



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

НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ И ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ ЖУРНАЛ

рыбное хозяйство

№ 2 2024
март–апрель

Основан в 1920 году | Выходит 6 раз в год

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

Научный консультант **О.Л. Журавлева**
Ответственный редактор **С.Г. Филиппова**

Компьютерная верстка **М.Д. Козина**
Менеджер по подписке **Д.Г. Маркова**

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



УЧРЕДИТЕЛЬ ЖУРНАЛА

ВСЕРОССИЙСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ РЫБНОГО ХОЗЯЙСТВА И ОКЕАНОГРАФИИ (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
Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО)

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, ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»
- Андреев М.П.* доктор технических наук, профессор кафедры технологии продуктов питания, ФГБОУ ВО «КГТУ»
- 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»
- Дворянинова О.П.* доктор технических наук, Декан факультета безотрывного образования, заведующий кафедрой управления качеством и технологии водных биоресурсов, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»
- Жигин А.В.* доктор сельскохозяйственных наук, главный научный сотрудник отдела аквакультуры беспозвоночных, ФГБНУ «ВНИРО»; профессор кафедры аквакультуры и пчеловодства, ФГБОУ ВО «РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева»
- Зиланов В.К.* кандидат биологических наук, действительный член МАНЭБ, профессор, почетный доктор ФГБОУ ВО «МГТУ», председатель КС «Севрыба»
- Кокорев Ю.И.* кандидат экономических наук, профессор кафедры гуманитарно-экономические дисциплины, Дмитровский рыбохозяйственный технологический институт, ФГБОУ ВО «АГТУ»
- Мезенова О.Я.* доктор технических наук, профессор, ФГБОУ ВО «КГТУ», Почетный работник рыбного хозяйства
- Мерсель Й.-Т.* доктор технических наук, профессор, научно-исследовательская лаборатория (UBF GmH), Альтландсберг, Германия
- Остроумов С.А.* доктор биологических наук, доцент биологического факультета, МГУ им. М.В. Ломоносова
- Павлов Д.С.* действительный член Российской академии наук, доктор биологических наук, заслуженный профессор МГУ имени М.В. Ломоносова, заведующий лабораторией, научный руководитель кафедры ихтиологии биологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова; научный руководитель Института проблем экологии и эволюции им. А. Н. Северцова РАН
- Серветник Г.Е.* доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории проблем воспроизводства и биосинергетики, Всероссийский научно-исследовательский институт интегрированного рыбоводства (ВНИИР, филиал ФГБНУ ФИЦ ВИЖ им. Л.К. Эрнста)
- Сёмин А.Н.* академик РАН, доктор экономических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Российской Федерации, Заслуженный экономист Российской Федерации, Лауреат национальной премии им. П.А. Столыпина, ФГБНУ «ВНИРО»
- Смирнов А.А.* доктор биологических наук, главный научный сотрудник отдела морских рыб Дальнего Востока, Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»); профессор, Северо-Восточного государственного университета (СВГУ); доцент, Дагестанский государственный университет (ДГУ)
- Труба А.С.* доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник 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
RUSSIAN FEDERAL RESEARCH INSTITUTE
OF FISHERIES AND OCEANOGRAPHY (VNIRO)

2/2024 (march–april)
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**

Scientific consultant: **O.L. Zhuravleva**
Computer layout: **M.D. Kozina**
Subscription manager: **D.G. Markova**

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 (VNIRO)

Secretary of the Editorial Board

S.G. Filippova Executive editor of the magazine "Fisheries"

MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

<i>Kolmakov A.N.</i>	Doctor of Economics, Director of the Center for Economic Research of Fisheries, (VNIRO)
<i>Andreev M.P.</i>	Doctor of Technical Sciences, Professor of the Department of Food Technology, KSTU
<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>Dvoryaninova O.P.</i>	Doctor of Technical Sciences, Dean of the Faculty of Continuous Education, Head of the Department of Quality Management and Technology of Aquatic Bioresources, Voronezh State University of Engineering Technologies
<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>Mezenova O.Ya.</i>	Doctor of Technical Sciences, Professor, KSTU, Honorary Worker of Fisheries
<i>Mercel J.-T.</i>	Doctor of Technical Sciences, Professor, Research Laboratory (UBF GmbH), Altlandsberg, Germany
<i>Ostroumov S.A.</i>	Doctor of Biological Sciences, Associate Professor of the Faculty of Biology, Lomonosov Moscow State University
<i>Paulou D.S.</i>	Full member of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Biological Sciences, Honored Professor of Lomonosov Moscow State University, Head of the Laboratory, Scientific Director of the Department of Ichthyology of the Faculty of Biology of Lomonosov Moscow State University; Scientific Director of the A. N. Severtsov Institute of Ecology and Evolution of the Russian Academy of Sciences
<i>Servetnik G.E.</i>	Doctor of Agricultural Sciences, Senior Researcher at the Laboratory of Reproduction and Biosynergetics Problems, All-Russian Research Institute of Integrated Fish Farming (VNIIR, branch of the L.K. Ernst FITZVIZH Federal State Budgetary Scientific Institution)
<i>Semin A.N.</i>	Academician of the Russian Academy of Sciences, Doctor of Economics, Professor, Honored Scientist of the Russian Federation, Honored Economist of the Russian Federation, Laureate of the National Prize named after P.A. Stolypin, VNIRO
<i>Smirnov A.A.</i>	Doctor of Biological Sciences, Chief Researcher of the Department of Marine Fishes of the Far East, VNIRO; Professor, Northeastern State University (SVSU); Associate Professor, 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, Okruzhny proezd, 19.

СОБЫТИЕ 08 EVENT

ЭКОНОМИКА И БИЗНЕС

Колмаков А.Н., Титова Г.Д.Методы биоэкономического моделирования
в промышленном рыболовстве**Васильев А.М.**Роль экспорта в развитии рыболовства
(на примере рыбного хозяйства
Мурманской области)

ЭКОЛОГИЯ

**Скуратова П.Н., Хасанова Л.Н.,
Мусина С.А.**Анализ трофического состояния вод губы Ура
Мотовского залива, губы Лодейная Кольского
залива и Кильдинского пролива Мурманской
области с помощью индекса E-TRIX

ПРАВОВЫЕ ВОПРОСЫ

Бекашев Д.К.Подкомитет по управлению рыболовством –
новый орган ФАО: правовой статус и анализ
итогов 1-й сессии

БИОРЕСУРСЫ И ПРОМЫСЕЛ

Подушка С.Б.Возможно ли возобновить промысел
осетровых в Азовском море?**Абаев А.Д., Русяев С.М.,
Щербак Ю.А.**Практика применения мер
по стимулированию добычи и управлению
промыслом колючего краба (*Paralithodes
brevipes*) Северо-Охотоморской подзоны
Охотского моря

ВНУТРЕННИЕ ВОДОЕМЫ

Глубоков А.И.История освоения биологических
ресурсов реки Волга
с 1931 по 1971 годы**Алдушин А.В.,
Алдушина Ю.К., Бурбах А.С.**Характеристика нерестовой миграции
рыб в реках бассейна Куршского залива
на примере реки Промысловая

ECONOMICS AND BUSINESS

Kolmakov A.N., Titova G.D.Methods of bioeconomical modeling
in industrial fisheries**Vasiliev A.M.**The role of exports in the development
of fisheries (using example of fisheries
in the Murmansk region)

ECOLOGY

**Skuratova P.N., Khasanova L.N.,
Musina S.A.**Analysis of trophic state of waters
of the Ura Bay of Motovsky Bay, Lodeynaya
Bay of the Kola Bay and the Kildinsky Strait
of the Murmansk Region using the E-TRIX index

LEGAL ISSUES

Bekyashev D.K.Sub-committee on Fisheries Management –
a new body of FAO: legal status and analysis
of the results of the 1st session

BIORESOURCES AND FISHERIES

Podushka S.B.Is it possible to reopening sturgeon
fishing in the Sea of Azov?**Abaev A.D., Rusyaev S.M.,
Shcherbakova Yu.A.**The practice of applying measures
to stimulate the production and
management of the prickly crab
(*Paralithodes brevipes*) fishery of the North
Okhotsk Sea subzone of the Sea of Okhotsk

INTERNAL RESERVOIRS

Glubokov A.I.The history of the development
of biological resources of the Volga River
from 1931 to 1971**Aldushin A.V.,
Aldushina Yu.K., Burbach A.S.**Characteristics of spawning migration
of fish in the rivers of the Curonian Lagoon
basin on the example of the Promyslovaya River

**Рабазанов Н.И., Смирнов А.А.,
Бархалов Р.М.**

Биологические показатели доминирующих
видов рыб в северной части Аграханского
залива Каспийского моря

**79 Rabazanov N.I., Smirnov A.A.,
Barkhalov R.M.**

Biological indicators of the dominant
fish species in the northern part
of the Agrakhan Bay of the Caspian Sea

АКВАКУЛЬТУРА

**Мирошникова Е.П.,
Аринжанов А.Е., Сизенцов А.Н.,
Киякова Ю.В., Аринжанова М.С.**

Анализ взаимосвязи изменения состава
микробиома кишечника и аминокислотного
состава печени карпа (*Cyprinus carpio*)
на фоне использования
в кормлении различных биологически
активных добавок

AQUACULTURE

**88 Miroshnikova E.P.,
Arinzhanov A.E., Sizentsov A.N.,
Kilyakova Yu.V., Arinzhanova M.S.**

Analysis of the relationship between
changes in the composition of the intestinal
microbiome and the amino acid composition
of the liver of carp (*Cyprinus carpio*) against
the background of the use of various
biologically active additives in feeding

МАРИКУЛЬТУРА

Бровкина Е.П., Костина Е.А.

Опыт выращивания приморского гребешка
в донном вольере на рыбоводном
участке в бухте Козьмина залива Находка.
Рекомендации по установке

MARICULTURE

95 Brovkina E.P., Kostina E.A.

The experience of growing a seaside scallop
in a bottom aviary at a fish breeding site
in the Kozmina Bay of Nakhodka Bay.
Installation recommendations

ТЕХНИКА РЫБОЛОВСТВА И ФЛОТ

**Недоступ А.А., Ражев А.О.,
Насенков П.В., Сергеев Е.И.,
Пивоварова Ю.С., Волошин А.А.**

Гидродинамика плетеных безузловых делей

FISHING EQUIPMENT AND FLEET

**102 Nedostup A.A., Razhev A.O.,
Nasenzov P.V., Sergeev E.I.,
Pivovarova Yu.S., Voloshin A.A.**

Hydrodynamics of braided netting knotless

ТЕХНОЛОГИЯ

**Докина О.Б., Красильникова А.А.,
Ковалев К.В., Пронина Н.Д.**

Криоконсервация спермы
осетрообразных рыб: современное
состояние и перспективы. *Часть 1.*

TECHNOLOGY

**110 Dokina O.B., Krasilnikova A.A.,
Kovalev K.V., Pronina N.D.**

Cryopreservation
of acipenseriformes sperm:
current state and prospects. *Part 1.*

Ким Э.Н., Заяц Е.А.

Обоснование способа производства
консервов типа «Шпроты в масле»

123 Kim E.N., Zayats E.A.

Substantiation of the method of production
of canned food such as «Sprats in oil»

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 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.

День рыбной промышленности на ВДНХ

На площадке выставки-форума «Россия» 14 марта прошел День рыбной промышленности. Панельная сессия «Рыбохозяйственный комплекс России: вчера, сегодня, завтра» стала Центральным мероприятием дня.



Модератором сессии был заместитель председателя Комитета Совета Федерации Федерального Собрания Российской Федерации по экономической политике Константин Долгов, который в приветственном слове остановился на успехах российских рыбаков.

Глава Росрыболовства Илья Шестаков детально рассказал об этапах развития рыбной отрасли с 2014 года по настоящее время. Прежде всего, рыбохозяйственный комплекс – стратегический сектор экономики России, отрасль играет важную роль для социально-экономического развития промысловых регионов. В истории отечественной рыбной промышленности были разные этапы: мощное развитие, спад и возрождение. Сегодня в рыбной отрасли страны, отметил глава Росрыболовства, реализуется масштабная реформа – ее результат открывает новые перспективы и колоссальные возможности роста. Большая роль принадлежит отраслевой науке, обеспечивающей новые районы промысла.

В числе спикеров на сессии были представители органов федеральной и региональной власти, эксперты, представители бизнеса.

Владимир Кашин, председатель Комитета по аграрным вопросам Государственной Думы ФС РФ, отметил успехи рыбохозяйственной отрасли и пожелал продолжения важной и нужной работы по реализации продовольственной программы.

Александр Двойных, председатель Комитета Совета Федерации по аграрно-продовольственной политике и природопользованию, уделил большое внимание созданию инфраструктуры, логистики в рыбных районах страны, которым сейчас в Росрыболовстве придается большое значение.

Виктор Евтухов, статс-секретарь – заместитель министра промышленности и торговли РФ в своем выступлении рассказал о том, с чем Минпром столкнулся после введения санкций и какое большое внимание уделяется строительству судов для рыбной промышленности в новых условиях.

Губернатор Архангельской области Александр Цыбульский, губернатор Калининградской области Антон Алиханов и губернатор Камчатского края (ВКС) Владимир Солодов рассказали о развитии рыболовства в их регионах, о строительстве и развитии портовой инфраструктуры, о работе аквакультурных предприятий, о развитии биотехнологических процессов и о строительстве и вводе в эксплуатацию новых судов.

На панельной сессии «Рыбохозяйственный комплекс России: вчера, сегодня, завтра» также выступили: Илья Раковский, председатель Союза рыбопромышленников Карелии; Владимир Григорьев, полномочный представитель генерального директора УК «Норебо холдинг»; Станислав Аксенов, член Совета директоров – заместитель генерального директора по взаимодействию с государственными органами и связям с общественностью ГК «Русский краб».

Участники дискуссии обсудили:

- реализованные решения и меры, достижения и задачи;
- главные драйверы и тенденции развития рыбной отрасли;
- перспективные направления развития;
- взгляд за горизонт: передовые технологии на службе отрасли;
- достижения и результаты развития отрасли в регионах.

Объединенная пресс-служба Росрыболовства

Итоги II Международной научно-практической конференции «Рыбохозяйственный комплекс России: 300 лет Российской академической науке»

26-27 марта Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) в стенах Центрального института собрал ключевых экспертов отраслевой науки и признанных авторитетов, учёных с мировым именем – академиков Российской академии наук. На конференции присутствовали 300 очных участников и свыше 8 тыс. – смотрели онлайн-трансляцию Пленарной сессии и тематические круглые столы по биологии, экономике и технологии.



Конференция была приурочена к знаменательной дате – 300-летию создания Российской академии наук.

В первый день конференции в формате открытого диалога состоялась Пленарная сессия «Итоги и перспективы развития рыбного хозяйства России в кризисных условиях мирового рынка», в работе которой приняли участие заместитель Председателя Государственной Думы Алексей Гордеев, руководитель Федерального агентства по рыболовству Илья Шестаков, заместитель президента РАН, академик РАН Пётр Чекмарёв, научный руководитель направления «Экология морей и океанов» Института океанологии им. П.П. Ширшова, академик РАН Михаил Флинт, директор Федерального научного центра аграрной экономики и социального развития сельских территорий Всероссийского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ), академик РАН А.Г. Папцов, заведующий лабораторией поведения и поведенческой экологии млекопитающих Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, академик РАН Вячеслав Рожнов, а также – профессор кафедры аквакультуры и технологии Северо-Вос-

точного сельскохозяйственного Университета КНР Чен Вейсинг.

