temperature processed fish products, net, g

Наименование сырья	Лосось с тимьяном	Лосось ароматный	Лосось с зеленью и соусом тар-тар	Лосось нежный
Лосось филе	82,3	73,2	50,2	68,8
Чеснок свежий		1,8		
Лимон свежий				4,6
Лимон, сок		8,0	10,0	
Лимон, цедра	4,0			
Петрушка, зелень		2,4	2,0	1,1
Укроп, зелень				
Шпинат зелень			17,1	
Мед натуральный		7,3		
Соус Чили		1,8		
Соус тартар			10,0	
Масло сливочное 82,5%	4,0	3,2		11,0
Масло оливковое				11,0
Сливки 20%			10,0	
Сахар белый	5,0			
Перец кайенский		0,3		
Розмарин		0,8		
Тимьян зелень	4,0			1,2
Кориандр, семена				0,5
Кунжут, семена				0,5
Перец черный молотый	0,05	0,06	0,05	0,06
Соль	1,0	1,2	1,0	1,0
Выход	100	100	100	100

и вакуумировали. Вакуум-пакет с образцом ароматного лосося погружали в аппарат для sous-vide обработки и пастеризовали в течение 30 минут при 55 °С.

Чтобы мясо лосося получилось более сочным и нежным, его пастеризовали при температуре 50 °С в течение 45 минут. Однако не только в консистенции заключается качество данного образца. Для получения сбалансированной пищевой ценности рыбку сочетали с зеленью шпината и петрушки, сливками и соусом тартар, которые в совокупности тоже оказывали влияние на формирование аромата и выраженного букета готового продукта. Перед введением зелени в состав полуфабриката, шпинат и петрушку приправляли солью и добавляли немного лимонного сока.

Для придания ярко выраженного цвета и аромата образца «Лосось нежный» предварительно маринованный и приправленный специями пастеризованный лосось обжаривали на гриле при высокой температуре. Образец получен с очень тонкой золотистой корочкой и выраженным ароматом пряностей, топленого сливочного масла.

Органолептическая оценка, разработанных образцов низкотемпературной обработки sous-vide дальневосточного лосося, приведена на рисунке 1.

Выбранный в качестве объекта исследования лосось – едва ли не лучший продукт для того, чтобы раскрыть весь потенциал технологии су-вид. Продолжительность тепловой обработки при температуре 50-65 °С от 30 до 45 минут позволила получить невероятно сочный, с насыщенным и в то же время деликатным вкусом, продукт. Никакой традиционный способ тепловой обработки рыбы (жарка, варка, запекание или тушение) такого результата не дает.

Используя разработанные низкотемпературные технологии sous-vide можно приготовить филе дальневосточного кижуча, нерки или кеты: результат получится прекрасным.

Таким образом, способ sous vide предусматривает вакуумирование полуфабрикатов, помещенных в специальную полимерную пленку, с последующей термической обработкой для доведения до состояния кулинарной готовности путем пастеризации и последующим охлаждением. Использование вакуума позволяет значительно понизить температуру нагрева при термической обработке полуфабрикатов, что способствует снижению потерь и повышению вкусовых свойств готовой продукции. Отсутствие кислорода препятствует развитию аэробных форм микроорганизмов.

Более низкая предельная температура нагрева внутренних слоев обеспечивает более

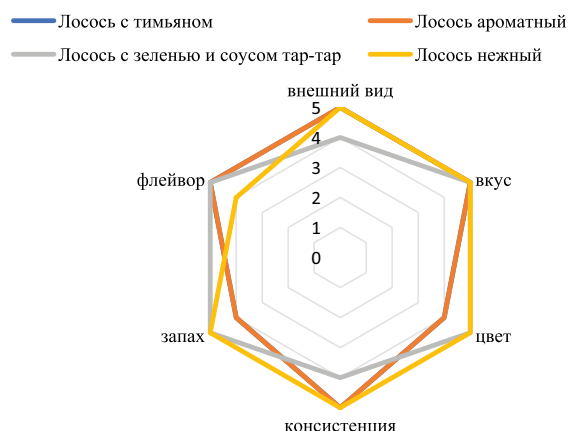


Рисунок 1. Оценка формирования вкусовых характеристик дальневосточного лосося, подвергнутого низкотемпературной обработке

Figure 1. Assessment of the formation of taste characteristics of Far Eastern salmon subjected to low-temperature processing

высокие вкусовые свойства изделий и, прежде всего, способствует сохранению необходимой консистенции [23, 24, 25].

Понизить температуру нагрева рыбного полуфабриката и при этом обеспечить достижение его готовности позволяет использование вакуумированной среды, в которой осуществляется прогрев рыбного полуфабриката.

Полученные результаты исследований использования sous-vide (низкотемпературного нагрева вакуумированных образцов), при обработке пищевых продуктов, согласуются с показателями технологов-практиков при внедрении научных исследований.

ВЫВОДЫ

Пищевой продукт, подвергнутый низкотемпературной обработке, характеризуется высокими органолептическими показателями, гармоничным флейвором. Все образцы отличались сочностью и нежной консистенцией. Овощи, пряные растения и специи, входящие в состав рецептов, обогащали основной продукт антиоксидантами, витаминами и минеральными веществами.

Щадящая тепловая обработка при температуре 50-65 °С на протяжении от 30 до 45 минут и нахождение обрабатываемого продукта в замкнутом безвоздушном пространстве, позволили сократить потери массы и питательных веществ в окружающую среду.

Разработанные образцы рыбных полуфабрикатов высокой степени готовности, обработанные по технологии sous-vide, могут быть рекомендованы для 10-й диеты.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **А.Т. Васюкова** – методология исследований, подготовка введения, заключения, редактирование статьи; **И.У. Кусова** – сбор и анализ данных, форматирование; **Д.И. Быстров** – разработка рецептур, подготовка статьи.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Author contributions: **A.T. Vasyukova** – research methodology, preparation of introduction, conclusions, editing of the article; **I.U. Kusova** – data collection and analysis, formatting; **D.I. Bystrov** – formulation development, article preparation.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ/ REFERENCES AND SOURCES

- Alexandri, M., Kachrimanidou, V., Papapostolou, H., Papadaki, A., and Kopsahelis, N. (2022). Sustainable food systems: the case of functional compounds towards the development of clean label food products. *Foods* 11:2796. doi: 10.3390/foods11182796
- Gok, I., and Ulu, E. K. (2019). Functional foods in Turkey: marketing, consumer awareness and regulatory aspects. *Nutr. Food Sci.* 49, 668–686. doi: 10.1108/NFS-07-2018-0198
- Ahuja K., Chandra V., Lord V. and Pins C. Food Ordering: The Rapid Evolution of Food Delivery. *Wall Street Journal*, May 28, 2021
- JAMA Intern Med. Published online March 8, 2021. doi:10.1001/jamainternmed.2021.0036
- Buscemi S, Nicolocci A, Lucisano G, et al. Regular fish consumption and asymptomatic carotid atherosclerosis. *Nutr J* 13, 2 (2014). <https://doi.org/10.1186/1475-2891-13-2>
- Goldstein LB, Bushnell CD, Adams RJ, Appel LJ, Braun LT, Chaturvedi S, Creager MA, Culebras A, Eckel RH, Hart RG, Hinchey JA, Howard VJ, Jauch EC, Levine SR, Meschia JF, Moore WS, Nixon JVI, Pearson TA: Guidelines for the primary prevention of stroke: a guideline for healthcare professionals from the American heart association/American stroke association. 2011, 42: 517-584. 10.1161/STR.0b013e3181fcb238.
- Lichtenstein AH, Appel LJ, Brands M, Carnethon M, Daniels S, Franch HA, Franklin B, Kris-Etherton P, Harris WS, Howard B, Karanja N, Lefevre M, Rudel L, Sacks F, Van Horn L, Winston M, Wylie-Rosett J: Diet and lifestyle recommendations revision 2006: a scientific statement from the American Heart Association Nutrition Committee. 2006, 114: 82-96. 10.1161/CIRCULATIONAHA.106.176158.
- Wang C, Harris WS, Chung M, Lichtenstein AH, Balk EM, Kupelnick B, Jordan HS, Lau J: ω -3 Fatty acids from fish or fish-oil supplements, but not alpha-linolenic acid, benefit cardiovascular disease outcomes in primary- and secondary-prevention studies: a systematic review.
- Mozaffarian D, Wu JH: Omega-3 fatty acids and cardiovascular disease: effects on risk factors, molecular pathways, and clinical events. *Am Coll Cardiol.* 2011, 58: 2047-2067. 10.1016/j.jacc.2011.06.063.
- Psota TL, Gebauer SK, Kris-Etherton P: Dietary omega-3 fatty acid intake and cardiovascular risk. *Am J Cardiol.* 2006, 98s: 3-18.
- Mozaffarian D, Rimm EB: Fish intake, contaminants, and human health: evaluating the risks and the benefits. *JAMA.* 2006, 296: 1885-1899. 10.1001/jama.296.15.1885.
- Orencia AJ, Daviglus ML, Dyer AR, Shekelle RB, Stamler J: Fish consumption and stroke in men: 30 findings of the Chicago Western Electric Study. *Stroke.* 1996, 27: 204-209. 10.1161/01.STR.27.2.204.
- Montonen J, Järvinen R, Reunanen A, Knekt P: Fish consumption and the incidence of cerebrovascular disease. *Br J Nutr.* 2009, 102: 750-756. 10.1017/S0007114509274782.
- Moldagaliyeva D, Uzakov Y, Sarsembayeva N, Ibazhanova A, Jussipbekova B, Nurakhova A, Artykbayeva U and Baimuratova M (2023) Functional semi-finished fish product evaluation: organoleptic and evidence in vivo. *Front. Sustain. Food Syst.* 7:1190340. doi: 10.3389/fsufs.2023.1190340
- Young, K. (2009). Omega-6 (n-6) and omega-3 (n-3) fatty acids in tilapia and human health: a review. *Int. J. Food Sci. Nutr.* 60, 203–211. doi: 10.1080/09637480903140503
- Banning, M. (2011). Ageing and C. difficile infection—the immune and gastrointestinal impact. *Gastrointest. Nurs.* 9, 42–47. doi: 10.12968/gasn.2011.9.4.42
- Read More: https://translated.turbopages.org/proxy_u/en-ru.ru.59232208-67d6f6c9-3cfef187-74722d776562/https/www.tastingtable.com/838282/types-of-salmon-ranked-worst-to-best/
- Jocette Lee. 6 Types Of Salmon Ranked Worst To Best. ByJocette Lee April 20, 2022 2:51 pm EST
- Berrondo V., Gambaro A. Changes in consumer perception when applying sous-vide technology to a fish-based product. *Journal of Food and Nutrition Research.* 2023; 11(3):223–231. doi: 10.12691/jfnr-11-3-7.
- Recent Advances in Marine Nutraceuticals and Their Health Benefits. V. Shimat, N. Yelabed, P. Kulavik, Z. Ceylan, E. Jamroz... - *Marine Drugs*, 2020. P. 627.
- Chefs Resources. Culinary Knowledge for Professional Chefs & Culinarians <https://www.chefs-resources.com/seafood/finfish/salmon-varieties/atlantic-salmon/> Дата обращения 16.03.2025.
- Kelimeler A. Vacuum cooking technologies. *Turkish Journal of Aquatic Sciences*, 2017
- Şengör, G. F., Gün, H., and Kalafatoğlu, H. (2008). Determination of amino acids and chemistry Compositions of smoked-canned mussels (*Mytilus galloprovincialis*, L.). *Turkish Journal of Veterinary and Animal Science*, 32, 1-5
- Vasyukova A., Moshkin A., Talbi M. The Scientific Heritage. The use of fermentation of cereals and legumes in the production of flour products. 2024. № 133 (133). С. 19-30.
- Vasyukova A., Moshkin A., Talbi M. Development of minced meat with increased nutritional value. The Scientific Heritage. 2024. № 133 (133). С. 31-39.

Материал поступил в редакцию/ Received 17.03.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025



Оптимизированная технология крупномасштабной криоконсервации спермы осетровых рыб

Научная статья
УДК 57.086.13:597.442:639.3.034

<https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-147-160>
EDN: ZYCETV

Докина Ольга Борисовна – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории криобиологии, Московская область, Дмитровский городской округ, пос. Рыбное, Россия
E-mail: olgadokina@mail.ru

Ковалев Константин Викторович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией криобиологии, Московская область, Дмитровский городской округ, пос. Рыбное, Россия
E-mail: silur5@mail.ru

Пронина Наталья Дмитриевна – главный специалист лаборатории криобиологии, Московская область, Дмитровский городской округ, пос. Рыбное, Россия

Попов Дмитрий Алексеевич – специалист лаборатории криобиологии, Московская область, Дмитровский городской округ, пос. Рыбное, Россия

Корабельникова Ольга Валерьевна – кандидат биологических наук, ведущий специалист лаборатории криобиологии, Московская область, Дмитровский городской округ, пос. Рыбное, Россия

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)

Коваленко Владимир Николаевич – доцент кафедры «Технология продуктов питания и холодильная техника», Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «АГТУ», Московская область, Дмитровский городской округ, пос. Рыбное, Россия

Инкубация икры, оплодотворенной криоконсервированной спермой, в термостате /
Incubation of eggs fertilized with cryopreserved sperm in a thermostat

Адреса:

1. **Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)** – Россия, 141821, Московская область, Дмитровский городской округ, пос. Рыбное, д. 40А
2. **Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт (филиал) ФГБОУ ВО «АГТУ»** – Россия, 141821, Московская область, Дмитровский городской округ, пос. Рыбное, д. 36

Аннотация. Для сохранения генетического разнообразия осетровых рыб, при искусственном воспроизводстве, все более актуальным становится использование образцов криоконсервированной спермы, хранящейся в криобанках. Наблюдаемой тенденцией к снижению качества семенного материала из рыбоводных хозяйств обусловлена необходимость совершенствования технологий криоконсервации. На основании результатов экспериментов, проведенных в течение шести лет на эякулятах разного качества, оптимизирована, разработанная нами ранее, базовая технология криоконсервации спермы осетровых рыб. Применение оптимизированной технологии позволит высокоэффективно замораживать большие объемы спермы для целей воспроизводства и сохранения биоразнообразия.

Ключевые слова: криоконсервация, криобанк, криопротектор, сперма, осетровые рыбы

Для цитирования: Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д., Попов Д.А., Корабельникова О.В., Коваленко В.Н. Оптимизированная технология крупномасштабной криоконсервации спермы осетровых рыб // Рыбное хозяйство. 2025. № 3. С. 147–160. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-147-160>

OPTIMIZED TECHNOLOGY OF LARGE-SCALE CRYOPRESERVATION OF STURGEON SPERM —

Olga B. Dokina – Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Cryobiology, Russia, Moscow region, Dmitrovsky city district

Konstantin V. Kovalev – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Cryobiology Laboratory, Russia, Moscow region, Dmitrovsky city district

Natalia D. Pronina – chief Specialist of the Cryobiology Laboratory, Russia, Moscow region, Dmitrovsky city district

Dmitry A. Popov – Specialist of the Cryobiology Laboratory, Russia, Moscow region, Dmitrovsky city district

Olga V. Korabelnikova – Candidate of Biological Sciences, leading Specialist of the Cryobiology Laboratory, Russia, Moscow region, Dmitrovsky city district

Branch for Freshwater Fisheries of «VNIRO» («VNIIPRH»)

Vladimir N. Kovalenko – Associate Professor of the Department of Food Technology and Refrigeration, **Dmitrov Fish-industry Technological Institute (Branch) of «ASTU»**, Russia, Moscow region, Dmitrovsky city district

Addresses:

1. **Branch for Freshwater Fisheries of «VNIRO» («VNIIPRH»)** – Russia, Moscow region, Dmitrovsky city district, 141821, village Rybnoye, 40А
2. **Dmitrov Fish-industry Technological Institute (Branch) of «ASTU»** – Russia, Moscow region, Dmitrovsky city district, 141821, village Rybnoye, 36

Annotation. To preserve the genetic diversity of sturgeon during artificial reproduction, the use of cryopreserved sperm samples stored in cryobanks is becoming increasingly important. The observed trend towards a decrease in the quality of seed material from fish farms determines the need to improve cryopreservation technologies. Based on the results of experiments conducted over six years on ejaculates of varying quality, the basic technology for cryopreservation of sturgeon sperm that we had previously developed was optimized. The use of optimized technology will allow for the highly efficient freezing of large volumes of sperm for reproductive and biodiversity conservation purposes.