Обращаясь к участникам Пленарной сессии, заместитель Председателя Государственной Думы Алексей Гордеев сказал, что возрастающая роль науки в жизни современной России очевидна. В последние годы все больше принимается важных решений для укрепления отечественной науки, поддержки учёных, внедрения в жизнь передовых разработок.

«Очень важно, что Росрыболовство сохранило мощную отраслевую науку. Всероссийский НИИ рыбного хозяйства и океанографии – это ключевое научное учреждение отрасли. Институт обладает серьёзной научной и материальной базой, которая обеспечивает высокую результативность работы учёных. Рекордный улов прошлого года, составивший 5,3 млн тонн, был бы невозможен без серьёзной предварительной работы учёных ВНИРО», – подчеркнул Алексей Гордеев.

Руководитель Росрыболовства Илья Шестаков, обращаясь к гостям и участникам Международной конференции, отметил несомненные заслуги учёных рыбохозяйственной науки перед отраслью. Он подчеркнул, что «научные ресурсные исследования позволили ориентировать наш флот на ценные ресурсы, которые современный флот может добывать». Опираясь на работу учёных, рыбаки смогли выловить в 2023 году рекордные 5,3 млн тонн.

Илья Шестаков в своём выступлении представил ключевые вехи развития отрасли за последние 30 лет. В динамике было показано возвращение России в список стран-лидеров по добыче ВБР. Коснулся глава Росрыболовства и вопроса активизации экспедиционной деятельности ВНИРО.

«В этом году предстоят масштабные ресурсные исследования в Африке, которые охватят территориальные воды 14 стран. Это число не

окончательное и может меняться в большую сторону. Благодаря экспедиции, отечественный флот сможет в будущем расширить свою ресурсную базу», – отметил Илья Шестаков.

В своём обращении к участникам конференции заместитель Президента Российской академии наук, академик РАН Пётр Чекмарёв подчеркнул тесную связь академической и прикладной науки. Он отметил, что работа учёных направлена на общую цель – обеспечение продовольственной безопасности страны и процветание России.

Научный руководитель направления «Экология морей и океанов» Института океанологии им. П.П. Ширшова, академик РАН Михаил Флинт привёл жизненный пример неразрывной связи учёных академической и отраслевой науки. Он сообщил участникам конференции, что с ВНИРО его связывает семейная традиция. Его дед – выдающийся советский учёный Лев Александрович Зенкевич – на протяжении многих лет был членом научной группы первого советского научно-экспедиционного судна «Персей» – прародителя научного флота ВНИРО.

Директор Федерального научного центра аграрной экономики и социального развития сельских территорий Всероссийского научно-исследовательского института экономики сельского хозяйства (ФГБНУ ФНЦ ВНИИЭСХ), академик РАН Андрей Папцов отметил совместную долгую и плодотворную работу двух институтов. Проекты и общие научные интересы содействуют тесному и плодотворному контакту.

Академик РАН Вячеслав Рожнов, возглавляющий лабораторию поведения и поведенческой экологии млекопитающих Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН поделился с участниками Пленарной сессии результатами совместной работы учёных ВНИРО и РАН. Он отметил, что на протяжении ряда последних лет удалось достичь серьёзного результата именно за счёт взаимодополняющих научных работ.

После завершения Пленарной сессии участники Международной конференции начали работу по секциям. Состоялось три круглых стола.

Круглый стол «Биология, запасы и перспективы промысла водных биологических ресурсов» работал два дня конференции и собрал ключевых докладчиков. Открыл работу круглого стола с докладом «Морские млекопитающие в исследованиях постоянно действующей экспедиции Российской академии наук» академик РАН, заведующий лабораторией поведения и поведенческой экологии млекопитающих Института проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН Вячеслав Рожнов. О научном сопровождении рыбохозяйственной отрасли Республики Беларусь рассказал заведующий кафедрой Белорусской

государственной сельскохозяйственной академии Константин Шумский. Ректор Саратовского государственного университета генетики, биотехнологии и инженерии им. Н.И. Вавилова Дмитрий Соловьев представил доклад «Кадровое и научное обеспечение развития аквакультуры Вавиловским университетом». Во второй день в работе круглого стола принял участие ВРИО директора института океанологии им. П.П. Ширшова РАН Владимир Шевченко.

Круглый стол «Экономика рыбного хозяйства» собрал на своей площадке ведущих учёных-экономистов не только рыбохозяйственного комплекса, но и всего агропромышленного сектора. С докладом «Увеличение ёмкости рынка рыбоконсервной продукции России» выступил профессор Уральского государственного горного университета, академик РАН Александр Сёмин. Проректор Кыргызского национального аграрного университета им. К.И. Скрябина Уранбек Шергазиев рассказал о современном состоянии рыбохозяйственного комплекса Кыргызстана. Об исследованиях циклической волатильности цен на рыбопродукты в Российской Федерации рассказал профессор Калининградского государственного технического университета Альберт Мнацаканян. Директор Института экономики и права Астраханского государственного технического университета Равиль Арыкбаев представил доклад «Экономика потребления рыбохозяйственного комплекса». Проректор Керченского государственного морского технологического университета Наталья Логунова рассказала об инновационных предложениях учёных КГМТУ по развитию рыбохозяйственного комплекса России. Директор Российского института экономики и права Ирина Ильина говорила об использовании потенциала цифровых платформ в управлении наукой.

Круглый стол «Техника, технологии добычи и переработки водных биоресурсов в обеспечении качества продукции» стал площадкой для диалога учёных ВНИРО и коллег из Росиботеха и Калининградского государственного технического университета.

Специальным гостем II Международной научно-практической конференции стал профессор Северо-Восточного сельскохозяйственного университета КНР Чен Вейсинг, который не только выступил на Пленарной сессии, но и представил доклад «Тканевой профиль экспрессии гена h-fabr и его взаимосвязь с текстурой мышц у карпа обыкновенного».

Все участники конференции положительно оценили её организацию и договорились в будущем продолжить встречи на площадке ВНИРО.

Пресс-служба ВНИРО

Коллегия Росрыболовства

3 апреля в Москве на площадке делового комплекса Центра международной торговли, под председательством руководителя Федерального агентства по рыболовству Илья Шестакова прошло расширенное заседание Коллегии Росрыболовства, на котором подводились итоги работы в 2023 году и обсуждались задачи на 2024.

В работе Коллегии принял участие Министр сельского хозяйства России Дмитрий Патрушев, который в своем обращении к работникам отрасли подчеркнул, что «в прошлом году рыбная промышленность продемонстрировала впечатляющий рост основных показателей. В результате показатель самообеспеченности рыбой и рыбной продукцией составил 165%, что практически вдвое превышает индикатор Доктрины».

Министр отметил значительный вклад учёных рыбохозяйственной науки в общий результат отрасли:

«Серьёзные результаты демонстрирует отраслевая наука. В 2024 году состоятся 875 экспедиций, которые обеспечат российских рыбаков всеми необходимыми данными для эффективной организации добычи ВБР. Отдельно стоит выделить Большую африканскую экспедицию, которая позволит провести исследования в тех регионах, где российские учёные не работали последние несколько десятилетий. Благодаря ей российский флаг вернётся в воды африканского континента», – уточнил министр.

Продолжая тему важности науки в рыбохозяйственной отрасли, руководитель Росрыболовства Илья Шестаков в отчетном докладе отметил: «Если говорить про рыбохозяйственные исследования, то в 2023 году ВНИРО провёл 870 экспедиций по оценке запасов традиционных ВБР и включению новых перспективных промысловых объектов. По итогам II саммита Россия-Африка, в 2023 году было принято решение провести Большую африканскую экспедицию. Сейчас ведётся подготовительная работа с иностранными государствами. Столь масштабных исследований в этих районах промысла Мирового океана за последние десятилетия не было. Помимо всего прочего, флаг Российской Федерации в зоне Африканских государств даст возможность говорить и об увеличении российского присутствия на промысле».

Глава Росрыболовства сказал, что, несмотря на сложные условия, российская рыбопромышленная отрасль оправдывает ожидания руководства и населения страны, внесёт свой вклад в продовольственную безопасность и закончит текущий год с высокими производственными результатами.

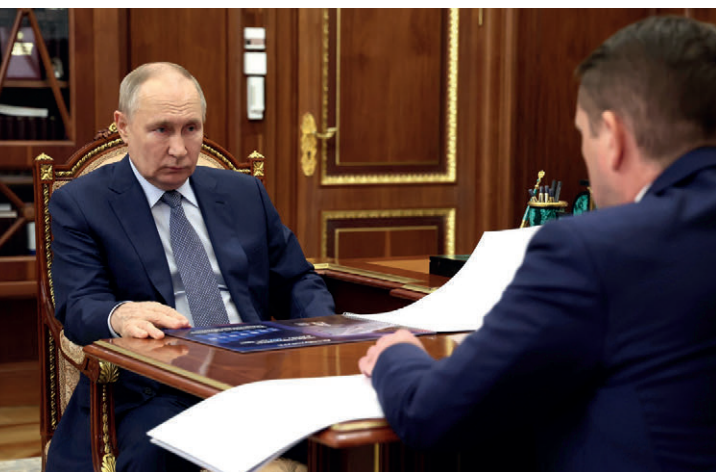
Перед участниками Коллегии выступили аудитор Счётной палаты РФ Сергей Мамедов, заместитель руководителя департамента – начальник управления по охране морских биологических ресурсов департамента береговой охраны Пограничной службы ФСБ России Олег Волков, президент ассоциации добытчиков минтая Алексей Буглак, а также статс-секретарь – вице-президент по взаимодействию с органами власти и управления ПАО «ГМК «Норильский никель» Дмитрий Пристансков, который отметил плодотворное рабочее взаимодействие компании и Росрыболовства. Говоря о совместной работе, он остановился на результатах работы Всероссийского НИИ рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО): «Для реализации соглашения, заключённого между Енисейским территориальным управлением Росрыболовства, АО «НТЭК» и ВНИРО предусмотрено научное сопровождение восстановительных мероприятий. Для этого были проведены рыбохозяйственные исследования Норило-пясинской озерно-речной системы. Кроме того, в прошлом году мы договорились с ВНИРО и о разработке рыбоводных биологических исследований на строительство осетрового и сигового рыбоводных заводов и завершили первый этап работ. Можно резюмировать, что мероприятия по восстановлению ВБР реализуются успешно».

Завершилось расширенное заседание Коллегии Росрыболовства награждением отраслевыми и ведомственными наградами лучших сотрудников. В числе награждённых был отмечен директор по научной работе ВНИРО Олег Булатов, которому Илья Шестаков вручил Орден Дружбы.

Пресс-служба ВНИРО

Руководитель Росрыболовства Илья Шестаков доложил Президенту Российской Федерации Владимиру Путину о результатах работы рыбохозяйственного комплекса и планах на ближайшую перспективу

Встреча состоялась 8 апреля в Кремле.



Российский рыбохозяйственный комплекс в целом работает стабильно, заявил руководитель Федерального агентства по рыболовству Илья Шестаков на рабочей встрече с президентом России Владимиром Путиным.

Глава Росрыболовства рассказал, что российскими рыбаками в 2023 году был до-

быт рекордный улов за последние 30 лет – 5,3 млн тонн. «Основной, конечно, наш традиционный вид – это минтай», – отметил Илья Шестаков. Кроме того, в 2023 году была хорошая лососевая путина – «добыли второй по значимости рекорд за всю историю наблюдений» – 609 тыс. тонн.

Глава ведомства добавил, что в стратегии развития рыбохозяйственной отрасли стоит еще одна очень важная задача – достичь результата по объемам производства аквакультуры к 2030 году до 600 тыс. тонн.

Илья Шестаков рассказал о том, как идет реализация госпрограммы «Квоты под киль».

Шла речь и о строительстве судов и решении возникающих проблем.

И.В. Шестаков подчеркнул, что доход бюджета от реализации программ рыбной отрасли сейчас в 10 раз больше, чем был раньше, причем 80% возвращается в регионы, где развивается инфраструктура, особенно в рыбацких поселках.

Затронули и вопрос, касающийся развития договоренности о добыче водных ресурсов в Африканских странах. На встрече отмечено, что по итогам II саммита Россия-Африка, в 2023 году было принято решение провести Большую африканскую экспедицию. Сейчас ведётся подготовительная работа с иностранными государствами. Столь масштабных исследований в этих районах промысла Мирового океана за последние десятилетия не было. Помимо всего прочего, флаг Российской Федерации в зоне африканских государств даст возможность говорить и об увеличении российского присутствия на промысле, подчеркнул глава Росрыболовства.

Источник: Первый канал ТВ



Методы биоэкономического моделирования в промышленном рыболовстве

Научная статья
УДК 331.102.1

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-13-19

Колмаков Алексей Николаевич – доктор экономических наук, профессор, директор Центра экономических исследований ВНИРО
E-mail: kolmakov@vniro.ru

Титова Галина Дмитриевна – доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник Центра экономических исследований ВНИРО
E-mail: gdtitova1939@yandex.ru

Адрес: Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ВНИРО) – Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, 19

Аннотация. В статье обсуждаются принципы использования приемов моделирования в промышленном рыболовстве при проведении биоэкономического анализа. Предложена структура составляющих компонентов этого анализа. Перечислены причины возникновения ошибочных решений в системе управления рыбными промыслами, приводящие к перелову и истощению запасов водных биоресурсов.

Ключевые слова: промышленное рыболовство, биоэкономический анализ, моделирование

Для цитирования: Колмаков А.Н., Титова Г.Д. Методы биоэкономического моделирования в промышленном рыболовстве // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 13-19.
DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-13-19

METHODS OF BIOECONOMICAL MODELING IN INDUSTRIAL FISHERIES

Aleksey N. Kolmakov – Doctor of Economics, Professor, Director of the VNIRO Center for Economic Research

Galina D. Titova – Doctor of Economics, Professor, Chief Scientific Officer of the VNIRO Center for Economic Research employee

Address: All-Russian Scientific Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO) – Russia, 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19

Annotation. The article discusses the principles of using modeling techniques in industrial fisheries when conducting bioeconomical analysis. The structure of the constituent components of this analysis is proposed. The reasons for the occurrence of erroneous decisions in the fisheries management system leading to overfishing and depletion of stocks of aquatic biological resources are listed.