Keywords: cryopreservation, cryobank, cryoprotectant, sperm, sturgeons

For citation: Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D., Popov D.A., Korabelnikova O.V., Kovalenko V.N. (2025). Optimized technology of large-scale cryopreservation of sturgeon sperm // Fisheries. No. 3. Pp. 147–160. <https://doi.org/10.36038/0131-6184-2025-3-147-160>

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

ВВЕДЕНИЕ

Проблема сохранения генетического разнообразия осетровых рыб в настоящее время продолжает оставаться не просто актуальной, а становится крайне острой не только из-за дегенерации и исчезновения природных популяций, но и в связи с явной тенденцией к ухудшению качества семенного материала из рыбоводных хозяйств [1-3]. В этой ситуации криоконсервация спермы, сбор и хранение ее образцов в криобанках представляются едва ли не единственным путем решения данной проблемы.

Крупнейший в рыбной отрасли России низкотемпературный генетический банк Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ») располагает, собранной за 35 лет, уникальной коллекцией криоконсервированной спермы осетровых рыб: более 700 образцов 15 видов и популяций, общим объемом более 20,5 литров. Образцы из коллекции востребованы в рыбохозяйственной практике и регулярно используются для получения потомства при дефиците самцов, получения гибридов, в генетических исследованиях. Успех в данных мероприятиях зависит от качества замороженной спермы, которое определяется ее исходной криоустойчивостью и эффективностью используемой технологии криоконсервации.

Применение, разработанной к 2003 г. в лаборатории криобиологии ВНИИПРХ, базовой технологии криоконсервации спермы осетровых рыб позволяло, при использовании высококачественных половых продуктов, получать оплодотворение икры размороженной спермой, близкое к нативному контролю [4; 6]. Однако потребность в дальнейшем совершенствовании этой технологии [5; 6] была вызвана необходимостью работы с нативной спермой недостаточно высокого качества, которое само по себе имеет первостепенное значение для успеха криоконсервации.

Представляемые в данной статье результаты исследования, проведенного в последние несколько лет на материале разного качества, позволяют рекомендовать оптимизированный протокол криоконсервации больших объемов спермы осетровых рыб, пригодный для создания ее страховых запасов в криобанках и последующего промышленного использования.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сперму и икру осетровых рыб, содержащихся на базе отдела «Конаковский» Филиала по пресноводному рыбному хозяйству ГНЦ РФ ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»), получали в соответствии с действующими нормативами [7]. Половые продукты транспортировали в криобанк в изотермическом контейнере с хладоэлементами при температуре 1-5 °С. Качество нативной спермы, активированной технологической водой, оценивали под микроскопом (Микромед-3 LED M) по подвижности, определяемой как процент клеток с прямолинейным поступательным движением. В экспериментах использовались образцы спермы с подвижностью от 60 до 90%.



Криопробирки с разбавленной спермой, установленные на диск замораживателя / Cryovials with diluted sperm placed on a freezer disk

Для криоконсервации сперму разбавляли в объемном отношении 1:1, 1:2 или 1:3 экспериментальной криозащитной средой, которую добавляли по каплям, при перемешивании, при температуре 10-12 °С. Суспензию сперма-среда разливали в криопробирки объемом 1,5 мл, которые после эквilibрации в течение 5-80 минут устанавливали вертикально на диск замораживателя. Температура суспензии в пробирках контролировалась датчиком (АТТ-2006). Замораживание осуществляли в парах жидкого азота (LN₂) при постепенном погружении диска в криогенный сосуд с LN₂ по следующей программе: I этап: от +10 до -15 °С со скоростью 2-3 °С/мин; II этап: от -15 до -196 °С с плавно увеличивающейся скоростью до 20-25 °С/мин. В упрощенном протоколе криоконсервации замораживание криопробирок осуществляли в течение 10-20 мин. в парах LN₂ на «плотике» (пенопластовой рамке, 15×20 см, затянутой фольгой), плавающем на поверхности LN₂ в пенопластовом ящике.

Пробирки с криоконсервированной спермой размораживали в водном термостате (BIO WB-4Ms) при температурах 30-50 °С в течение 45-80 сек.

Эффективность криоконсервации оценивали по подвижности криоконсервированной спермы, степени оплодотворения ею икры и выклеву личинок. Подвижность размороженной спермы определяли таким же образом, как подвижность нативной спермы. Оплодотворяющую способность определяли в лабораторных условиях в трехкратной повторности. Размороженную сперму, разбавленную в объемном отношении 1:100 технологической водой (4,5 мл суспензии из трех пробирок, т.е. 2,25 мл спермы, на 225 мл воды), выливали на икру (3-5 г) в пластмассовой миске. После перемешивания в течение 2 мин. икру промывали водой и распределяли на три чашки Петри, которые помещали в термостат (MIR-254, SANYO) для инкубации при температуре 16-18 °С. Процент оплодотворения определяли на стадии 4 бластомеров, а также – на стадии нейрулы. Контролем при оплодотворении служила нативная сперма, разбавленная в том же отношении (2,25 мл спермы на 225 мл воды).

Графическое представление показателей нативной и размороженной спермы, а также расчет стандартной ошибки для средних значений процента развития оплодотворенной икры, при уровне значимости 5%, осуществляли с помощью программы MS Excel. Значимость различий между выбранными парами экспериментальных криозащитных сред устанавливали по *t*-критерию Стьюдента.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Эффективность методов криоконсервации спермы рыб в значительной степени определяется качеством нативного материала, на которое влияют кормовая база, качество воды и другие условия содержания самцов. Наблюдаемое нами в последние годы неуклонное снижение качества спермы осетровых рыб, выращиваемых в рыбоводных хозяйствах, отмечаемое также другими исследователями [1-3], потребовало проверки и корректировки технологических параметров, разработанного ранее, протокола криоконсервации [6].

В проведенном исследовании оценка действия каждого из проверяемых параметров проводилась, главным образом, по оплодотворяющей способности криоконсервированных образцов. При этой оценке, определяемой также качеством используемой икры, основную трудность представляла характерная низкая воспроизводимость результатов, обычно наблюдаемая при работе с гаметами невысокого качества. Поэтому выявление наиболее эффективного состава и концентраций компонентов криозащитной среды, играющей ключевую роль в сохранении жизнеспособности и оплодотворяющей способности клеток при низкотемпературной консервации, проведено путем статистической обработки результатов оценки 23 экспериментальных сред. В средах, на основе водного раствора хлорида калия и метанола, варьировалось содержание определенных сахаров и амидов, показавших, по итогам предыдущих исследований, лучшие криозащитные свойства среди других веществ этих классов. Составы данных сред и результаты их использования в обычно применяемом протоколе сведены в таблицу 1. Действие различных сред в 24 опытах, проведенных на сперме разных видов осетровых, оценивалось по наиболее объективному показателю – степени оплодотворения икры криоконсервированной спермой, выраженной в процентах от оплодотворения нативной спермой в контроле.

Для сравнения эффективности криозащитного действия сред в выбранных парах были составлены выборки упомянутых показателей из всех опытов, в которых испытывались обе среды. Средние показатели по выборке для рассматриваемых пар сред представлены в таблице 2. Значимость различий между средами по выборкам показателей для данных пар проверяли по *t*-критерию Стьюдента.