Keywords: industrial fishing, bioeconomical analysis, modeling

For citation: Kolmakov A.N., Titova G.D. Methods of bioeconomical modeling in industrial fisheries. 2024. № 2. Pp. 13-19. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-13-19

Таблица составлена автором / The table is compiled by the author

Рисунки – авторские / The drawings were made by the author

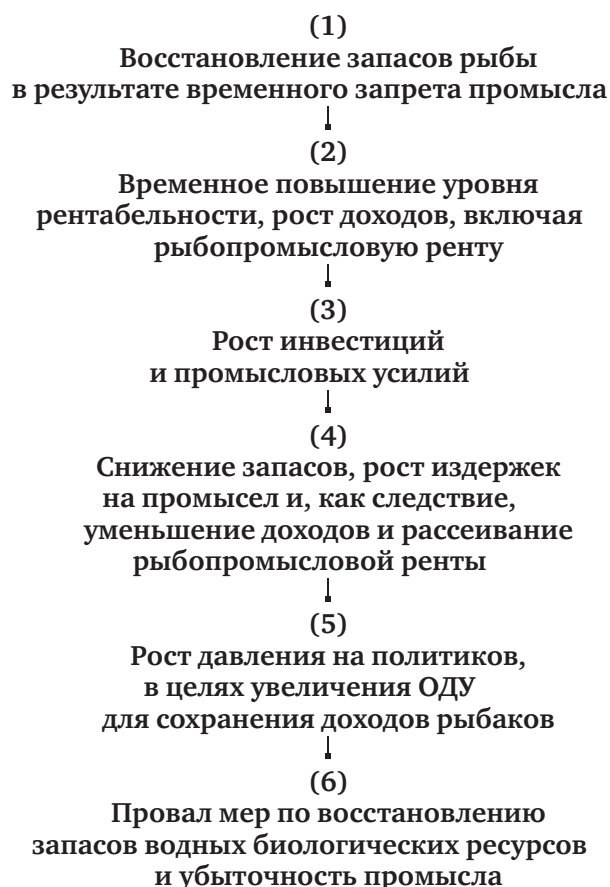
СОСТАВЛЯЮЩИЕ КОМПОНЕНТЫ БИОЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА

Составляющие компоненты биоэкономического анализа, привлекаемые для ретроспективного анализа системы рыболовства, ранее были изложены в работах [1; 2], представлены в следующей ниже таблице. Из неё видно, что биоэкономический анализ достаточно трудоемок для проведения в практике управления рыболовством.

Для оценки устойчивости системы рыболовства в целом требуется установление взаимосвязи и взаимовлияния, указанных в представленной выше таблице, компонентов в динамике. Можно, к примеру, проиллюстрировать, какие ошибки обычно возникают при анализе и прогнозе динамики капитала, в случаях игнорирования принципа предосторожности и необходимости интегрированных подходов к управленческим решениям.

Главной причиной перелома и истощения запасов водных биоресурсов является перекапитализация флота и избыточных промысловых мощностей. Для борьбы с ними принимается логическое решение по введению запрета на промысел в тех районах, где запасы биоресурсов катастрофически уменьшились. Казалось бы, что одновременно с запретом промысла следовало бы принять меры к выводу излишних промысловых мощностей из зоны перелома и ограничению ввода судов после снятия запрета. Однако, если введение запрета оказывается успешным, за этим на практике,

как правило, принимается ряд неправильных решений, последовательность и результаты которых показаны на следующей ниже схеме.





Причина происходящего кроется в том, что политики, как и рыбаки, в своих действиях руководствуются сиюминутными соображениями и не желают отягощать себя ношей ответственности перед будущими поколениями. К примеру, подобная схема принятия решений была реализована на тресковом промысле в Северной Атлантике, где запасы трески резко сократились в начале 1970 годов, после очень высоких уловов в течение целого ряда лет. Рост уловов сопровождался совершенствованием технологии промысла и беспрецедентным ростом промысловых усилий. После принятия ограничительных мер на промысел произошло восстановление запасов. Однако в 1980-ых повторилась цепь описанных событий, и вновь запасы трески были подорваны [3].

Политиков к принятию подобных ошибочных решений подталкивает то обстоятельство, что выведение из оборота излишних судов подразумевает обратимость инвестиций, т.е. возможность продажи промысловых судов, в результате которой их владельцы должны получить приемлемую цену, а рыбаки – покинуть промысел. Однако выполнить это требование трудно, ибо промысловый флот специализирован и имеет мало возможностей для альтернативного использования. Иными словами, в данном случае инвестиции плохо обратимы. К тому же возникают проблемы с трудоустройством лишних рыбаков, что не всегда просто сделать, т.к. необходимо выплачивать пособия по безработице. Поэтому, хотя ряд государств (Канада, Норвегия) предпринимают меры по

выкупу у рыбаков лишних мощностей и квот на право промысла, чаще всего политики и управленцы идут по наиболее легкому пути: закрывают глаза на перелом и, описанная выше, картина повторяется.

Вместе с тем, как отмечают исследователи из разных стран, несмотря на рост ресурсных ограничений, во многих бассейнах мирового рыболовства процесс согласования ОДУ, вместо природоохранной цели, все больше приобретает политическую и экономическую подоплеку при игнорировании рекомендаций ученых по противодействию росту экологических угроз и необходимости соблюдения требований предосторожности [4].

При биоэкономических оценках к анализу приходится привлекать значительные базы данных, содержащих разноплановые и разнокачественные показатели, методы анализа которых также относятся к разным областям знаний. В ситуациях, сопряженных с большим числом переменных и необходимостью выбора альтернативы, наиболее удобным средством для принятия управленческих решений являются приемы моделирования и математического программирования. Они позволяют сделать оптимальный выбор при наличии множества аналитических параметров и ограничений.

Как отмечают академик РАН К.Я. Кондратьев и профессор В.Ф. Крапивин, «когда коммерческое отношение к биосфере стало определяющей стратегией человечества и когда стал виден экологический тупик, информационный ресурс поднялся на шкале значимости до близ-

ких к предельным значениям» [5]. Поэтому, утверждают ученые, анализ разнокачественных данных возможен только при использовании математических моделей различного типа (балансовых, оптимизационных, эволюционных, статистических и т. д.).

«Большинство из них – считают они, – ориентировано на теоретическое осмысление живых систем высокого уровня с использованием имеющихся знаний, и лишь малая часть нацелена на первые шаги к объективной оценке современной глобальной экологической ситуации» [5].

Моделирование уже нашло применение и при биоэкономическом анализе рыболовства. Возможный диапазон его использования обстоятельно проанализирован А. Родригесом [6], который показал, что модели позволяют представить реальный мир в форме, которая легко воспринимается. Они могут быть достаточно простыми, выражены устно, т.е. словами, с использованием иллюстраций, схем и графиков, физических или масштабных моделей. Модели помогают лучше понять поведение рыбаков и составить прогноз реагирования рыбаков на те или иные правила рыболовства. К примеру, реакция на ограничение числа промысловых судов обычно выражается в виде роста вложений в каждое индивидуальное судно, тогда как попытки ограничения длины судов ведут к росту мощностей, за счет изменения их параметров (типа ширины или мощности двигателя).

В более сложных ситуациях, когда целью биоэкономического анализа становится выбор альтернативных политик на перспективу, нео-

ценимую помощь могут оказать математическое моделирование и методы линейного программирования. Но в любом случае основное назначение моделирования – избежать реализации на практике масштабных и плохо выверенных проектов и политик. Переход к сложным моделям, как правило, должен начинаться с устного обсуждения целей и ожидаемых результатов моделирования и отображения их на графиках.

ГРАФИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ

Научные основы рыболовства базируются на результатах множества исследований по динамике уловов, капитала, инвестиций, доходов, связанных с состоянием естественной базы (биомассой) и промысловыми усилиями, т.е. по биоэкономической динамике. Они иногда принципиально различаются по подходам и методам анализа. Однако, как правило, при конструировании биоэкономических систем в рыболовстве прибегают к графикам, предложенным полвека назад К. Гордоном и М. Шефером (США), которые, с помощью графического моделирования, смогли объединить биологические (динамика численности популяции) и экономические факторы. В теории эти графики носят название авторов и отражают проблему неистощительной эксплуатации биоресурсов, в основе которой лежит идея обеспечения устойчивого улова (sustainable yield). Можно сказать, что именно с графиков Гордона-Шефера и началось биоэкономическое моделирование [7; 8].

Таблица. Примерная структура составляющих компонентов биоэкономического анализа рыболовства / **Table.** The approximate structure of the components of the economic analysis of fisheries

Динамика анализа	Составляющие компоненты анализа
В масштабе времени	От ежедневной к еженедельной; от ежемесячной к сезонной; ежегодная; межгодовая; десятилетие и т. д.
Естественной системы	Численность популяций; система одновидового рыболовства; система многовидового рыболовства; морские экосистемы; биофизика окружающей среды
Социально-экономической системы	Уловы; промысловые усилия; труд; капитал и инвестиции; флот, его структура и перемещение внутри сезона промысла; рыночные цены; издержки; доходы; технологии промысла; социальное благополучие рыбацкого сообщества; рыбохозяйственная инфраструктура; внешние к рыболовству социально-экономические факторы
Системы управления	Стратегическая и тактическая политики; законодательство; правила рыболовства и другие регулирующие нормы; организационно-управленческие, рыбоохранные, контролирующие и научно-исследовательские системы
Информационной системы	Учет и отчетность; базы данных; информационно-аналитические технологии
Системы устойчивого рыболовства	Методы интегрированных биоэкономических оценок и оптимизационного моделирования; индикаторы устойчивого рыболовства

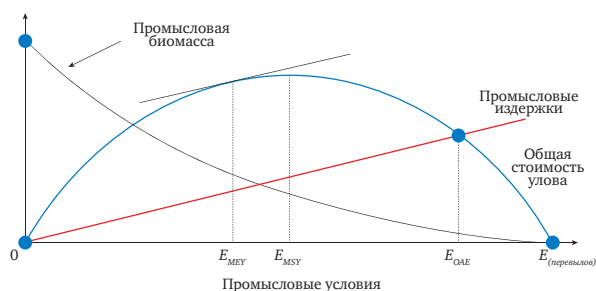


Рисунок 1. Функциональная зависимость уровней промысловых усилий и стратегических целей оптимизационного моделирования на графике Гордона-Шефера

Условные обозначения целей биоэкономической оптимизации:

E_{OAE} – максимизация занятости рыбаков (при условии: «цена» производства = рыночной стоимости улова); E_{MSY} – максимизация ежегодного уровня уловов (обеспечение населения морепродуктами на оптимальном уровне); E_{MEY} – максимизация экономических доходов, включая ренту.

Примечание: $0 < E_{MEY} < E_{MSY} < E_{OAE} < E$ (перелом)

Figure 1. Functional dependence of fishing effort levels and strategic goals of optimization modeling on the Gordon-Schaefer graph

Строго говоря, первоначальным предназначением этих графиков было стремление доказать неизбежность перелома в условиях открытого доступа к биоресурсам Мирового океана. Но время показало: мало что изменилось и после передачи 200-мильных зон под национальную юрисдикцию, за которой последовало введение прибрежными государствами разного рода ограничений на промысел, оказавшимися слабым препятствием на пути искателей сиюминутных доходов. Поэтому, ставшие классическими, графики Гордона-Шефера продолжают применяться для характеристики экономических и иных причин перелома и при режиме регламентированного доступа.

Для иллюстрации возможности применения этих графиков при биоэкономическом анализе можно использовать наиболее распространенный график, отражающий факт, что промысел с постоянным ежегодным уровнем промысловых усилий, повторяющихся в бесконечности, обеспечивает некоторый устойчивый улов (рис. 1). График крайне упрощен. Он учитывает только один объект промысла и, связанные с ним, промысловые усилия, не принимает во внимание погрешности и статическое равновесие. Однако он весьма полезен для демонстрации сути графического моделирования. Для простоты принимаются и другие допущения, в частности, что доход, полученный

рыбаками, равен рыночной стоимости улова, а затраты на промысел пропорциональны суммарным промысловым усилиям (больше усилий – больше улов – больше издержек).

Общий доход от рыболовства находится внутри U-образной кривой, он выражается промысловой биомассой или количеством выловленной рыбы в стоимостном выражении. Прямая линия показывает затраты на промысел, а постепенно снижающаяся кривая промысловой биомассы – уровень ее устойчивости при уровне промысловых усилий, заданных в зависимости от преследуемых целей.

Среди прочих допущений принимается, что любая комбинация усилий и улова, находящаяся внутри U-образной кривой, устойчива биологически. Количество биомассы в точке E характеризует полное истощение запаса вылавливаемого вида, после чего начинается его вымирание.

Набор принятых допущений предполагает, что задача получения устойчивых уловов совместима с выбором альтернативных стратегий промысла, обеспечивающих выполнение заданных целей.

Поскольку на графике представлены не только динамика биомассы и промысловых усилий, но также улов в рыночных ценах и полные совокупные издержки на промысел («цена» производства), то можно сказать, что он отражает функциональную зависимость промысловых

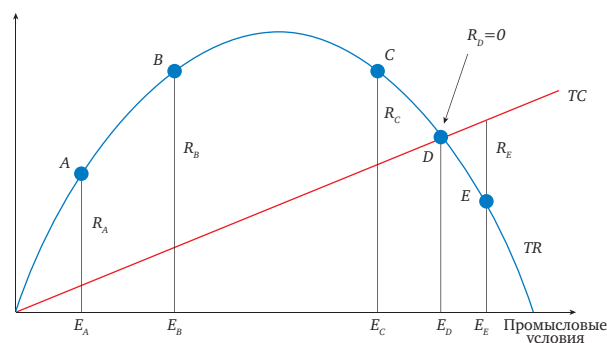


Рисунок 2. Биоэкономический график, характеризующий поведение системы рыболовства при росте промысловых усилий. Условные обозначения целей биоэкономической оптимизации: TR – кривая улова в рыночных ценах; TC – линия промысловых издержек («цена» промысла); R_A , R_B , R_C , R_D , R_E – уровень рыбопромысловой ренты.

Figure 2. Bioeconomic graph characterizing the behavior of the fishing system with an increase in fishing efforts

усилий с максимизацией ежегодного уровня уловов (выполнение продовольственной программы) MSY , максимизацией занятости рыбаков OAE и максимизацией экономических доходов, включая ренту, MEY .

Максимизация тех или иных параметров промысла зависит от заданных целей математического программирования. Следует отметить, что в более сложных биосоциоэкономических моделях может ставиться цель получения, так называемого, социального устойчивого улова (OSY), что предусматривает максимизацию сочетания разных социально-экономических ценностей, включающих занятость, ренту и т.д.

Рассматриваемый график отражает уровни промысловых усилий, соответствующие четырем целям оптимизации, включая нулевое усилие – запрет на промысел. При этом видно, что уровень биомассы снижается вместе с ростом уровня усилий и разных целей оптимизации $0 < E_{MEY} < E_{MSY} < E_{OAE} < E$ (вымирание). К примеру, цель максимизации доходов от рыболовства характеризует промысел в точке E , где можно максимизировать также и рентные платежи. Но если в экономике существует очень высокий уровень безработицы и рыбакам невозможно найти место для работы вне рыболовства, т.е. существует нулевая «цена шанса» для труда, то в этом случае предпочтителен промысел с более высоким уровнем промысловых нагрузок, т.е. он перемещается в точку E_{OAE} .

На следующем графике (рис. 2) усилена финансовая линия. Этот график лучше отражает как экономические, так и биологические аспекты рыболовства, поэтому имеет гораздо больше оснований называться биоэкономическим графиком, по сравнению с предыдущим. При построении графика принимаются постоянными: цена реализации единицы улова p и общий устойчивый доход TR , полученный от реализации выловленного за год улова Y (т.е. доход $TR = pY$). Этот доход отражает пространство, ограниченное кривой TR . Затраты владельцев судна включают не только фактические издержки (типа топлива и оплаты труда), но также и полные (совокупные) издержки промысла, т.е. – амортизацию и среднеотраслевую норму прибыли, что необходимо знать при направлении инвестиций на промысел.

В целях экономизации промысловых усилий вводится понятие себестоимости единицы промысловых усилий «с». К примеру, она может быть равна себестоимости единицы улова для среднего судна за день промысла. Тогда при уровне усилия, равном E , полные издержки на промысел $TC = cE$. То есть и TR , и TC – это функции промыслового усилия E . При росте промысловых усилий полные издержки TC

увеличиваются линейно, а кривая TR соответствует кривой доходности, которая вначале возрастает, а затем падает. Фактически, можно записать, что $TR = pY(E)$.

Ключевой элемент этого графика – разность между TR и TC . Она отражает поведение рыбаков. До тех пор, пока TC еще включает нормальную прибыль, рыбаки согласны вести промысел, даже если $TR = TC$, т.е. нет рентного дохода. В этой ситуации их заработанный доход (TR) обеспечивается нормальной прибылью (включенной в TC , иными словами – в «цену» производства). Принимается также, что инвестиции в рыболовство обеспечивают прибыль и уровень заработной платы, сходный с другими видами деятельности. С другой стороны, если $TR > TC$, то доход выше нормальной прибыли.

Разность между рыночной стоимостью улова TR и «ценой» производства TC (т.е. $TR - TC$) называется в экономической теории рыбопромысловой рентой, которая должна поступать собственнику биоресурсов (т.е. обществу), тогда как заработная плата и дивиденды на вложенный капитал представляют собой доходы частного бизнеса (следует отметить, что некоторые западные исследователи [9] вообще все виды дохода от промысла сводят к рыбопромысловой ренте, включая в него и нормальную прибыль на вложенный капитал, и сверхприбыль (квазиренту) от использования ноу-хау. Скорее всего, это объясняется сложностью выявления разного рода доходов, вследствие несовершенства учета и отчетности на промыслах. Принимая во внимание это обстоятельство, в данном случае в зону ренты отнесена вся сверхприбыль, т.е. истинная рента.

Максимальный уровень ренты (она выражается полужирными линиями) обеспечивается в точке A , где на промысле занято немного рыбаков и судов и существует биологическое равновесие. В этой точке наибольший доход обеспечивается при наименьших издержках, а рента имеет положительное значение ($TR - TC > 0$). Если рента не изъята государством, то остается сверх нормальной прибыли у рыбаков, а промысел выглядит привлекательнее других видов экономической деятельности. Это стимулирует вложения и притягивает новых участников промысла, т.е. в погоне за рентой начинают расти промысловые нагрузки, образно говоря, происходит то, что ассоциируется с «золотой лихорадкой» на Аляске.

Задавшись целью дать экономическую оценку роста промысловых усилий, можно рассмотреть их динамику в других точках на кривой TR . Так, в точке B рента даже больше, чем в точке A , что привлекает на промысел все новых рыбаков, и уровень промысловых усилий вновь возрастает. Однако и в точке B биологическое равновесие

еще не является биоэкономическим равновесием. Промысел продвигается к точке *C*. В этой позиции полные издержки *ТС* выше, но общий доход *TR* такой же, как и в точке *B*. Таким образом, рентный доход *RC* теперь меньше, т.е. происходит то, что называется рассеиванием ренты. Но, тем не менее, рента положительна. Поэтому общество еще может получать доход в виде ренты, а рыбаки – сверхприбыль в виде квазиренты. Рыболовство пока еще конкурентоспособно для привлечения инвестиций, в сравнении с другими отраслями, а промысловые усилия продолжают расширяться вправо, постепенно достигая точки *D* (точка *D* характеризует так называемое биоэкономическое равновесие, вправо от которого рента не образуется или отрицательна), а затем – и предельной точки *E*.

В точке *E* их уровень возрастает настолько, что промысел становится убыточным, т.е. $TR < TC$. Вправо от нее рыбаки уже не могут рассчитывать даже на получение нормальной прибыли, и новые суда больше не появляются на промысле. Более того, кое-кто из рыбаков начинает покидать промысел, т.к. другая экономическая деятельность становится предпочтительней. Однако это происходит там, где системный кризис не поразил экономику. В России межотраслевые миграции рабочей силы осложнены, поэтому начинает нарастать уровень браконьерства. В подобных условиях о занятости рыбаков должно позаботиться государство.

ВЫВОДЫ

Анализ, выполненный в статье, показал, что даже простые графические построения позволяют понять, что при регулировании промысловых усилий могут оптимизироваться те или иные цели рыболовства. Например, ограничивая промысловые усилия разрешениями на вход или вводя иные природоохранные меры, включая квоты на вылов водных биоресурсов, можно сохранить промысел в точке *C*, где, по теории, образуется и рента, и нормальная прибыль. Если же желательна более высокая занятость рыбаков, то могут использоваться субсидии, чтобы сохранить рыболовство в точке *E*. Однако всегда следует помнить, что на практике поддержка рыболовства субсидиями в развитых странах в этой точке (или вблизи нее) не имела природоохранного успеха.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: А.Н. Колмаков – идея статьи, корректировка текста; Г.Д. Титова – подготовка статьи.

The authors advertise the rejection of the conflict of interests.

The tab in the authors' work: A.N. Kolmakov – idea Status, texture correction; G.D. Titova – preparation status.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бетин О.И., Титова Г.Д., Васильев Д.А., Ефимов Ю.Н. Роль и задачи биоэкономики в создании научных основ устойчивого развития промышленного рыболовства // Рыбное хозяйство. 2022. № 5. С. 20-25. DOI 10.37663/0131-6184-2022-5-47-52
2. Титова Г.Д. Биоэкономические проблемы рыболовства в зонах национальной юрисдикции. – СПб.: ВВМ. 2007. 368 p.
3. Charles A.T. Sustainable Fishery Systems. 2013. 370 p.
4. UNEP. Challenges to International Waters // In: Regional Assessments in Global Perspective. United Nation Environment Programme. – Nairobi, Kenya. 2006 / From: [http://www.giwa. Net/](http://www.giwa.Net/) 125 p.
5. Крапивин В.Ф., Кондратьев К.Я. Глобальные изменения окружающей среды: экоинформатика. – СПб. 2002. 724 с.
6. Rodrigues, A.G. (ed.). Operations Research and Management in Fishing. – Kluwer, Dordrecht. 1990. 340 p.
7. Gordon H.S. The economic theory of a common resource: the fishery // Journal of Political Economy, 62. 1954. Pp. 124-142
8. Schaefer M.B. Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries // Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission, 1. 1954. Pp. 27-56.
9. Iudicello S., Weber M. and Wieland R. Fish, Markets, and Fishermen. The Economics of Overfishing. – London: EARTHSCAN. 1999. 205 p.

REFERENCES AND SOURCES

1. Betin O.I., Titova G.D., Vasiliev D.A., Efimov Yu.N. (2022). The role and objectives of bioeconomics in the creation of scientific foundations for the sustainable development of industrial fisheries // Fisheries. No. 5. Pp. 20-25. DOI 10.37663/0131-6184-2022-5-47-52. (In Rus., abstract in Eng.)
2. Titova G.D. (2007). Bioeconomical problems of fishing in areas of national jurisdiction. St. Petersburg: WWM. 368 p. (In Russ.)
3. Charles A.T. (2013). Sustainable Fishery Systems. 370 p.
4. UNEP. Challenges to International Waters // In: Regional Assessments in Global Perspective. United Nation Environment Programme. – Nairobi, Kenya. 2006 / From: <http://www.giwa. Net/> 125 p.
5. Krapivin V.F., Kondratiev K.Ya. (2002). Global environmental changes: ecoinformatics. St. Petersburg. 724 p. (In Russ.)
6. Rodrigues A.G. (1990). (ed.). Operations Research and Management in Fishing. – Kluwer, Dordrecht. 340 p.
7. Gordon H.S. (1954). The economic theory of a common resource: the fishery // Journal of Political Economy, 62. Pp. 124-142.
8. Schaefer M.B. (1954). Some aspects of the dynamics of populations important to the management of the commercial marine fisheries // Bulletin of the Inter-American Tropical Tuna Commission, 1. Pp. 27-56.
9. Iudicello S., Weber M. and Wieland R. (1999). Fish, Markets, and Fishermen. The Economics of Overfishing. – London: EARTHSCAN. 205 p.

Материал поступил в редакцию / Received 18.02.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 25.02.2024



Роль экспорта в развитии рыболовства (на примере рыбного хозяйства Мурманской области)

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-20-25

Научная статья
УДК 338.51

Васильев Анатолий Михайлович – доктор экономических наук, профессор, заслуженный экономист РФ, главный научный сотрудник, Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина – обособленное подразделение Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской Академии наук», Мурманская обл., Апатиты, Россия

E-mail: vasiliev@pgi.ru; eliskavav@yandex.ru

Адрес: Россия, 184209, Мурманская обл., г. Апатиты, ул. Ферсмана, 24а

Аннотация. Цель статьи – показать необходимость снижения оптовых внутренних цен на рыбную продукцию и предложить экономические методы решения этой проблемы. Актуальность связана с необоснованным ростом оптовых цен, являющихся основой розничных цен, что привело к снижению потребления рыбы российского промысла. Произведен анализ цен на рыбную продукцию. Приведены данные о необоснованно тесной связи оптовых цен на рыбу в России с ценами на мороженую продукцию на бирже Осло. Показана целесообразность разработки методики определения оптовых цен с целью использования их на аукционных торгах (норвежский опыт).

Ключевые слова: рыболовство, оптовые цены, экспорт, потребление продукции

Для цитирования: Васильев А.М. Роль экспорта в развитии рыболовства (на примере рыбного хозяйства Мурманской области) // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 20-25. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-20-25

THE ROLE OF EXPORTS IN THE DEVELOPMENT OF FISHERIES (USING THE EXAMPLE OF FISHERIES IN THE MURMANSK REGION)

Anatoliy M. Vasiliev – Doctor of Economics, Professor, Honored Economist of the Russian Federation, Chief Researcher, Luzin Institute for Economic Studies – Subdivision of the Federal Research Centre «Kola Science Centre of the Russian Academy of Sciences» (IES KSC RAS)

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

Annotation. The purpose of the article is to show the need to reduce wholesale domestic prices for fish products and to propose economic methods for solving this problem. The relevance is associated with an unreasonable increase in wholesale prices, which are the basis of retail prices, which led to a decrease in the consumption of Russian fish. An analysis of prices for fish products was made. Data on the unreasonably close relationship between the wholesale prices for fish in Russia and the prices for frozen products on the Oslo stock exchange are given. The expediency of developing a methodology for determining wholesale prices in order to use them at auctions (Norwegian experience) is shown.

Keywords: Fishing, wholesale prices, export, consumption of products

For citation: Vasiliev A.M. The role of exports in the development of fisheries (using the example of fisheries in the Murmansk region) // Fisheries. 2024. № 2. Pp. 20-25. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-20-25

Таблицы составлены автором / The tables are compiled by the author

Рыбное хозяйство Мурманской области занимает 3-4 места по объёму вылова в Российской Федерации после Камчатского, Приморского краёв и Сахалинской области. На Северо-Западе России Мурманская область обладает крупнейшим промысловым флотом. На её долю приходится ~72% квот биоресурсов и общего объёма вылова в Западной Арктике и Северной Атлантике.

Рыболовство России, в том числе Мурманской области, в 2008-2013 гг. осуществляло свою деятельность в условиях государственных преференций, заключающихся в разрешении большинству предприятий переходить на уплату единого сельскохозяйственного налога (ЕСХН) и снижении сборов за биоресурсы на 85,0%. В результате этого большинство экономических и финансовых показателей рыболовства Мурманской области в 2013 г., по сравнению с 2008 г., существенно улучшились. Например, рентабельность проданных товаров составляла 37,0%, что следует считать наиболее высокой величиной, по сравнению с результатами в других странах, осуществляющих рыболовство в Северной Атлантике [1]. Так, рентабельность по группе норвежских судов, ведущих промысел трески и других донных рыб, в 2013 г. составляла лишь 18%. При этом операционная маржа (отношение операционной прибыли к доходу), которая указывает количество выручки в процентном отношении, остающейся у компании или судна, после учёта себестоимости товара и других сопутствующих расходов, составляла 15,2%. [2]. Похожий показатель – отношение сальдированного результата к обороту в рыболовстве Мурманской области в 2013 г. составлял 21,2%.

Периодом больших перемен в функционировании рыболовства в России, в том числе на Северном бассейне, следует считать 2014 год. Он связан со снижением курса рубля по отношению к доллару США (с 31,85 руб. в 2013 г. до 38,47 руб., и 61,0 руб. в 2014-2015 гг. и понижением – до 73,66 руб. в 2021 г.), с увеличением цен на экспортируемые виды рыбной продукции, и хорошим состоянием сырьевой базы промысла. В результате влияния перечисленных факторов, каждая тонна улова рыбаков Мурманской области генерировала увеличенный сальдированный результат: в 2013 г. – 10082,2 руб., в 2014 г. – 11955,2 руб., в 2015 г. – 37492,4 руб., в последующем он также увеличивался, и в 2020 г. составил 95705 руб. и в 2021 г. – 139142 рубля. Стоимость 1 т экспортной продукции в 2014 г., по сравнению с 2013 г., также увеличилась на 56,6% (с 2297,6 долл. до 3597,0 долл. США) и имела повышательную динамику. В рублёвом исчислении рост удельной стоимо-

сти экспорта наблюдался в ещё больших размерах – 89,1% (с 138376,6 руб. до 73178,6 руб.). Доля уловов, направляемая на экспорт, с 57,8% возросла до 74,1%, в том числе по треске – с 71,8% до 91,2%, по пикше – с 47,0% до 96,8%. [3]. В какой мере изменились экономические и финансовые показатели деятельности рыболовства Мурманской области в 2014-2021 гг., по сравнению с 2013 г., показано в таблице 1.

Основными индикаторами, которые в меру их объективности характеризуют рыболовство с точки зрения его производственных успехов и социально-экономического влияния на общество, по нашему мнению, являются показатели оборота, сальдированного финансового результата и покупательной способности рыбы населением. Анализ этих показателей, представленных в таблице, показывает, что оборот в рыболовстве в 2021 г., по сравнению с 2013 г., увеличился в 3,86 раза. Поскольку объём произведённой продукции в 2021 г. на 43,2 тыс. т (на 7,3%) меньше, чем в 2013 г., то весь прирост объёма оборота обусловлен увеличением стоимости единицы проданной продукции.

Основной сферой деятельности рыболовческих компаний по продаже продукции стал её экспорт. Продажа рыбной продукции за рубеж в 2021 г., несмотря на уменьшение вылова и производства продукции, по сравнению с 2013 г. – на 69,0 тыс. т (на 10,0%) и 43,2 тыс. т (7,3%), соответственно, увеличилась в натуральном выражении на 14,9 тыс. т (4,9%). При этом оборот в 2013 г., за счёт экспорта он был сформирован на 60,4% [(627,7×31,85): 33078], а в 2021 г. – на 98,8% [(1697,9×73,66): 125067,5%]. Следовательно, в 2013 г. доля оборота, за счёт продаж рыбной продукции и других финансовых операций в России, составляла около 39,6%, а в 2021 г. только ~1,2%. Это по всему ассортименту рыбной продукции. Особенно сильное влияние на формирование экономического оборота оказал экспорт донных видов рыб, так как вывоз их за рубеж составлял более 90%, а также – крабов.