Предпринятое на первом этапе сравнение действия природы и концентраций сахаров в экспериментальных средах выявило предпочтительность использования сахарозы, по сравнению с глюкозой и инозитом, практиче-

Таблица 1. Влияние состава криозащитной среды на оплодотворяющую способность размороженной спермы / **Table 1.** Influence of protective medium composition on post-thawed sperm fertility

Дата	Вид рыбы, подвижность нативной спермы	Обозначение состава среды*	Оплодотворение икры размороженной спермой	
			средний % развития	% от контроля
11.01.2019	Стерлядь (сперма 1 самца) 60%	С01	81,7 ± 3,2	98,9
		С05	67,9 ± 1,7	82,2
		Г01	66,6 ± 2,5	80,6
		Г05	52,3 ± 6,2	63,3
		И01	70,5 ± 1,0	85,4
		И05	42,4 ± 4,4	51,3
		контроль	82,6 ± 3,9	
12.04.2019	Сибирский осетр (смесь спермы 3 самцов) 70%	С01	86,4 ± 1,8	99,0
		С03	87,0 ± 4,0	99,7
		Г01	84,9 ± 0,4	97,3
		Г03	84,9 ± 3,3	97,3
		И01	82,9 ± 2,4	95,0
		И03	83,3 ± 2,5	95,4
		контроль	87,3 ± 2,0	
05.2019	Стерлядь волжская (сперма 1 самца) 90%	С03	29,9 ± 4,3	64,6
		Г03	40,1 ± 7,4	86,6
		И03	28,7 ± 7,4	62,0
		контроль	46,3 ± 3,5	
9.01.2020	Русский осетр (сперма 1 самца) 70%	С03	78,4 ± 6,2	82,8
		С03ФА	85,4 ± 5,5	90,2
		С03АА	70,4 ± 3,1	74,3
		контроль	94,7 ± 1,0	
21.02.2020	Стерлядь (сперма 2 самцов) 90%	С01	63,5	92,0
		С03	54,0	78,3
		С01ФА	72,4	104,9
		С03ФА	62,9	91,2
		С03АА	67,7	98,1
		контроль	69,0	
		С01	67,9	103,5
		С03	55,7	84,9
		С01ФА	76,8	117,1
		С03ФА	57,5	87,7
		С03АА	79,3	120,9
		контроль	65,6	
4.03.2020	Сибирский осетр (сперма 1 самца) 70%	С01	73,3 ± 4,5	99,3
		С03	67,8 ± 1,6	91,9
		Г01	84,3 ± 4,2	114,2
		Г03	69,5 ± 11,1	94,2
		И01	72,0 ± 8,9	97,6
		И03	84,1 ± 4,0	114,0
		С03ФА	62,6 ± 2,6	84,8
		С03АА	82,1 ± 7,0	111,2
		И03ФА	58,0 ± 2,5	78,6
		И03АА	79,1 ± 1,4	107,2
		С01ФА	71,3 ± 5,2	96,6
		контроль	73,8 ± 6,3	
4.03.2020	Бестер (сперма 1 самца) 60%	С01	67,7 ± 5,3	78,8
		С03	58,2 ± 4,2	67,8
		Г01	67,0 ± 1,9	78,0
		Г03	47,7 ± 5,3	55,5
		И01	66,6 ± 3,8	77,5
		И03	50,8 ± 5,1	59,1

Таблица 1. Продолжение / **Table 1.** Continuation

Дата	Вид рыбы, подвижность нативной спермы	Обозначение состава среды*	Оплодотворение икры размороженной спермой	
			средний % развития	% от контроля
4.03.2020	Бестер (сперма 1 самца) 60%	И03	50,8 ± 5,1	59,1
		С03ФА	51,2 ± 5,6	59,6
		С03АА	60,9 ± 6,3	70,9
		И03ФА	49,7 ± 4,6	57,9
		И03АА	55,0 ± 4,6	64,0
		С01ФА	61,6 ± 3,1	71,7
		контроль	85,9 ± 3,4	
16.12.2020	Белуга (сперма 1 самца) 70%	С01	18,7 ± 5,8	23,3
		С01ФА	33,8 ± 3,5	42,2
		С01АА	33,9 ± 1,8	42,3
		С03	16,8 ± 3,1	21,0
		С03ФА	38,2 ± 3,3	47,7
		С03АА	39,0 ± 3,6	48,7
		контроль	80,1 ± 5,7	
16.12.2020	Калуга (сперма 1 самца) 80%	С01ФА	63,9 ± 7,7	79,8
		С01АА	67,3 ± 2,2	84,0
		С03ФА	69,6 ± 6,7	86,9
		контроль	80,1 ± 5,7	
12.01.2021	Сибирский осетр (сперма 1 самца) 80%	С01	42,2 ± 3,1	85,3
		С01ФА	47,1 ± 6,8	95,2
		С01АА	52,1 ± 4,5	105,3
		С03	45,8 ± 6,8	92,5
		С03ФА	32,7 ± 9,1	66,1
		С03АА	63,5 ± 0,8	128,3
		С05	53,7 ± 3,4	108,5
		С05ФА	45,4 ± 6,3	91,7
		С05АА	47,8 ± 7,8	96,6
		контроль	49,5 ± 2,1	
		Г01	58,5 ± 4,3	118,2
		Г01ФА	50,3 ± 4,0	101,6
		Г01АА	25,3 ± 3,0	51,1
		Г03	68,5 ± 12	138,4
		Г03ФА	51,7 ± 6,0	104,4
		Г03АА	29,5 ± 6,1	59,6
		Г05	49,4 ± 3,9	99,8
		Г05ФА	36,2 ± 7,8	73,1
		Г05АА	20,6 ± 1,7	41,6
		контроль	49,5 ± 2,1	
21.01.2021	Белуга (сперма 1 самца) 70%	С01	68,3 ± 3,1	83,7
		С03	64,6 ± 5,6	79,2
		С05	78,2 ± 2,3	95,8
		Г01	61,1 ± 4,0	74,9
		Г03	56,8 ± 5,1	69,6
		Г05	78,1 ± 6,4	95,7
		С01АА	56,2 ± 4,2	68,9
21.01.2021	Амурский осетр (сперма 1 самца) 90%	контроль	81,6 ± 2,4	
		С01	42,8 ± 2,5	52,5
		С03	54,8 ± 10,8	67,2
		С05	50,2 ± 6,0	61,5
		Г01	41,3 ± 3,5	50,6
		Г03	39,6 ± 4,9	48,5
		Г05	18,9 ± 0,4	23,2
		С01ФА	61,9 ± 2,1	75,9
		С01АА	62,0 ± 5,1	76,0
		контроль	81,6 ± 2,4	

Таблица 1. Продолжение / Table 1. Continuation

Дата	Вид рыбы, подвижность нативной спермы	Обозначение состава среды*	Оплодотворение икры размороженной спермой	
			средний % развития	% от контроля
20.02.2021	Калуга (сперма 1 самца) 80%	С03	76,2 ± 0,4	98,2
		Г03	75,6 ± 5,6	97,4
		контроль	77,6 ± 7,9	
20.02.2021	Русский осетр (сперма 1 самца) 70%	С03	17,3 ± 3,7	21,3
		Г03	19,7 ± 4,5	24,3
		контроль	81,2 ± 1,7	
27.04.2021	Стерлядь (сперма 1 самца) 80%	С01	19,5 ± 2,6	24,6
		Г01	7,4 ± 5,1	9,3
		И01	9,5 ± 3,8	12,0
		С03	32,9 ± 6,8	41,4
		Г03	2,9 ± 1,6	3,7
		И03	9,4 ± 3,5	11,8
		С05	19,6 ± 5,9	24,7
		Г05	11,2 ± 2,1	14,1
		И05	0	0
		контроль	79,4 ± 1,9	
25.05.2021	Севрюга (сперма 2 самцов) 90%, 70%	С03	21,1 ± 5,8	33,8
		С03ФА	16,2 ± 4,3	26,0
		С03АА	7,3 ± 1,1	11,7
		С01АА	13,8 ± 2,5	22,1
		контроль	62,4 ± 4,3	
		С03	16,2 ± 3,5	28,5
		С03ФА	11,0 ± 1,4	19,3
		С03АА	14,2 ± 1,3	25,0
		С01АА	14,8 ± 3,2	26,0
		контроль	56,9 ± 1,1	
11.01.2022	Русский осетр (сперма 1 самца) 60%	С01	74,2 ± 2,9	84,1
		Г01	79,6 ± 3,6	90,2
		И01	84,6 ± 4,0	95,9
		С03	85,3 ± 1,8	96,7
		Г03	75,5 ± 4,0	85,6
		И03	63,9 ± 6,0	72,4
		С05	51,0 ± 8,5	57,8
		Г05	69,2 ± 2,6	78,5
		И05	61,8 ± 11,8	70,1
		контроль	88,2 ± 2,0	
		С03	80,8 ± 7,2	88,2
		С03АА	79,7 ± 5,2	87,0
		контроль	91,6 ± 1,2	
11.01.2022	Белуга (сперма 2 самцов) 60%, 60%	С03	38,3 ± 4,3	43,1
		С03АА	53,1 ± 4,8	59,7
		контроль	88,9 ± 2,9	
		С03	97,9 ± 1,1	104,7
		С03АА	78,4 ± 2,8	83,9
		контроль	93,5 ± 3,7	
18.01.2022	Сибирский осетр (сперма 1 самца) 70%	С01	59,0 ± 2,6	74,4
		С03	61,3 ± 3,0	77,3
		С05	63,9 ± 2,9	80,6
		С03ФА	52,6 ± 3,1	66,3
		С03АА	58,5 ± 3,9	73,8
		контроль	79,3 ± 3,7	
18.01.2022	Амурский осетр (сперма 1 самца) 70%	С03	37,9 ± 3,7	54,3
		С03АА	44,9 ± 8,0	64,3
		контроль	69,8 ± 5,9	