Расчёты, выполненные по данным, представленным в таблице 1, показывают, что основными факторами увеличения оборота экспортной продукции в 2021 г., по сравнению с 2013 г., является снижение курса рубля по отношению к доллару США и увеличение экспортных цен. Снижение курса рубля с 31,85 до 73,66 руб. за 1 долл. обусловило увеличение оборота на 75% (95367 млн руб.), а увеличение стоимости 1 т рыбы в экспорте с 2063,3 до 5320,9 долл. США привело к росту оборота на 25,3% (32267 млн руб.).

Увеличение оборота, при отсутствии дополнительных затрат, привело к уменьшению пока-

Таблица 1. Производственные и экономические показатели рыболовства Мурманской области / **Table 1.** Production and economic indicators of fisheries in the Murmansk region

Показатели	2013	2014	2015	2017	2020	2021	Отношение 2021 г. к 2013 г., %, раз
Общий вылов, тыс. т	691	574	681	689	574	622	89,4
Производство продукции, тыс. т	592,4	573,3	576,5	579,7	490,3	549,2	92,7
Оборот, млн руб.	33079	48844	68192	73614	91688	127634	385,9
Вывоз продукции в другие субъекты РФ, тыс. т	190,0	н/д	н/д	88,9	96,8	90,8	47,8
Экспорт рыбной продукции, тыс. т	304,2	324,7	313,8	352,7	272,6	319,1	104,9
Экспорт продукции, млн долл. США	627,7	882,7	850,0	1060,3	1098,5	1697,9	в 2,7 раза
Экспорт продукции, млн руб.	19992	57022	56780	67329	79026	125067	в 6,25 раза
Сальдированный результат, млн руб.	7017,2	8022,3	25532,3	36191,0*	54934,7*	86577,2*	в 12,34 раза
Рентабельность проданных товаров, %	37	44,9	67,3	69,5	81,5	116,0	+ 83,3
Затраты на 1 рубль продукции, коп.	71,3	68,1	58,6	55,2	50,6	42,8	60,0
Средние потребительские цены на конец года, руб./кг							
- рыба мороженая не разд.	65,7	84,8	105,0	125,5	153,5	175,6	в 2,67 раза
- рыба мороженая разд.	147,3	169,7	221,7	253,6	319,5	318,3	в 2,33 раза
- сельдь соленая	123,0	154,7	230,3	244,5	229,8	265,1	в 2,15 раза
- филе	177,2	218,7	325,9	364,5	479,5	500,2	в 2,82 раза
Вылов на 1-го работающего в рыболовстве, т	120,5	125,4	130,7	135,3	108,6	113,9	94,5
Покупательная способность населения МО, кг/в месяц							
- рыба мороженая не разделанная	485,6	398,4	350,0	312,9	303,7	291,4	60,0
- рыба мороженая разделанная	216,6	199,1	165,7	153,2	146,0	160,7	74,2

*Примечание: показатель в рыболовстве и рыболовстве

зателя затрат на 1 рубль продукции с 71,3 коп. до 42,8 коп (на 60,0%), а также – к росту сальдированного результата в 12,34 раза и рентабельности проданных товаров с 37,0% до 116,0%.

Обеспечению приведенного высокого уровня экономической эффективности деятельности рыболовства содействовало использование на внутреннем рынке высоких цен, «составленных специалистами Fishnet.ru по прейскурантам ведущих участников рынка», то есть по данным предприятий рыболовства Северного бассейна (табл. 2).

Анализ оптовых цен, приведенных в таблице 2, показывает, что они близки к экспортным

ценам, разработанным на бирже г. Осло, и для использования на внутреннем рынке России намного завышены. В результате этого покупательная способность населения снизилась: основного ассортимента выпускаемой рыбной продукции – рыбы мороженой не разделанной, уменьшилась на 40%, а рыбы мороженой разделанной – на 25,8%, при том, что среднедушевые доходы населения Мурманской области за этот период возросли на 60,5%. [4]. Этот процесс начался в 2014 г. и продолжается в настоящее время. При этом темпы роста цен выше увеличения доходов населения и потребление рыбной продукции не увеличивается.

Таблица 2. Среднегодовые оптовые цены на рыбную продукцию промысловых предприятий Северного бассейна / **Table 2.** Average annual wholesale prices for fish products from commercial enterprises in the Northern Basin

Показатели	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Отношение 2021 г. к 2013 г., раз
Треска	73	110	176	200	193	251	284	241	246	в 3,37
Пикша	95	122	145	155	153	176	202	156	163	в 1,72
Палтус	201	265	386	451	503	474	503	466	460	в 2,2
Мойва	27	42	61	78	-	40	46	-	-	в 1,9
Сельдь	43	55	97	111	84	62	80	75	103	в 1,78
Скумбрия	63	60	111	123	123	118	140	149	188	в 2,0
Путассу	29,6	-	39	28	37	48	45	53	70	в 1,54

Источники: Рыбный Курьер-профи: еженедельный бюллетень о международном рыбном бизнесе 2013, № 4 (423), 24(443), 48 (467); 2014, № 3 (473), 23 (493), 49 (519); 2015, №3 (524), 23 (544), 50 (571); 2016, №3 (576), 23 (596), 50 (623); 2017, № 3 (627), 24 (648), 50 (674); 2018, № 3 (678), 24 (699), 50 (725); 2019, № 3 (729), 24 (750), 50 (776); 2020, № 3 (780), 24 (801), 49 (826); 2021, № 3 (831), 25 (853), 49 (877)

Учитывая метод определения оптовых цен, приведенный выше, можно утверждать, что действующие с 2014 г. цены на рыбную продукцию не являются рыночными, определёнными с помощью аукционов или биржевых торгов в России. Об этом свидетельствует и низкий уровень потребления рыбной продукции населением, который постоянно снижается, начиная с 2013 года.

Повышение внутренних цен на рыбу в России до уровня экспортных не является единственным прецедентом и Правительство РФ обычно принимало соответствующие меры для недопущения необоснованного повышения цен. В данном случае, в связи с бездействием Правительства РФ, Президент Российской Федерации В.В. Путин 16 августа 2023 г. утвердил Перечень поручений Правительству, которым, в частности, предусматривается разработка плана мероприятий по увеличению внутреннего потребления отечественной рыбной продукции. При этом необходимо установить ежегодные целевые индикаторы его реализации и мероприятия по увеличению доступности рыбной продукции для конечного потребителя [5].

В начале этапа повышения цен на рыбу в 2014-2015 гг. Правительство РФ могло не допускать единовременного большого повышения цен, так как рыбопромышленники не имели оснований продавать рыбную продукцию на внутреннем рынке фактически по международным ценам. В соответствии с «Законом единой цены... идентичные товары, продаваемые в разных местах, должны продаваться по одинаковой цене, когда цены выражены в общей валюте». Закон единой цены – это экономическая концепция, которая гласит, что

цена идентичного актива или товара будет иметь одинаковую цену, если обменные курсы валют одинаковы [6].

В соответствии с «Законом одной цены», различия при установлении уровней и динамики мировых и внутренних цен на экспортируемые и импортируемые товары, на основе обменных валютных курсов, происходят в результате отрыва официального курса валюты, в которой они выражаются, от реального. Если рыночный курс валюты движется в течение длительного времени в соответствии с реальным, рассчитанным на основе паритета покупательской способности, то динамика цен будет отражаться достаточно объективно и достоверно [7].

В данном случае известно, что реальный курс рубля к доллару США, по паритету покупательной способности в России, занижен, примерно, в 2 раза [8]. Вследствие этого, внутренние национальные цены на рыбную продукцию должны быть ниже внешних и определяться с учётом затрат и покупательной способности населения. Инструмент установления справедливых цен на внутреннем рынке – биржевые торги или аукционы. Нынешние оптовые цены, публикуемые Ежедневным бюллетенем о международном рыбном бизнесе, нельзя назвать рыночными, так как они «составлены специалистами Fishnet.ru по прайс-листам ведущих участников рынка». То есть, составлены по предложению рыбодобывающих предприятий.

Внутренние цены должны формироваться под влиянием спроса и предложения на внутреннем рынке данной страны. Они должны отражать баланс интересов отечественных

производителей, стремящихся реализовать свой товар с максимальной выгодой, и покупателей, заинтересованных в доступной цене товара. В данном случае цены на рыбную продукцию учитывают только интересы производителей продукции.

Внутренние цены могут отличаться от мировых или экспортных цен на аналогичную продукцию. Это обусловлено тем, что на внутренних рынках действуют местные факторы спроса и предложения, особенности конкуренции, налогообложения, государственного регулирования цен. Поэтому внутренние цены в значительной степени автономны и не обязательно коррелируют с глобальными рыночными ценами.

Ключевыми факторами рыночного ценообразования являются:

- покупательная способность населения и уровень доходов, определяющих платежеспособный спрос;
- степень конкуренции на рынке;
- стоимость используемых ресурсов – сырья, материалов, энергоресурсов [9].

В странах Атлантического побережья, занимающихся рыболовством, цены формируются на рыбных рынках, аукционах, биржах или определяются по специально разработанным индикаторам. Например, в Норвегии экспортные цены определяются на бирже в г. Осло. Торговля рыбой для перерабатывающих предприятий внутри страны и с зарубежными покупателями осуществляется также с использованием электронных аукционов. Сбыт свежей трески, пикши и сайды, добываемых в прибрежье и экономической норвежской зоне осуществлялся по минимальным ценам, согласованным в результате переговоров между Норвежским советом по сбыту рыбы и представителями рыбной отрасли. В 2016 г. для этих целей научным учреждением Nofima разработана специальная формула [10].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Рыбное хозяйство Северного бассейна в настоящее время следует относить к отраслям с преобладанием экспортной деятельности, так как за рубежом постоянно продаётся более 70,0% производимой продукции. Для таких предприятий, как известно, выгоден слабый рубль, поскольку курсовая разница, в соответствии с существующим порядком расчёта стоимостных показателей, ведет к повышению доходов. Этот вывод подтверждается данными таблицы 1.

В рыболовстве Северного бассейна в этом случае доходы из-за курсовой разницы, вследствие ослабления рубля по отношению к доллару США в 2014-2015 гг. и в последующий период,

росли значительно быстрее, чем расходы. Учёт этого фактора, а также низкий уровень потребления рыбной продукции населением страны свидетельствуют о целесообразности снижения оптовых цен на рыбу на внутреннем рынке.

Увеличение экспортных цен, имевших место в это время, как следует из «Закона единой цены», в данном случае не должно являться фактором, побуждающим к росту цен.

В последующие годы таким фактором стал рост цен на дизельное топливо. Но топливо, как известно, занимает в себестоимости 25-30%, и, следовательно, повышение внутренних оптовых на добычу рыбы в 2016 г. и в последующий период не должно быть столь значительным, как показано в таблице 2.

Кроме этого, рентабельность реализации продукции в рыболовстве Северного бассейна в 2016-2021 гг. составляла от 73,4% до 116,0% и отрасль могла эффективно работать при несколько пониженном уровне рентабельности, вследствие обоснованного уменьшения внутренних цен на рыбу [11].

Можно предположить, что высокая рентабельность рыболовства, названная авторами [12], исследовавшими причины её, феноменальной, и практически отсутствие конкуренции на внутреннем рынке, в результате продаж рыбы за рубеж, стали определяющими для повышения цен в свиноводстве и птицеводстве, являющимися альтернативными производителями животного белка и работающими со значительно меньшим уровнем рентабельности [13].

«Госдума приняла в первом чтении проект закона, позволяющего Федеральной антимонопольной службе (ФАС) не принимать во внимание общемировые индикаторы при определении монопольно высокой и низкой стоимости товара. Это означает, что цена на продукцию в России будет отвязана от мировой» [14]. По нашему мнению, это правильное решение. Его следует использовать по отношению к ценам на рыбную продукцию, в целях выполнения поручения Президента России о повышении потребления рыбы населением. Нет теоретических оснований цен на рыбу, которые выше цен на мясо и птицу.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Научные и прикладные основы устойчивого развития и модернизации морехозяйственной деятельности в западной части арктической зоны Российской Федерации: отчет о НИР (промежут.): 0226-2019-0022 / Институт экономических проблем им. Г.П. Лузина Федерального исследовательского центра «Кольский научный центр Российской Академии наук»; науч. рук. Васильев А.М.; отв.

- исполн.: Васильев А.М., Вопиловский С.С., Фадеев А.М. [и др.]. – Апатиты. 2020. 128 с.
2. Lønnsomhetsundersøkelse for fiskeflåten 2017 / Profitability survey on the Norwegian fishing fleet 2017. Statistikkavdelingen, 2019. 128 p. -URL: <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Statistikk-yrkesfiske/Statistiske-publikasjoner/Loennsomhetsundersoekelse-for-fiskefartoei> (Дата обращения: 03.03.2024)
 3. Научные и прикладные основы государственной политики функционирования ресурсно-сырьевой экономики на шельфе и в прибрежной зоне российской Арктики в условиях глобализации: отчет о НИР (промежут.): 3-13-4002 / Институт экономических проблем Кольского научного центра Российской Академии наук; науч. рук. Васильев А.М.; отв. исполн.: Васильев А.М., Куранов Ю.Ф., Фадеев А.М. [и др.]. – Апатиты. 2015. 120 с.
 4. Среднедушевой доход семьи в Мурманской области. URL: <https://gogov.ru/average-income/mrm#data> (Дата обращения: 05.03.2024)
 5. Перечень поручений по итогам совещания с членами Правительства. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/72436> (Дата обращения: 05.03.2024)
 6. Закон одной цены. URL: <https://investors.wiki.ru/law-one-price> (Дата обращения: 05.03.2024)
 7. Взаимосвязь внутренних и внешнеторговых цен, причины их расхождения. URL: <https://helpiks.org/6-54071.html> (Дата обращения: 03.03.2024)
 8. Российский статистический ежегодник. 2022: Стат. сб./Росстат. – P76. – М. 2022. 691 с.
 9. Внутренняя цена. URL: <https://1fin.ru/?id=281&t=1711&ysclid=Irenkuntg2407173140> (Дата обращения: 05.03.2024)
 10. Referansepriser i førstehåndsmarkedet for hvitfisk Faglig sluttrapport. URL: FHF - Faglig sluttrapport (unit.no) (Дата обращения: 05.03.2024)
 11. Рыбохозяйственная деятельность в Мурманской области / Федеральная служба государственной статистики, Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Мурманской области / Мурманскстат. 2016-2022 гг.
 12. Кузин В.И., Харин А.Г. Исследование феномена высокой рентабельности в российском рыбном хозяйстве // Экономический анализ: теория и практика. 2018. Т.17. №4. С. 652-670. DOI:10.24891/ea.17.4.652
 13. Мусьял А.В., Жилыков Д.И., Виткалова С.О., Петрушина О.В. Эффективность свиноводства и его место в структуре агропроизводства в регионах Черноземья // Вестник евразийской науки. 2023. Т. 15. № 6. URL: <https://esj.today/PDF/10ECVN623.pdf> (Дата обращения: 03.03.2024)
 14. Отвязка цен от общемировых: зачем это нужно и как отразится на стоимости товаров в РФ. URL: https://dzen.ru/a/ZeBu7tn3_yZQtdoI (Дата обращения: 03.03.2024)
 - of the Federal Research Center “Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences”; scientific hands. Vasiliev A.M.; executive director: Vasiliev A.M., Vopilovsky S.S., Fadeev A.M. [et al.]. – Apatity. 2020. 128 p. (In Russ.)
 2. Lønnsomhetsundersøkelse for fiskeflåten 2017 / Profitability survey on the Norwegian fishing fleet 2017. Statistikkavdelingen, 2019. 128 p. -URL: <https://www.fiskeridir.no/Yrkesfiske/Statistikk-yrkesfiske/Statistiske-publikasjoner/Loennsomhetsundersoekelse-for-fiskefartoei> (Date of application: 03.03.2024)
 3. Scientific and applied foundations of the state policy of the functioning of the resource and raw materials economy on the shelf and in the coastal zone of the Russian Arctic in the context of globalization: research report (interval): 3-13-4002 / Institute of Economic Problems of the Kola Scientific Center of the Russian Academy of Sciences; scientific hands. Vasiliev A.M.; executive director: Vasiliev A.M., Kuranov Yu.F., Fadeev A.M. [et al.]. – Apatity. 2015. 120 p. (In Russ.)
 4. The average per capita income of a family in the Murmansk region. URL: <https://gogov.ru/average-income/mrm#data> (Date of application: 03/05/2024). (In Russ.)
 5. List of instructions following the meeting with members of the Government. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/assignments/orders/72436> (Date of application: 03/05/2024). (In Russ.)
 6. The law of one price. URL: <https://investors.wiki.ru/law-one-price> (Date of application: 03/05/2024). (In Russ.)
 7. The relationship between domestic and foreign trade prices, the reasons for their discrepancy. URL: <https://helpiks.org/6-54071.html> (Date of application: 03.03.2024). (In Russ.)
 8. Russian Statistical Yearbook. 2022: Stat.sat./Rosstat. P76. – М. 2022. 691 p. (In Russ.)
 9. Internal price. URL: <https://1fin.ru/?id=281&t=1711&ysclid=Irenkuntg2407173140> (Date of application: 03/05/2024). (In Russ.)
 10. Referansepriser i førstehåndsmarkedet for hvitfisk Faglig sluttrapport. URL: FHF - Faglig sluttrapport (unit.no) (Date of application: 03/05/2024). (In Russ.)
 11. Fisheries activities in the Murmansk region / Federal State Statistics Service, Territorial body of the Federal State Statistics Service for the Murmansk region / Murmanskstat. 2016-2022. (In Russ.)
 12. Kuzin V.I., Kharin A.G. (2018). Investigation of the phenomenon of high profitability in the Russian fisheries // Economic analysis: theory and practice. Vol.17. No.4. Pp. 652-670. DOI:10.24891/ea.17.4.652. (In Russ.)
 13. Musyal A.V., Zhilyakov D.I., Vitkalova S.O., Petrushina O.V. (2023). Efficiency of pig farming and its place in the structure of agricultural production in the regions of the Chernozem region // Bulletin of Eurasian Science. Vol. 15. No. 6. URL: <https://esj.today/PDF/10ECVN623.pdf> (Date of application: 03.03.2024). (In Russ.)
 14. Decoupling prices from global ones: why is this necessary and how will it affect the cost of goods in the Russian Federation. URL: https://dzen.ru/a/ZeBu7tn3_yZQtdoI (Date of application: 03.03.2024). (In Russ.)