Таблица 1. Продолжение / **Table 1.** Continuation

Дата	Вид рыбы, подвижность нативной спермы	Обозначение состава среды*	Оплодотворение икры размороженной спермой	
			средний % развития	% от контроля
16.02.2022	Стерлядь (смесь спермы 3 самцов) 70%	C01	17,3 ± 3,9	40,7
		C03	28,6 ± 3,0	67,3
		Г01	23,4 ± 5,3	55,1
		Г03	30,1 ± 6,1	70,8
		контроль	42,5 ± 2,7	
10.03.2022	Бестер (сперма 1 самца) 70%	C01	32,7 ± 6,7	44,7
		C01AA	47,0 ± 5,0	64,2
		C03	36,6 ± 3,7	50,0
		C03AA	47,5 ± 10,1	64,9
		Г01	34,2 ± 2,7	46,7
		Г01AA	51,5 ± 5,9	70,4
		Г03	29,6 ± 4,0	40,4
		Г03AA	21,5 ± 3,3	29,4
		контроль	73,2 ± 3,2	
17.03.2022	Сибирский осетр (2 смеси спермы 2 самцов) 80%, 70%	C01	25,9 ± 5,6	30,2
		C01AA	40,8 ± 7,0	47,6
		C03	38,0 ± 7,0	44,3
		C03AA	40,4 ± 8,2	47,1
		Г01	31,5 ± 6,9	36,8
		Г01AA	28,9 ± 2,5	33,7
		Г03	30,0 ± 5,6	35,0
		Г03AA	27,7 ± 4,8	32,3
		контроль	85,7	
		C01	56,1 ± 6,8	65,5
		C01AA	54,2 ± 4,0	63,2
		C03	68,3 ± 3,8	79,7
		C03AA	47,6 ± 2,7	55,5
		Г01	62,3 ± 5,0	72,7
		Г01AA	52,4 ± 1,6	61,1
		Г03	58,9 ± 4,4	68,7
		Г03AA	64,9 ± 7,4	75,7
30.03.2022	Стерлядь (смесь спермы 6 самцов) 70%	контроль	85,7	
		C01	22,2 ± 2,0	51,7
		C01AA	27,6 ± 3,4	64,3
		C03	25,1 ± 2,7	58,5
		C03AA	19,6 ± 2,7	45,7
		Г01	25,4 ± 3,0	59,2
		Г01AA	16,1 ± 4,1	37,5
		Г03	24,4 ± 4,9	56,9
		Г03AA	19,5 ± 3,0	45,5
		контроль	42,9 ± 7,6	

Примечание: * – В обозначениях составов сред: С – сахароза, Г – глюкоза, И – инозит; 01, 03, 05 – соответственно массовая доля 0,1%, 0,3%, 0,5% данных сахаров в основе среды; ФА – 0,7% формамида, АА – 0,7% ацетамида в основе. Основа: водный раствор 0,08% хлорида калия, 8% метанола.

ски во всех испытанных концентрациях. Принципиальной была установленная значимость различий между средами C03 и Г03, содержащими соответственно 0,3% сахарозы или 0,3% глюкозы. На втором этапе, при сравнении сред с разным содержанием сахарозы, подтверждена предпочтительность концентрации 0,3%.

Сравнение действия сахарозы и ее сочетаний с амидами, проведенное на третьем этапе, показало целесообразность добавления амидов в среды с концентрациями сахарозы как 0,1%, так и 0,3%. Доказанная значимость различий между средами в парах C01 и C01ФА, C01 и C01AA, C01ФА и C03 подтвердила обосно-

Таблица 2. Сравнение криозащитного действия экспериментальных сред в парах по выборкам из результатов опытов за 2019-2022 гг. / **Table 2.** Comparison of cryoprotective effect of experimental media in pairs based on selected parts from experimental results for 2019-2022

Этап сравнения	Средние значения оплодотворения икры размороженной спермой (в % от контроля) по выборкам для пар сред					
1	C01 и Г01	C01 и И01	C03 и Г03*	C03 и И03	C05 и Г05	C05 и И05
	65,7 и 66,6	80,8 и 77,2	68,5 и 62,3	77,0 и 69,1	64,4 и 55,0	54,9 и 40,5
2	C01 и C03			C03 и C05		
	66,7 и 70,5			73,3 и 71,5		
3	C01 и C01ФА*		C01 и C01АА*		C03 и C03ФА	
	76,4 и 86,2		54,6 и 66,5		65,9 и 63,9	
	C03ФА и C03АА		C01 и C03АА*		C01ФА и C03*	
	63,9 и 76,3		68,1 и 78,6		86,2 и 71,9	
4	Г01 и Г01АА		Г03 и Г03АА		Г03АА и C03АА	
	66,7 и 50,8		67,9 и 48,5		45,7 и 53,3	
					-	

Примечание: * - различия достоверны при уровне значимости 0,05

ванность выводов, сделанных ранее, при разработке усовершенствованной криозащитной среды для спермы осетровых рыб [5; 6]. Сравнение действия каждого из двух амидов в среде с концентрацией сахарозы 0,3% (C03ФА и C03АА) обнаружило, что ацетамид более эффективно обеспечивал криозащиту клеток при замораживании, чем формамид. Преимущество среды с ацетамидом C03АА, по сравнению с применяемой нами ранее базовой осетровой средой C01, показала достоверность различий между ними по *t*-критерию.

Проверка сочетаний ацетамида с разными концентрациями глюкозы, предпринятая на четвертом этапе, обнаружила для сред с его присутствием снижение криозащитного действия, а также вновь подтвердила преимущество среды C03АА по сравнению с ее глюкозо-содержащим аналогом Г03АА.

Анализ полученных данных позволил заключить, что наибольшую защиту спермы осетровых рыб разного качества при криоконсервации обеспечивает среда C03АА, содержащая в водном растворе 0,3% сахарозы, 0,08% хлорида калия, 8% метанола и 0,7% ацетамида.

Данная среда использовалась далее для контроля эффективности разработанной нами технологии криоконсервации спермы осетровых рыб [6] по всем остальным параметрам. Результаты девяти проведенных опытов по отдельным технологическим этапам представлены на рисунках 1-4. Эффективность испытанных вариантов протоколов оценивалась по таким показателям криоконсервированной спермы как подвижность, степень оплодотво-

рения и выклев, в сравнении с аналогичными показателями для нативной спермы в контроле. Объектами исследования в нерестовых сезонах 2023 и 2024 гг. были индивидуальные образцы нативной спермы сибирского осетра (опыты 1, 5, 9), белуги (опыт 2), русского осетра (опыты 3, 7), калуги (опыты 6, 8) и смесь спермы двух самцов стерляди (опыт 4). При проверке оплодотворяющей способности размороженных образцов использовалась икра русского (опыты 1-4, 7) и сибирского (опыты 5, 6, 8, 9) осетров.

Результаты, полученные при использовании среды C03АА в опытах 1-9, в целом подтвер-



Закладка в криохранилище контейнера с замороженной спермой /
Placing a container with frozen sperm into cryostorage

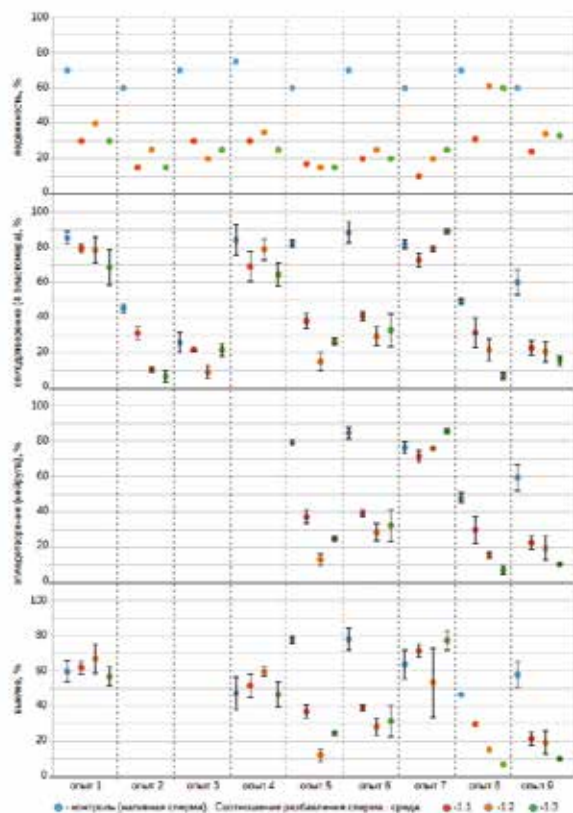


Рисунок 1. Влияние соотношения разбавления спермы средой C03AA на результаты криоконсервации (время эквilibрации суспензии сперма-среда – 5-20 мин, замораживание на диске, температура оттаивания замороженной спермы – 40 °C, время оттаивания – 60 сек).

Figure 1. Influence of dilution ratio (sperm: protective medium C03AA) on cryopreservation results (equilibration time of sperm – protective medium suspension – 5-20 min, freezing on the disk, thawing temperature of frozen sperm – 40 °C, thawing time – 60 s).

дили эффективность обычно применяемого протокола криоконсервации (с двухэтапным режимом замораживания на диске) по остальным технологическим параметрам.

Сравнение на первом этапе данного протокола различных соотношений разбавления спермы криозащитной средой показало в семи опытах из девяти предпочтительность обычно го соотношения 1:1 (рис. 1).

На следующем этапе было подтверждено, установленное ранее, отсутствие необходимости в длительной (25-85 мин) эквilibрации суспензии сперма-среда. Однако, наблюдаемое в ряде опытов и при продолжительной эквilibрации, сохранение размороженной спермой приблизительно одинаковой оплодотворяющей способности указывает на возможность

успешного выполнения трудоемких операций при крупномасштабной криоконсервации (рис. 2).

Оптимальные параметры этапа оттаивания, судя по частоте встречаемости наиболее высоких результатов оплодотворения икры размороженной спермой во всех опытах, кроме опыта 4, оказались теми же, что и в обычно применяемом протоколе (с двухэтапным режимом замораживания на диске): температура 40 °C и продолжительность 60 сек (рис. 3).

Высокоскоростной режим замораживания на «плотике», испытанный ранее и успешно применяемый нами в практике криоконсервации спермы лососевых и карповых рыб [8; 9], оказался малоприменимым для спермы осетровых рыб: оплодотворяющая способность оттаявших образцов спермы сибирского осетра и стерляди оказалась существенно ниже, чем при обычном замораживании на диске. Использование этого упрощенного протокола подтвердило также нежелательность длительной (45-70 мин) эквilibрации суспензии сперма-среда (рис. 4).

При анализе полученных данных принималось во внимание характерное нивелирование различий в результатах влияния рассмотренных технологических параметров на успех криоконсервации, наблюдаемое при замораживании образцов спермы достаточно высокого качества в опытах 1, 4 и 7, когда происходило сохранение размороженной спермой оплодотворяющей способности на уровне контроля. Проявлявшийся эффект подтверждал, тем не менее, высокое протективное действие оптимизированной криозащитной среды.

В проведенных опытах проявилось также часто наблюдаемое нами [1] и отмечаемое другими исследователями [10-12] отсутствие прямой зависимости между оплодотворяющей способностью размороженной спермы и подвижностью, как размороженной, так и нативной спермы.

Очевидно, что, как отмечалось ранее и другими авторами [13], предпочтительной является оценка эффективности любого применяемого протокола по результатам выклева личинок из икры, оплодотворенной криоконсервированной спермой, в сравнении с выклевом в контроле. В проведенном исследовании высокую эффективность оптимизированного протокола подтверждали достигнутые в опытных вариантах проценты выклева, в большинстве случаев совпадающие или немного отличающиеся от процентов развития икры на стадии нейрулы и даже на стадии 4 бластомеров. При этом в контролях наблюдалось более сильное снижение процентов выклева, по сравнению

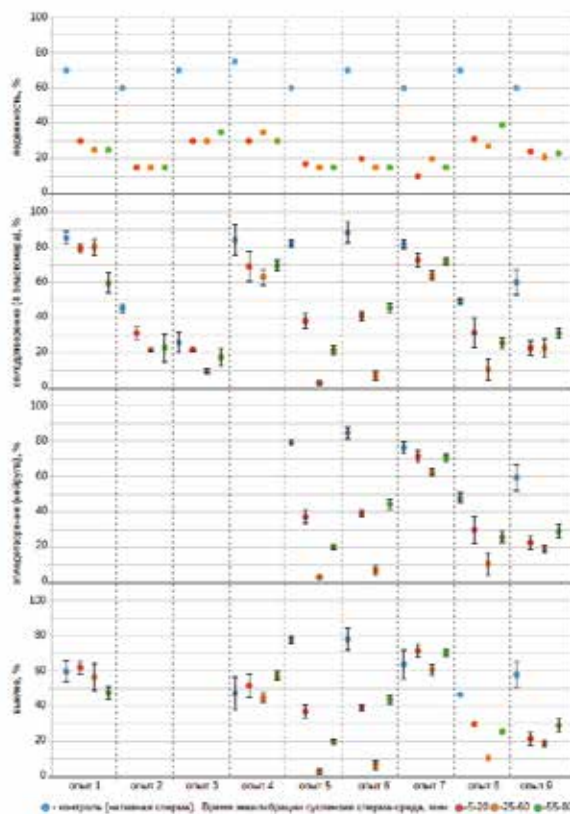


Рисунок 2. Влияние времени эквilibрации суспензии сперма-среда на результаты криоконсервации (среда C03AA, соотношение разбавления сперма: среда 1:1, замораживание на диске, температура оттаивания замороженной спермы – 40 °С, время оттаивания – 60 сек)

Figure 2. Influence of equilibration time of sperm-protective medium suspension on cryopreservation results (medium C03AA, dilution ratio sperm : protective medium 1:1, freezing on the disk, thawing temperature of frozen sperm – 40 °C, thawing time – 60 s)

с процентами оплодотворения, чем в опытных вариантах.

Проведенные исследования позволяют рекомендовать оптимизированный протокол криоконсервации спермы осетровых рыб, обеспечивающий возможность замораживания больших объемов спермы (до 100 мл) с сохранением ее оплодотворяющей способности на уровне нативной спермы в контроле. Данный протокол включает следующие этапы.

1. Транспортировка половых продуктов осуществляется при температуре 1-5 °С в изотермическом контейнере с хладоэлементами. Для криоконсервации отбираются образцы нативной спермы с подвижностью $\geq 60\%$.
2. Для криоконсервации сперма разбавляется в объемном отношении 1:1 криозащит-

ной средой, содержащей в водном растворе в массовых долях 0,3% сахарозы, 0,08% хлорида калия, 8% метанола и 0,7% ацетамида. Среда добавляется к сперме по каплям, при непрерывном перемешивании, при температуре 10-12 °С.