REFERENCES AND SOURCES

1. Scientific and applied foundations of sustainable development and modernization of marine management in the western part of the Arctic zone of the Russian Federation: research report (interval): 0226-2019-0022 / Institute of Economic Problems named after G.P. Luzin

Материал поступил в редакцию/ Received 05.03.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 11.03.2024



Анализ трофического состояния вод губы Ура Мотовского залива, губы Лодейная Кольского залива и Кильдинского пролива Мурманской области с помощью индекса E-TRIX

Научная статья
УДК 504.42

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-26-34

Скуратова Полина Николаевна – студентка 4 курса, Уфа, Россия

E-mail: polina-skuratova@list.ru

Хасанова Лия Науфальевна – студентка 4 курса, Уфа, Россия

E-mail: liyahasanovaa@mail.ru

Мусина Светлана Айратовна – старший преподаватель, Уфа, Россия

E-mail: musina.sa@ugatu.su

Кафедра «Безопасность производства и промышленная экология», Уфимский университет науки и технологий (ФГБОУ ВО «УУНиТ»)

Адрес: Россия, 450076, Республика Башкортостан, г. Уфа, ул. Заки Валиди, дом 32

Аннотация. Проведен анализ трофического уровня водных объектов Мурманской области при помощи индекса E-TRIX. Рассмотрены ключевые различия течений и рельефов дна исследуемых точек. Приведены расчётные данные индекса E-TRIX, предложены мероприятия по снижению уровня трофности вод.

Ключевые слова: уровень трофности, индекс E-TRIX, хлорофилл «а», рельеф дна, хозяйственная деятельность

Для цитирования: Скуратова П.Н., Хасанова Л.Н., Мусина С.А. Анализ трофического состояния вод губы Ура Мотовского залива, губы Лодейная Кольского залива и Кильдинского пролива Мурманской области с помощью индекса E-TRIX // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 26-34. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-26-34

ANALYSIS OF TROPHIC STATE OF WATERS OF THE URA BAY OF MOTOVSKY BAY, LODEYNAYA BAY OF THE KOLA BAY AND KILDINSKY STRAIT OF THE MURMANSK REGION USING THE E-TRIX INDEX

Polina N. Skuratova – 4th year student, Ufa, Russia

Liia N. Khasanova – 4th year student, Ufa, Russia

Svetlana A Musina – Senior lecturer, Ufa, Russia

Department of «Industrial Safety and Industrial Ecology», Ufa University of Science and Technology (FGBOU VO «UUST»)

Address: Russia, 450076, Republic of Bashkortostan, Ufa, Zaki Validi, 32

Annotation. The trophic level of water bodies of Murmansk region was analyzed using the E-TRIX index. The key differences of currents and bottom reliefs of the investigated points are considered. The calculated data of the E-TRIX index are given, and measures to reduce the level of water trophicity are proposed.

Keywords: trophicity level, E-TRIX index, chlorophyll «a», bottom topography, economic activity

For citation: Skuratova P.N., Khasanova L.N., Musina S.A. Analysis of the trophic state of waters of the Ura Bay of Motovsky Bay, Lodeynaya Bay of the Kola Bay and the Kildinsky Strait of the Murmansk Region using the E-TRIX Index // Fisheries. 2024. № 2. Pp. 26-34. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-26-34

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

ВВЕДЕНИЕ

Баренцево море – самое высокопродуктивное арктическое море, первичная продукция в котором составляет около 40% от всех арктических морей [1]. Под первичной продукцией (ПП) понимается основной показатель биологической продуктивности морских экосистем Арктики [2]. Она характеризует скорость образования органического вещества в процессе фотосинтеза. Большая шельфовая зона, занимающая практически 90% от всей площади моря, отсутствие ледового покрова на половине территории круглый год, смешение теплых атлантических и холодных арктических водных масс, приведшее к формированию устойчивого Полярного фронта и подъему богатых биогенными элементами глубинных вод, таяние льдов – все это обуславливает высокую ПП [1].

Баренцево море характеризуется не только высокой биологической продукцией на разных трофических уровнях, но и большим видовым разнообразием его обитателей, являясь важнейшим для промышленного рыболовства шельфовым водоемом [1]. Поэтому, при осуществлении гидробиологических исследований, проводится определение степени трофности, которую обязательно учитывают при оценке эколого-санитарного состояния водоема и решении вопроса о его практическом использовании в народнохозяйственных целях [3]. Это необходимо для понимания

процессов, формирующих и поддерживающих функционирование морской экосистемы Баренцева моря, а также для определения необходимых мер по управлению этим ресурсом.

Высокий уровень трофности (эвтрофикация) может привести к разрастанию водных растений и водорослей, что способствует ухудшению качества воды и нарушению баланса экосистемы. Одной из основных причин эвтрофикации водоемов является антропогенная деятельность, которая проявляется в избыточном попадании в морскую среду биогенных элементов и быстроразлагающейся органики. Главными источниками этих веществ являются сельское хозяйство, промышленные и бытовые сточные воды, а также канализационные системы [4].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В настоящее время отнесение природных вод к определенному трофическому типу (олиготрофный, мезотрофный, эвтрофный) производится на основе различных критериев, таких как температура, соленость, влажность и показателей функционирования экосистемы, а также материалов космических съемок со спутников [3]. Для оценки степени трофности морской воды используются различные подходы и методы, выбор конкретного из которых зависит от показателей и их числа, ведь не всегда набор измеряемых параметров бывает полным [5].

Одним из таких методов является использование индекса E-TRIX, расчет которого выполняется по данным мониторинговых наблюдений для различных мелководных акваторий: взморья Адриатического и Тирренского морей [6; 7], отдельных заливов Мраморного моря [8], шельфовой зоны северо-восточной части Черного моря [9], Придунайского района, Болгарского взморья, Одесского залива северо-западной части Черного моря [10; 11], Севастопольского взморья [12; 13], Севастопольской и Южной бухт [4].

Индекс эвтрофикации E-TRIX является функцией содержания растворенного кислорода и концентрации общего фосфора, минеральных форм азота и хлорофилла «а» [4]. Для индекса трофности особенно важно измерение концентрации хлорофилла «а» в воде. Хлорофилл «а» – это пигмент, содержащийся в растениях и водорослях, который используется для фотосинтеза. Высокие значения концентрации данного вещества указывают на наличие большого количества фитопланктона и водорослей, что является признаком эвтрофикации.

Согласно [14], индекс эвтрофикации E-TRIX определяется по формуле:

$$E-TRIX = (\lg[Ch \cdot D\%O \cdot N \cdot P] + 1,5) / 1,2$$

где Ch – концентрация хлорофилла «а», мкг/л;

D%O – отклонение в абсолютных значениях содержания растворенного кислорода от 100% насыщения;

N – концентрация растворенных форм минерального азота, мкг/л;

P – концентрация общего фосфора, мкг/л.

Значения индекса E-TRIX изменяются от 0 до 10. В соответствии с величиной E-TRIX, воды подразделяются на четыре трофических уровня: низкий (менее 4); средний (от 4 до 5); высокий (от 5 до 6) и очень высокий (от 6 до 10) [4].

При значениях E-TRIX меньше 4, исследуемые районы моря характеризуются высокой прозрачностью, низким уровнем ПП. Наоборот, при показателях эвтрофирования более 6 наблюдается большое количество взвешенных частиц и микроорганизмов, регулярное проявление гипоксии на больших территориях и частое возникновение аноксии в придонных слоях вод [15].

Основная цель настоящей работы – проведение анализа состояния вод губы Ура Мотовского залива, губы Лодейная Кольского залива и Кильдинского пролива (рис. 1), имеющих различные особенности географического положения, рельефа и течений по индексу трофности E-TRIX.

Губа Ура – типичный заполярный прибрежный водоем фиордового типа, вдается в берег материка на участке от Мотовского до Кольского залива (рис. 2). Это одна из самых крупных губ данного района. Губа Ура характеризуется общим северо-восточным простираанием, крутыми, обрывистыми и приглубыми берегами, абсолютные высокие отметки которых достигают 200 метров. Природа существования этой зоны складывается из двух основных факторов: циркуляции вод и особенности донной топографии. Большое влияние на циркуляцию вод в Восточном рукаве губы оказывает рельеф дна, имеющий седловидную форму. Факторы малой глубины на входе и выходе из рукава (около 20 м) и прогиб дна до 120 м в центральной



Рисунок 1. Расположение: а) губы Ура Мотовского залива, б) губы Лодейная Кольского залива, в) Кильдинского пролива

Figure 1. Location: а) the lips of the Ural Bay, б) The lips of the Lodeynaya Bay of the Kola Bay, в) the Kilda Strait

Таблица 1. Вклады компонентов формулы E-TRIX для губы Ура и расчётные значения E-TRIX по месяцам / **Table 1.** Contributions of the components of the E-TREX formula for the Ur lip and calculated E-TREX values by month

	Ch	D%O	N	P	E-TRIX
Первая точка (69.37475 с.ш. 33.01598 в.д.)					
Апрель	0,532	108,900	0,42	3,933	2,901
Май	1,118	102,300	0,97	6,088	3,608
Сентябрь	4,534	95,300	4,007	15,802	4,496
Ноябрь	3,163	101,900	2,772	12,404	4,621
Вторая точка (69.38297 с.ш. 33.0534 в.д.)					
Апрель	0,122	105,000	0,104	1,335	1,458
Май	0,482	92,900	0,415	3,422	2,753
Сентябрь	3,105	26,400	2,718	12,256	4,114
Ноябрь	2,082	85,700	1,818	9,315	4,151
Третья точка (69.40158 с.ш. 33.12927 в.д.)					
Апрель	0,256	99,200	0,219	2,218	2,160
Май	0,560	83,900	0,483	3,792	2,862
Сентябрь	4,069	42,700	3,671	14,752	4,561
Ноябрь	3,582	77,300	3,142	13,511	4,642
Четвертая точка (69.41112 с.ш. 33.19347 в.д.)					
Апрель	0,350	92,300	0,301	2,748	2,439
Май	0,735	90,800	0,636	4,568	3,156
Сентябрь	5,663	51,900	4,987	18,489	4,944
Ноябрь	3,343	78,200	2,931	12,884	4,579

части формируют уникальные особенности циркуляции и трансформации вод. Циркуляция вод в губе формируется под воздействием поступательного движения стока р. Ура и имеет генеральное направление в сторону Мотовского залива. Продвижение через глубоководный (200 м и более) и относительно широкий Западный рукав не создает каких-либо заметных особенностей в ходе следования вод. Перемещение вод через Восточный рукав имеет более сложный характер. Рельеф дна создает условия, при которых, поступающие в Восточный рукав, воды над впадиной в центральной его части, вовлекаются в вихревое циклоническое движение, при котором происходит подъем донных водных масс.