3. Суспензия сперма-среда разливается в криопробирки объемом 1,5 мл, которые немедленно или, при необходимости, после эквilibрации в течение 20-80 мин. устанавливаются вертикально на диск замораживателя. Замораживание осуществляется в парах LN_2 при постепенном погружении диска в криогенный сосуд с LN_2 по следующей программе: I этап: от +10 до -15 °С со скоростью 2-3 °С/мин; II этап: от -15 до -196 °С с плавно увеличивающейся скоростью до 20-25 °С/мин.

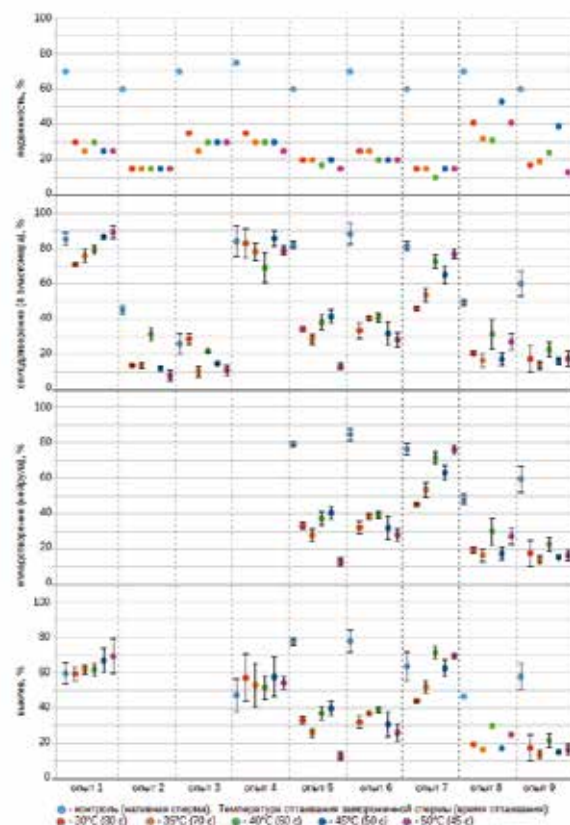


Рисунок 3. Влияние режима оттаивания на результаты криоконсервации (среда C03AA, соотношение разбавления сперма : среда 1:1, время эквilibрации суспензии сперма-среда 5-20 мин, замораживание на диске)

Figure 3. Influence of thawing regime on cryopreservation results (medium C03AA, dilution ratio sperm : protective medium 1:1, equilibration time of sperm-protective medium suspension – 5-20 min, freezing on the disk)

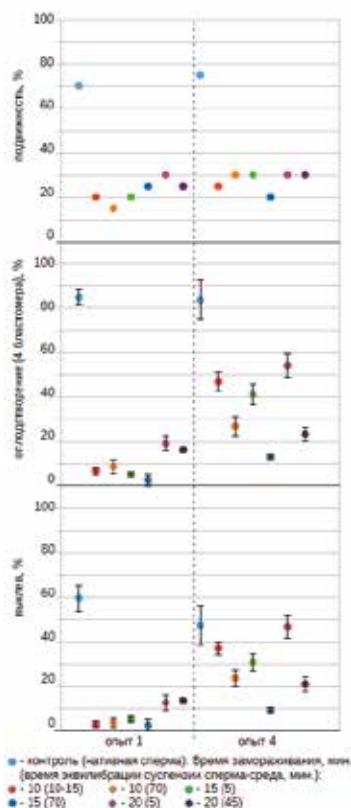


Рисунок 4. Влияние параметров замораживания на «плотике» на результаты криоконсервации (среда C03AA, соотношение разбавления сперма : среда 1:1, температура оттаивания замороженной спермы – 40 °С, время оттаивания – 60 сек)

Figure 4. Influence of parameters of «raft»-freezing on cryopreservation results (medium C03AA, dilution ratio sperm : protective medium 1 : 1, thawing temperature of frozen sperm – 40 °С, thawing time – 60 s)

4. После хранения в LN₂ пробирки с криоконсервированной спермой размораживаются в водном термостате при температуре 40 °С в течение 60 сек. Эффективность криоконсервации оценивается путем определения процентов оплодотворения икры размороженной спермой и выклева личинок.

Потомство опытных групп сибирского осетра и стерляди, полученное с использованием криоконсервированной по данному протоколу спермы, на втором году выращивания не отличалось по морфометрическим показателям и показателям развития половых клеток от рыб из контрольных групп, полученных с использованием нативной спермы [14; 15], что указывает на отсутствие негативного влияния данной технологии криоконсервации на генетический аппарат клеток.

Оптимизированный в ходе проведенных исследований протокол будет способствовать эффективному замораживанию больших объемов спермы для целей сохранения генетического разнообразия осетровых рыб при искусственном воспроизводстве, а также – для пополнения коллекций криобанков качественными образцами.



Криохранилища и резервная емкость с жидким азотом в криобанке ВНИИПРХ /
Cryostorages and reserve capacity with liquid nitrogen in the cryobank of VNIIPRKh

Работа выполнена при поддержке гранта Министерства науки и высшего образования Российской Федерации 075-15-2021-1084 по развитию генетических технологий.

The work was supported by a grant from the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation 075-15-2021-1084 for the development of genetic technologies.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. Вклад в работу авторов: **О.Б. Докина** – идея работы, подготовка и участие в проведении экспериментов, подготовка статьи, **К.В. Ковалев** – участие в проведении экспериментов, окончательная проверка статьи, **Н.Д. Пронина** – участие в проведении экспериментов, **Д.А. Попов** – участие в проведении экспериментов, графическое отображение данных, **О.В. Корабельникова** – участие в проведении экспериментов, **В.Н. Коваленко** – статистическая обработка данных.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: O.B. Dokina – the idea of the work, preparation and participation in conducting experiments, preparation of the article, K.V. Kovalev – participation in conducting experiments, final verification of the article, N.D. Pronina – participation in conducting experiments, D.A. Popov – participation in conducting experiments, graphical representation of data, O.V. Korabelnikova – participation in conducting experiments, V.N. Kovalenko – statistical data processing.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

- Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д., Попов Д.А., Корабельникова О.В. Анализ динамики криоустойчивости как показателя качества спермы осетровых рыб в рыбоводных хозяйствах // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры: сборник научных трудов. – Астрахань. 2024. Вып. 95 С. 35-45.
- Тихомиров А.М. Корректировка методики криоконсервации половых продуктов осетровых рыб Нижней Волги при создании маточного стада // Материалы научных мероприятий, приуроченных к 15-летию Южного научного центра Российской академии наук: Международного научного форума «Достижения академической науки на Юге России»; Международной молодежной научной конференции «Океанология в XXI веке: современные факты, модели, методы и средства» памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова; Всероссийской научной конференции «Аквакультура: мировой опыт и российские разработки». – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. 2017. С. 433-434.
- Красильникова А.А. Применение криоконсервированной спермы при искусственном воспроизводстве рыб // Дельты рек России: закономерности формирования, биоресурсный потенциал, рациональное хозяйствование и прогнозы развития: материалы Международной молодежной научной конференции памяти члена-корреспондента РАН Д.Г. Матишова (Ростов-на-Дону, 4-6 сентября 2018). – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН, 2018. С. 151-154.
- Патент № 2317703 Российская Федерация, А 01 К 61/00, А 01 N 1/02. Способ криоконсервирования спермы осетровых рыб: № 2006119203: заявл. 02.06.2006: опубл. 27.02.2008 / Докина О.Б., Цветкова Л.И., Пронина Н.Д., Миленко В.А.
- Патент № 2683682 Российская Федерация, МПК А 01 N 1/02 (2006.01). Защитная среда для криоконсервации спермы осетровых рыб: № 2018126466: заявл. 18.07.2018: опубл. 01.04.2019 / Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д., Миленко В.А.
- Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д., Миленко В.А. Эффективные технологии криоконсервации спермы карповых и осетровых рыб // Новейшие генетические технологии для аквакультуры: материалы Всероссийской научно-практической конференции с международным участием (Москва, МВЦ «Крокс Экспо», 29-31 января 2020 г.). – М.: «Перо». 2020. С. 119-134.
- Чебанов М.С., Галич Е.В., Чмырь Ю.Н. Руководство по разведению и выращиванию осетровых рыб – М.: ФГНУ «Росинформагротех». 2004. 148 с.
- Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д., Миленко В.А., Новоселова Ю.А. Усовершенствованная криозащитная среда для низкотемпературной консервации спермы радужной форели // Актуальные вопросы пресноводной аквакультуры: сборник научных трудов. – М.: Издательство «Перо». 2021. Вып. 92. С. 39-48.
- Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д., Миленко В.А., Коваленко В.Н. Оптимизированные технологии крупномасштабной криоконсервации спермы карповых рыб // Рыбное хозяйство. 2022. № 6. С. 58-66. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2022-6-58-66>
- Lahnsteiner, F. Studies on the semen biology and sperm cryopreservation in the sterlet, *Acipenser ruthenus* L. / F. Lahnsteiner, B. Berger, A. Horvath [et al.] // Aquacult. Res. 2004. V. 35. Pp. 519-528.
- Horvath, A. Viability and fertilizing capacity of cryopreserved sperm from three North American acipenseriform species: a retrospective study / A. Horvath, W.R. Wayman, J.C. Dean [et al.] // J. Appl. Ichthyol. 2008. V. 24. Pp. 443-449. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01134.x>
- Boryshpolets, S. Cryopreservation of sterlet (*Acipenser ruthenus*) spermatozoa using different cryoprotectants / S. Boryshpolets, B. Dzyuba, M. Rodina [et al.] // J. Appl. Ichthyol. – 2011. – V. 27. – P. 1147-1149. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01866.x>
- Urbanyi, B. Successful hybridization of *Acipenser* species using cryopreserved sperm / B. Urbanyi, A. Horvath, B. Kowacs // Aquacult. Int. 2004. V. 12. Pp. 47-56.
- Мельченков Е.А., Воробьев А.П., Арчибасов А.А., Ильясова В.А., Калмыкова В.В., Антипина Ю.А.

Сравнительная рыбоводно-биологическая характеристика потомства сибирского осетра и стерляди, полученного с использованием криоконсервированной (дефростированной) спермы на втором году выращивания // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2024. № 7. С. 473-488. <https://doi.org/10.33920/sel-09-2407-04>

15. Илясова В.А., Мельченков Е.А., Воробьев А.П., Арчибасов А.А., Калмыкова В.В., Антипина Ю.А. Сравнительная характеристика развития половых клеток у сибирского осетра и стерляди на втором году выращивания, полученных с использованием криоконсервированной и нативной спермы в условиях промышленных хозяйств // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2024. № 9. С. 612-625. <https://doi.org/10.33920/sel-09-2409-02>

REFERENCES AND SOURCES

1. Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D., Popov D.A., Korabelnikova O.V. (2024). Analysis of dynamics of cryoresistance as an indicator of sturgeon sperm quality in fish farms // Actual issues of freshwater aquaculture: collection of scientific papers. – Astrakhan. Issue 95. Pp. 35-45. (In Russ.)
2. Tikhomirov A.M. (2017). Correction of cryopreservation techniques of sexual products of Lower Volga sturgeon fish during the creation of a breeding stock // Materials of scientific events dedicated to the 15th anniversary of the Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences: International Scientific Forum "Achievements of academic science in the South of Russia"; International Youth Scientific Conference "Oceanology in the XXI century: modern facts, models, methods and tools" in memory of Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences D.G. Matishov; All-Russian Scientific Conference "Aquaculture: world experience and Russian developments". Rostov-on-Don: Publishing House of the YUNTS RAS. Pp. 433-434. (In Russ.)
3. Krasilnikova A.A. (2018). The use of cryopreserved sperm in artificial reproduction of fish // Deltas of rivers of Russia: patterns of formation, bioresource potential, rational management and development forecasts: proceedings of the International Youth Scientific Conference in Memory of Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences D.G. Matishov (Rostov-on-Don, September 4-6, 2018). Rostov-on-Don: Publishing House of the UNC RAS. Pp. 151-154. (In Russ.)
4. Patent No. 2317703 Russian Federation, A 01 K 61/00, A 01 N 1/02. Method of cryopreservation of sperm of sturgeon fish: No. 2006119203: application. 06/02/2006: published. 02.02.2008 / Dokina O.B., Tsvetkova L.I., Pronina N.D., Milenko V.A. (In Russ.)
5. Patent No. 2683682 Russian Federation, IPC A 01 N 1/02 (2006.01). Protective medium for cryopreservation of sperm of sturgeon fish: no. 2018126466: published on 07/18/2018: published on 04/01/2019 / Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D., Milenko V.A. (In Russ.)
6. Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D., Milenko V.A. (2020). Effective cryopreservation technologies for sperm of carp and sturgeon fish // Latest genetic technologies for aquaculture: proceedings of the All-Russian Scientific and Practical Conference with international participation (Moscow, Crocus Expo IEC, January 29-31, 2020). – M.: "Pen". Pp. 119-134. (In Russ.)
7. Chebanov M.S., Galich E.V., Chmyr Yu.N. (2004). Guidelines for breeding and rearing sturgeon fish – Moscow: FGNU "Rosinformagrotech". 148 p. (In Russ.)
8. Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D., Milenko V.A., Novoselova Yu.A. (2021). Improved cryoprotective medium for low-temperature preservation of rainbow trout sperm // Actual issues of freshwater aquaculture: a collection of scientific papers. - M.: Publishing house "Feather". Issue 92. Pp. 39-48. (In Russ.)
9. Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D., Milenko V.A., Kovalenko V.N. (2022). Optimized technologies for large-scale cryopreservation of carp sperm. // Fisheries. No. 6. Pp. 58-66. <https://doi.org/10.37663/0131-6184-2022-6-58-66>. (In Russ., abstract in Eng.)
10. Lahnsteiner F. (2004). Studies on the semen biology and sperm cryopreservation in the sterlet, *Acipenser ruthenus* L. / F. Lahnsteiner, B. Berger, A. Horvath [et al.] // Aquacult. Res. V. 35. Pp. 519-528.
11. Horvath, A. (2008). Viability and fertilizing capacity of cryopreserved sperm from three North American acipenseriform species: a retrospective study / A. Horvath, W.R. Wayman, J.C. Dean [et al.] // J. Appl. Ichthyol. V. 24. Pp. 443-449. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2008.01134.x>
12. Boryshpolets S. (2011). Cryopreservation of sterlet (*Acipenser ruthenus*) spermatozoa using different cryoprotectants / S. Boryshpolets, B. Dzyuba, M. Rodina [et al.] // J. Appl. Ichthyol. V. 27. Pp. 1147-1149. <https://doi.org/10.1111/j.1439-0426.2011.01866.x>
13. Urbanyi B. (2004). Successful hybridization of Acipenser species using cryopreserved sperm / B. Urbanyi, A. Horvath, B. Kowacs // Aquacult. Int. V. 12. Pp. 47-56.
14. Melchenkov E.A., Vorobyov A.P., Archibasov A.A., Ilyasova V.A., Kalmykova V.V., Antipina Yu.A. (2024). Comparative fish-breeding and biological characteristics of the offspring of Siberian sturgeon and sterlet obtained using cryopreserved (defrosted) sperm in the second year of cultivation // Fish farming and fisheries. No. 7. Pp. 473-488. <https://doi.org/10.33920/sel-09-2407-04>. (In Russ.)
15. Ilyasova V.A., Melchenkov E.A., Vorobyov A.P., Archibasov A.A., Kalmykova V.V., Antipina Yu.A. (2024). Comparative characteristics of germ cell development in Siberian sturgeon and sterlet in the second year of cultivation, obtained using cryopreserved and native sperm in industrial farms // Fish farming and fisheries. No. 9. Pp. 612-625. <https://doi.org/10.33920/sel-09-2409-02>. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию / Received 18.04.2025
Принят к публикации / Accepted for publication 15.05.2025

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 17.06.2025 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



Р О К И 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