Губа Лодейная расположена на южном берегу Кольского залива, на западе Мурманской области (рис. 3). В губе Лодейной преобладает приливно-отливное движение, которое связано с приливами и отливами в Кольском заливе. Приливы и отливы в губе происходят с небольшой задержкой, по сравнению с приливами и отливами в открытом море. Это связано с узким входом в губу и ее географическим положением. Рельеф данной местности характери-

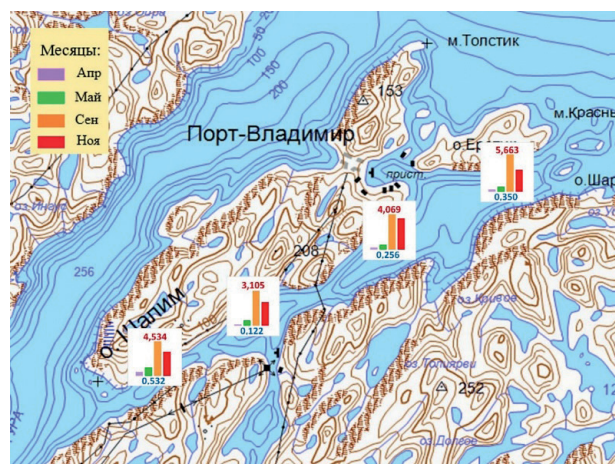


Рисунок 2. Изменчивость концентрации хлорофилла «а» губы Ура в течение года. Красное цифровое обозначение соответствует максимумам содержания хлорофилла «а», синее – минимумам

Figure 2. Variability of chlorophyll concentration «a» of the lip of Ur during the year. The red numeric designation corresponds to the maxima of the chlorophyll content «a», the blue one corresponds to the minima

Таблица 2. Вклады компонентов формулы E-TRIX для губы Лодейная и расчётные значения E-TRIX точек по месяцам / **Table 2.** Contributions of the components of the E-TREX formula for Lodeynaya Bay and calculated values of E-TREX points by month

	Ch	D%O	N	P	E-TRIX
Первая точка (69.36205 с.ш. 33.44925 в.д.)					
Апрель	0,346	110,200	0,297	2,727	2,491
Май	0,934	98,800	0,809	5,383	3,420
Сентябрь	1,187	92,300	1,030	6,347	3,629
Ноябрь	0,824	102,600	0,713	4,940	3,312
Вторая точка (69.37971 с.ш. 33.50864 в.д.)					
Апрель	0,264	103,800	0,226	2,265	2,206
Май	0,691	99,300	0,597	4,383	3,128
Сентябрь	1,380	88,500	1,199	7,033	3,761
Ноябрь	0,756	100,900	0,654	4,657	3,222
Третья точка (69.39747 с.ш. 33.51757 в.д.)					
Апрель	0,298	100,500	0,256	2,461	2,313
Май	0,632	97,300	0,546	4,119	3,034
Сентябрь	1,152	93,700	1,000	6,214	3,605
Ноябрь	0,853	98,400	0,739	5,058	3,330
Четвертая точка (69.34292 с.ш. 33.50624 в.д.)					
Апрель	0,368	103,200	0,316	2,844	2,528
Май	0,613	99,800	0,529	4,034	3,013
Сентябрь	1,556	94,900	1,354	7,635	3,903
Ноябрь	0,743	97,300	0,643	4,602	3,192

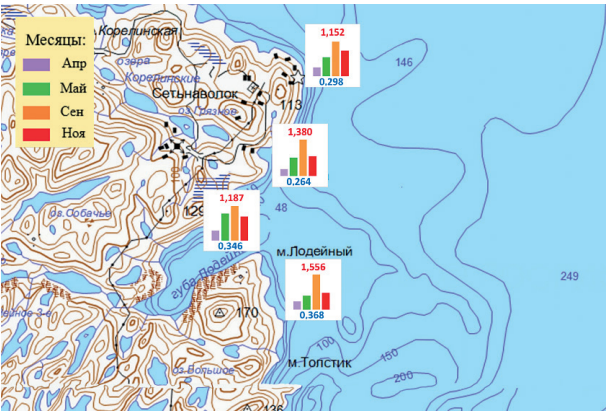


Рисунок 3. Изменчивость концентрации хлорофилла «а» губы Лодейная Кольского залива в течение года. Красное цифровое обозначение соответствует максимумам содержания хлорофилла «а», синее – минимумам

Figure 3. Variability of chlorophyll concentration «a» of the Lodeynaya Bay of the Kola Bay during the year. The red numeric designation corresponds to the maxima of the chlorophyll content «a», the blue one corresponds to the minima

зуется пологим склоном. Наибольшая глубина достигает 150 м, наименьшая – 50 метров.

Кильдинский пролив расположен на севере Кольского полуострова и является частью Баренцева моря (рис. 4). Течения в этом районе довольно сложные и зависят от многих факторов, таких как направление ветра, приливы и отливы, температура воды и другие. Одним из главных течений в Кильдинском проливе является прибрежное течение, которое движется вдоль береговой линии. Оно может быть довольно сильным и иметь скорость до 1 м/с. Это обусловлено разностью давления между прибрежной зоной и открытым морем, а также воздействием ветра. Рельеф дна имеет вытянутое и открытое с одного конца постепенно понижающееся углубление, абсолютные высокие отметки которых достигают 100 метров.

Периодами наибольшей активности рыб и других животных, а также прироста водных растений являются весна и осень. В эти сезоны питательные вещества, такие как азот и фосфор, поступают в воду в больших количествах, что может привести к увеличению количества водорослей и усилению рыбьего питания. При условии постоянного освещения

(полярный день), скорость размножения водных растений выше, чем при режиме 12 часов света и 12 часов темноты (фотопериод 12/12). Однако в естественных условиях, при постоянном освещении и повышении температуры воды, рост водорослей замедляется. Это является результатом эндогенных ритмов, которые регулируют сезонные изменения [16]. В связи с этим, при исследовании учитывали периоды апрель-май и сентябрь-ноябрь.

Данные общего фосфора, минеральных форм азота и хлорофилла «а» для расчетов взяты из сборника результатов комплексных исследований Баренцева и Белого морей по программе 277 «Арктический плавучий университет – 2012» [5], а также системы открытой спутниковой системы Giovanni (данные SeaWiFS (OBPG SeaWiFS Monthly Global 9-km Products) [17].

Для различных регионов и водоемов ранее были получены статистически значимые оценки связей концентраций биогенных элементов с хлорофиллом «а» (хл «а»), как показателем развития фитопланктона, биомассой и продуктивностью озер. Связь хлорофилл – общий фосфор (хл «а» – Р) была обнаружена Джонсоном и Бахманом [18]:

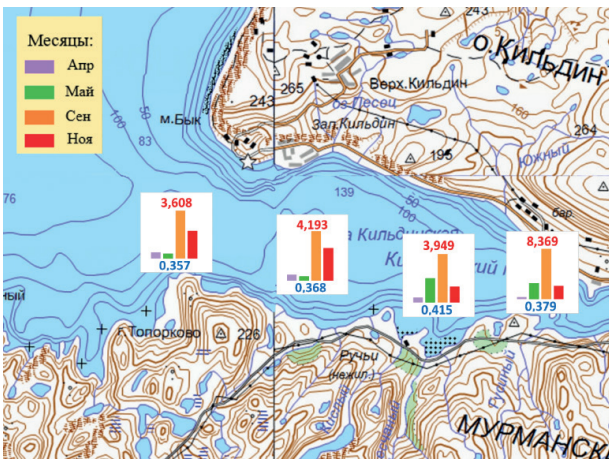


Рисунок 4. Изменчивость концентрации хлорофилла «а» в Кильдинском проливе в течение года. Красное цифровое обозначение соответствует максимумам содержания хлорофилла «а», синее – минимумам

Figure 4. Variability of chlorophyll «a» concentration in the Kilda Strait during the year. The red numeric designation corresponds to the maxima of the chlorophyll content «a», the blue one corresponds to the minima

Таблица 3. Вклады компонентов формулы E-TRIX для Кильдинского пролива и расчётные значения E-TRIX точек по месяцам / **Table 3.** Contributions of the components of the E-TREX formula for the Kilda Strait and calculated values of E-TREX points by month

	Ch	D%O	N	P	E-TRIX
Первая точка (69.31856 с.ш. 33.95256 в.д.)					
Апрель	0,468	98,900	0,403	3,353	2,747
Май	0,357	100,100	0,307	2,786	2,488
Сентябрь	3,608	77,200	3,163	13,583	4,648
Ноябрь	2,101	89,700	1,834	9,376	4,176
Вторая точка (69.31129 с.ш. 34.00406 в.д.)					
Апрель	0,497	93,400	0,428	3,494	2,785
Май	0,368	99,100	0,316	2,844	2,513
Сентябрь	4,193	73,900	3,682	15,053	2,905
Ноябрь	2,754	91,300	2,408	11,292	2,944
Третья точка (69.30959 с.ш. 34.07547 в.д.)					
Апрель	0,415	100,500	0,379	3,088	2,657
Май	1,979	97,300	1,727	8,999	4,147
Сентябрь	3,949	93,700	3,464	14,452	4,806
Ноябрь	1,299	98,400	1,128	6,747	3,740
Четвертая точка (69.31104 с.ш. 34.11976 в.д.)					
Апрель	0,379	103,200	0,326	2,902	2,557
Май	2,672	99,800	2,337	11,058	4,449
Сентябрь	8,369	94,900	7,391	24,172	5,543
Ноябрь	2,442	97,300	2,132	10,402	4,351

хл «а» = $0,08P^{1,46}$.

Смит, в результате обобщения данных о 228 озерах, обнаружил зависимость содержания хлорофилла «а» как функции концентраций общего азота (N) и фосфора (P), тем самым подтвердив влияние соотношения этих элементов на развитие фитопланктона [18]:

$$\log(\text{хл «а»}) = 0,653 \log(P) + 0,548 \log(N) - 1,517.$$

По концентрациям хлорофилла «а» и по данным уравнениям определены концентрации азота и фосфора в исследуемых точках, представленных далее.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

С учетом данных о рельефе дна губы Ура, для оценки уровня трофности на разных участках и определения индекса E-TRIX, взяты точки со следующими координатами: первая точка (69.37475 с.ш. 33.01598 в.д.), вторая (69.38297 с.ш. 33.0534 в.д.), третья (69.40158 с.ш. 33.12927 в.д.), четвертая (69.41112 с.ш. 33.19347 в.д.). Данные точки соответствуют максимальным углублениям Восточного рукава губы Ура, где наблюдается наибольший подъем донных водных масс. На рисунке 2 представлена изменчивость концентрации хлорофилла «а» губы Ура в течение года.

Результаты расчета величины E-TRIX приведены в таблице 1. По полученным данным, величина E-TRIX в первой исследуемой точке изменялась в диапазоне от 2,901 до 4,621, во второй – от 1,458 до 4,151, в третьей – от 2,160 до 4,642, в четвертой – от 2,439 до 4,944. В первой точке наблюдается высокое значение индекса по причине того, что она располагается у слияния Восточной и Западной частей губы Ура. Четвертая точка находится у истока Восточной части, поэтому воды в данной области характеризуются большей потенциальной энергией, что способствует перемешиванию и подъему водных масс. В целом в анализируемом районе наблюдается высокое качество воды с низким уровнем трофности. Однако в сентябре и в ноябре во всех точках наблюдается значение E-TRIX, превышающее 4, что говорит о том, что в данный период времени будут наблюдаться эпизодические случаи уменьшения прозрачности вод, аномалий цвета воды, гипоксии придонных вод, которое может быть связано с увеличением питательных веществ.

Выращивание рыбы в данных условиях, при возможной эвтрофикации, может быть успешным, если принять необходимые меры для управления качеством воды. Хозяйственная деятельность должна сопровождаться обязательным мониторингом свойств водного объ-

екта, иметь систему очистки, а также контроль за антропогенным загрязнением.

Для расчёта в губе Лодейная Кольского залива взяты точки со следующими координатами: первая точка (69.36205 с.ш. 33.44925 в.д.), вторая (69.37971 с.ш. 33.50864 в.д.), третья (69.39747 с.ш. 33.51757 в.д.), четвертая (69.34292 с.ш. 33.50624 в.д.). В отличие от губы Ура, данные точки имеют разные глубины. Так, первой точке соответствует глубина равная 50 м, второй точке – 75 м, третьей – 100 м, четвертой – 75 метров. На рисунке 3 представлена изменчивость концентрации хлорофилла «а» в районе губы Лодейная Кольского залива в течение года.

По данным расчётов, приведённых в таблице 2, величина E-TRIX в первой исследуемой точке изменялась в диапазоне от 2,491 до 3,629, во второй – от 2,206 до 3,761, в третьей – от 2,313 до 3,605, в четвертой – от 2,528 до 3,903. Относительно высокий показатель первой точки характеризуется приливами и отливами, а также – небольшой глубиной данной местности. Приливно-отливные течения отличаются от всех других течений тем, что они захватывают всю толщу водных масс от поверхности до дна, лишь незначительно уменьшая свою скорость в придонных слоях. Третья точка, находясь в месте, которое в два раза глубже первого, имеет меньший индекс. В общем воды указанной акватории характеризуются низким уровнем трофности и способны эффективно справляться со сбросами антропогенного характера, а также отходами жизнедеятельности рыб, разбавляя повышенные концентрации биогенных веществ. Повышение трофности в данном районе может привести к нежелательным последствиям, таким как образование водорослевых цветений, увеличение численности бактерий и ухудшение качества воды и снижению биоразнообразия.

Садковая аквакультура в данном районе возможна, однако необходимо учитывать особенности течений и приливов и выбирать подходящие виды рыб для выращивания в указанных условиях, например, из семейства лососевых, а также щуковых.

Для расчёта в Кильдинском проливе взяты точки со следующими координатами: первая точка (69.31856 с.ш. 33.95256 в.д.), вторая (69.31129 с.ш. 34.00406 в.д.), третья (69.30959 с.ш. 34.07547 в.д.), четвертая (69.31104 с.ш. 34.11976 в.д.). Точкам соответствуют следующие глубины: 70, 100, 70 и 50 м, соответственно. На рисунке 4 представлена изменчивость концентрации хлорофилла «а» Кильдинского пролива в течение года.

По данным расчётов, приведенных в таблице 3, величина E-TRIX в первой исследуемой точке изменялась в диапазоне от 2,488 до 4,648, во

второй – от 2,513 до 2,944, в третьей – от 2,657 до 4,806, в четвертой – от 2,557 до 5,543. Для выбранного района качество вод имеет сложный характер – минимумы значений E-TRIX для всех месяцев наблюдаются только во второй точке, в остальных – средние показатели трофности. Кильдинский пролив характеризуется сильным течением прилива и отлива. Также в проливе часто наблюдаются вихри и сильные течения, вызванные изменением глубины и формы дна. Имеет место высокий показатель индекса в четвертой точке в сентябре, во время окончания цветения водорослей.

Для хозяйственного освоения данной акватории и расширения антропогенной деятельности, без негативных последствий для окружающей среды, рекомендуется использование экологически чистых и устойчивых методов выращивания рыб, таких как: применение натуральных источников питания, например, водоросли и другие микроорганизмы, чтобы уменьшить необходимость в дополнительных питательных добавках. Также необходимо регулярное тестирование воды для контроля уровня органических веществ и других параметров (рН и кислород).

ВЫВОДЫ

Расчет индекса E-TRIX показал, что в среднем более высокий уровень эвтрофикации имеет Кильдинский пролив: $E-TRIX_{cp} = 4,225$. В губе Ура наибольшее среднее значение $E-TRIX_{cp} = 3,907$, в районе губы Лодейная Кольского залива $E-TRIX_{cp} = 3,213$. Максимальные значения индекса достигали 4,944 для губы Ура, 3,903 для губы Лодейная и 5,543 для Кильдинского пролива. Уровень трофности вод Баренцева моря можно охарактеризовать как переходный от низкого к среднему в западной части, а в восточной – в основном как средний.

Для успешной хозяйственной деятельности в исследуемых районах необходимо принимать меры по снижению эвтрофикации. Они могут включать в себя улучшение системы очистки сточных вод, ограничение использования удобрений и пестицидов на прилегающих земельных участках, а также – проведение регулярного контроля за качеством воды и состоянием экосистемы. Такие меры помогут сохранить биоразнообразие и устойчивость водной экосистемы, что является важным для успешной хозяйственной деятельности в долгосрочной перспективе.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **Скуратова П.Н.** – сбор и анализ данных, подготовка статьи, окончательная проверка; **Хасанова Л.Н.** – подготовка обзора литературы; **Мусина С.А.** – идея статьи, корректировка текста.

The authors declare that there is no conflict of interest.

Contribution to the work of the authors: **Skuratova P.N.** – data collection and analysis, preparation of the article, final verification; **Khasanova L.N.** – preparation of a literature review; **Musina S.A.** – the idea of the article, text correction.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Азатова А.И., Лапина Н.М., Торгунова Н.И., Кодрян К.В. Органическое вещество и скорости его трансформации в различных экосистемах Баренцева моря // Гидрология и гидрохимия. 2017. С. 212–235. DOI:10.29006/978-5-6045110-0-8/(17)
2. Arrigo K.R., van Dijken G.L. // Progr. in Oceanogr. 2015. V. 136. Pp. 60–70. – URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.poceap.2015.05.002>. (Дата обращения 01.06.2023)
3. Яценко-Степанова Т.Н., Немцева Н.В., Игнатенко М.Е. Основные подходы к определению трофности природных водоемов // Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН. 2014. №1. С. 1–7
4. Слепчук К.А., Хмара Т.В., Маньковская Е.В. Сравнительная оценка уровня трофности Севастопольской и Южной бухт с использованием индекса E-TRIX // Морской гидрофизический журнал. 2017. №5. С. 67–77
5. Деревенская О.Ю. Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям: учебно-методическая разработка по курсу «Гидробиология». – Казань: КФУ. 2015. 44 с.
6. Giovanardi F., Vollenweider R.A. Trophic conditions of marine coastal waters: experience in applying the Trophic Index TRIX to two areas of the Adriatic and Tyrrhenian seas // J. Limnol. – 2004. – 63, No. 2. – Pp. 199–218. – URL: <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2004.199>. (Дата обращения 01.06.2023)
7. Fiori E., Zavatarelli M., Pinardi N. et al. Observed and simulated trophic index (TRIX) values for the Adriatic Sea basin // Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 2016. 16. Iss. 9. Pp. 2043–2054. DOI:10.5194/nhess-16-2043-2016
8. Balkis N., Toklu-Aliçli B., Balci M. Evaluation of Ecological Quality Status with the Trophic Index (TRIX) Values in the Coastal Waters of the Gulfs of Erdek and Bandırma in the Marmara Sea // Ecological Water Quality – Water Treatment and Reuse / Ed. by Dr. Voudouris. – Rijeka: InTech. 2012. Pp. 3–22. DOI:10.5772/33698
9. Романова Н.Д., Часовников В.К., Арашкевич Е.Г. Оценка состояния экосистемы шельфово-склоновой зоны северо-восточной части Черного моря на основе индекса трофности (TRIX) // Океанология. 2016. 56. № 1. С. 120–124. DOI:10.7868/S0030157416010159
10. Орлова И.Г., Павленко Н.Е., Украинский В.В. Состояние эвтрофированности вод северо-западной части Черного моря по результатам многолетнего комплексного мониторинга // Экологическая безопасность прибрежных и шельфовых зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2007. Вып. 15. С. 32–43
11. Тучковенко Ю.С., Иванов В.А., Сапко О.Ю. Оценка влияния береговых антропогенных источников на качество вод Одесского района северо-западной части Черного моря. – Севастополь: НПЦ «ЭКОСИ-Гидрофизика». 2011. 169 с.
12. Куфтаркова Е.А., Губанов В.И., Ковригина Н.П. Экологическая оценка современного состояния вод в районе взаимодействия Севастопольской бухты с

- прилегающей частью моря // Морской экологический журнал. 2006. 5. № 1. С. 72-91
13. Губанов В.И., Мальченко Ю.А., Куфтаркова Е.А. Диагноз современного состояния вод Севастопольского взморья (Черное море) по результатам мониторинга гидрохимических характеристик // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. 2004. Вып. 10. С. 141-148
 14. Жирков И.А. Полихеты Северного ледовитого океана. – М., Янус-К. 2001. С. 632
 15. Moncheva S., Doncheva V. Eutrophication index (TRIX) – an operational tool for the Black Sea coastal water ecological quality assessment and monitoring // Int. Symposium “The Black Sea ecological problems”: proc. Odessa: SCSEIO. 2000. Pp. 178-185
 16. Макаров М.В., Воскобойников Г.М. Влияние освещения и температуры на макроводоросли Баренцева моря, Мурманский морской биологический институт КНЦ РАН (г. Мурманск). №212. 1996. URL: <http://algology.ru/1183>. (Дата обращения 08.08.2023)
 17. The Bridge Between Data and Science. – URL: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/#service=TmAvMp&starttime=&endtime=&variableFacets=dataFieldDiscipline%3AHydrology%3B>. (Дата обращения 08.08.2023)
 18. Степанова И.Э. Анализ связи степени развития фитопланктона, оцененной по хлорофиллу «а», с содержанием биогенных элементов в рыбинском водохранилище // Известия РАН. Серия Биологическая. 2021. №2. С. 177-183. DOI: 10.31857/S0002332921020119
- ## LITERATURE AND SOURCES
1. Agatova A.I., Lapina N.M., Torgunova N.I., Kodryan K.V. (2017). Organic matter and its transformation rates in various ecosystems of the Barents Sea // Hydrology and hydrochemistry. – Pp. 212-235. DOI:10.29006/978-5-6045110-0-8/(17). (In Russ.)
 2. Arrigo K.R., van Dijken G.L. // Progr. in Oceanogr. 2015. V. 136. p. 60-70. – URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.pcean.2015.05.002>. (Date of application 01.06.2023). (In Russ.)
 3. Yatsenko-Stepanova T.N., Nemtseva N.V., Ignatenko M.E. (2014). Basic approaches to determining the trophic nature of natural reservoirs // Bulletin of the Orenburg Scientific Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. No. 1. Pp. 1-7. (In Russ.)
 4. Slepchuk K.A., Khmara T.V., Mankovskaya E.V. (2017). Comparative assessment of the trophic level of the Sevastopol and Southern bays using the E-TRIX index // Marine Hydrophysical Journal. No. 5. Pp. 67-77. (In Russ.)
 5. Derevenskaya O.Yu. (2015). Methods of assessing water quality by hydrobiological indicators: educational and methodological development for the course “Hydrobiology”. – Kazan: KFU. 44 p. (In Russ.)
 6. Giovanardi F., Vollenweider R.A. (2004). Trophic conditions of marine coastal waters: experience in applying the Trophic Index TRIX to two areas of the Adriatic and Tyrrhenian seas // J. Limnol. 63. No. 2. Pp. 199-218. URL: <https://doi.org/10.4081/jlimnol.2004.199>. (Date of application 01.06.2023)
 7. Fiori E., Zavatarelli M., Pinardi N. et al. (2016). Observed and simulated trophic index (TRIX) values for the Adriatic Sea basin // Nat. Hazards Earth Syst. Sci. 16. Iss. 9. Pp. 2043-2054. DOI:10.5194/nhess-16-2043-2016
 8. Balkis N., Toklu-Alici B., Balci M. (2012). Evaluation of Ecological Quality Status with the Trophic Index (TRIX) Values in the Coastal Waters of the Gulfs of Erdek and Bandirma in the Marmara Sea // Ecological Water Quality – Water Treatment and Reuse / Ed. by Dr. Voudouris. – Rijeka: InTech. Pp. 3-22. DOI:10.5772/33698
 9. Romanova N.D., Chasovnikov V.K., Arashkevich E.G. (2016). Assessment of the state of the ecosystem of the shelf-slope zone of the northeastern part of the Black Sea based on the trophic index (TRIX) // Oceanology. 56. № 1. Pp. 120-124. DOI:10.7868/S0030157416010159. (In Russ.)
 10. Orlova I.G., Pavlenko N.E., Ukrainsky V.V. (2007). The state of eutrophication of the waters of the north-western part of the Black Sea according to the results of long-term comprehensive monitoring // Environmental safety of coastal and shelf zones and integrated use of shelf resources. – Sevastopol: EKOSI-Hydrophysics. Issue 15. Pp. 32-43. (In Russ.)
 11. Tuchkovenko Yu.S., Ivanov V.A., Sapko O.Yu. (2011). Assessment of the impact of coastal anthropogenic sources on the water quality of the Odessa region of the northwestern part of the Black Sea. – Sevastopol: SPC “EKOSI-Hydrophysics”. 169 p. (In Russ.)
 12. Kuftarkova E.A., Gubanov V.I., Kovrigina N.P. Ecological assessment of the current state of waters in the area of interaction of the Sevastopol Bay with the adjacent part of the sea // Marine Environmental Journal. 2006. 5. № 1. Pp. 72-91. (In Russ.)
 13. Gubanov V.I., Malchenko Yu.A., Kuftarkova E.A. (2004). Diagnosis of the current state of the waters of the Sevastopol seashore (Black Sea) based on the results of monitoring of hydrochemical characteristics // Environmental safety of coastal and shelf zones and integrated use of shelf resources. – Sevastopol: EKOSI-Hydrophysics. Issue 10. Pp. 141-148. (In Russ.)
 14. Zhirkov I.A. (2001). Polychaetes of the Arctic Ocean. – M., Janus-K. P. 632. (In Russ.)
 15. Moncheva S., Doncheva V. (2000). Eutrophication index (TRIX) – an operational tool for the Black Sea coastal water ecological quality assessment and monitoring // Int. Symposium “The Black Sea ecological problems”: proc. Odessa: SCSEIO. Pp. 178-185
 16. Makarov M.V., Voskoboynikov G.M. (1996). The influence of lighting and temperature on macroalgae of the Barents Sea, Murmansk Marine Biological Institute of the Russian Academy of Sciences (Murmansk). No.212. URL: <http://algology.ru/1183>. (Date of application 08.08.2023)
 17. The Bridge Between Data and Science. – URL: <https://giovanni.gsfc.nasa.gov/giovanni/#service=TmAvMp&starttime=&endtime=&variableFacets=dataFieldDiscipline%3AHydrology%3B>. (Date of application 08.08.2023)
 18. Stepanova I.E. (2021). Analysis of the relationship of the degree of phytoplankton development estimated by chlorophyll “a” with the content of biogenic elements in the Rybinsk reservoir // Izvestiya RAS. Biological Series. No. 2. Pp. 177-183. DOI: 10.31857/S0002332921020119. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 16.12.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 01.04.2024



Подкомитет по управлению рыболовством – новый орган ФАО: правовой статус и анализ итогов 1-й сессии

Научная статья
УДК 341.241.11

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-35-44

Бекашев Дамир Камильевич – доктор юридических наук, профессор, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации (МГИМО МИД России), Москва, Россия
E-mail: dambek@yandex.ru

Адреса:

1. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») – Россия, 105187, г. Москва, Окружной проезд, д. 19
2. Московский государственный институт международных отношений (университет) Министерства иностранных дел Российской Федерации (МГИМО МИД России) – Россия, 119454, г. Москва, проспект Вернадского, д. 76

Аннотация. В статье исследован правовой статус Подкомитета по управлению рыболовством, учрежденный в 2022 г. Комитетом по рыболовству ФАО. Рассмотрена история его создания, компетенция, оценены перспективы развития и значение для управления рыболовством на международном уровне. Подробно проанализированы итоги 1-й сессии Подкомитета и определено ее значение для развития международного управления рыболовством.

Ключевые слова: ФАО, Комитет по рыболовству, Подкомитет по управлению рыболовством, правовой статус, компетенция, 1-я сессия Подкомитета, итоги

Для цитирования: Бекашев Д.К. Подкомитет по управлению рыболовством – новый орган ФАО: правовой статус и анализ итогов 1-й сессии // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 35-44.
DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-35-44

SUB-COMMITTEE ON FISHERIES MANAGEMENT – A NEW BODY OF FAO: LEGAL STATUS AND ANALYSIS OF THE RESULTS OF THE 1ST SESSION

Damir K. Bekyashev – Doctor of Law, Professor, the Russian Federate Research Institut of Fisheries and Oceanography (VNIRO), Moscow State Institute of International Relations (University), The Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation (MGIMO Ministry of Foreign Affairs of Russia), Moscow, Russia

Addresses:

1. **Russian Federate Research Institute of Fisheries and Oceanography (FGBNU VNIRO)** – Russia, 105187, Moscow, Okruzhny proezd, 19
2. **Moscow State Institute of International Relations (University) Ministry of Foreign Affairs of the Russian Federation (MGIMO Ministry of Foreign Affairs of Russia)** – Russia, 119454, Moscow, Vernadsky Avenue, 76

Annotation. The article examines the legal status of the Fisheries Management Sub-Committee, established in 2022 by the FAO Fisheries Committee. The history of its creation, competence is considered, development prospects and significance for fisheries management at the international level are assessed. The results of the 1st session of the Subcommittee were analyzed in detail and its significance for the development of international fisheries management was determined.

Keywords: FAO, Committee on Fisheries, Sub-Committee on Fisheries Management, legal status, competition, 1st session of the Sub-Committee, results

For citation: *Bekyashev D.K.* Sub-committee on Fisheries Management – a new body of FAO: legal status and analysis of the results of the 1st session // Fisheries. 2024. № 2. Pp. 35-44. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-35-44

История создания и правовой статус Подкомитета по управлению рыболовством

В настоящее время ООН, ФАО и другими международными организациями признается потребность в управлении рыболовством в качестве одного из существенных действий для достижения устойчивого развития [1].

В 2022 г. Комитетом по рыболовству ФАО (КОФИ) было принято решение о создании и начале деятельности нового органа – Подкомитета по управлению рыболовством. Он был учрежден в соответствии с Правилom XXX-10 Общих правил ФАО и Правилom VII Правил процедуры КОФИ. Данный Подкомитет стал третьим такого рода органом КОФИ после существующих подкомитетов по аквакультуре и торговле рыбой.

Предложение об учреждении Подкомитета по управлению рыболовством было внесено делегацией Норвегии на 33-й сессии КОФИ ФАО в 2018 году. Комитет выразил крайнюю заинтересованность в обсуждении вопроса об учреждении нового органа по управлению рыболовством, в задачи которого будет входить оказание содействия международному сообществу, особенно развивающимся государствам [2].

По итогам 34-й сессии КОФИ, проходившей в феврале 2021 г., было принято решение о создании Рабочей группы по вопросу учреждения Подкомитета. В частности, КОФИ принял решение под руководством Председателя КОФИ продолжить прозрачные и представительные консультации по вопросу об учреждении нового подкомитета по управлению рыболовством и поручил представить соответствующее предложение на рассмотрение 35-й сессии КОФИ. В целом, государства-члены поддержали целесообразность создания нового подкомитета, поскольку в КОФИ нет должной инстанции для обсуждения вопросов управления рыболовством. В то же время многие делегации обозначили ряд важных проблем, которые беспокоят их в связи с возможным учреждением такого подкомитета. Прежде всего, это проблема дополнительных финансовых затрат на новый орган: как на его деятельность, так и на участие делегатов в нем. Кроме того, некоторые страны отмечают нехватку собственных людских ресурсов и квалифицированных кадров для участия в новом подкомитете.

На 35-й сессии КОФИ, проходившей с 5 по 9 сентября 2022 г., было одобрено, подготовленное Рабочей группой, предложение об учреждении Подкомитета по управлению рыбо-

ловством и порядке его функционирования. Кроме того, было поддержано решение о круге ведения этого органа.

В соответствии с кругом ведения, Подкомитет по управлению рыболовством служит форумом для проведения консультаций и обсуждения вопросов управления рыболовством, смежных технических и политических вопросов, а также иных соответствующих направлений работы ФАО, с учетом деятельности профильных региональных и международных организаций, стран, групп заинтересованных сторон и неправительственных организаций и, при необходимости, в сотрудничестве с ними.

В частности, Подкомитет:

- 1) служит консультативным форумом для обсуждения технических и политических вопросов регулирования рыболовства и управления им и изучения путей сохранения и устойчивого использования рыбопромысловых ресурсов, а также – для пропаганды Кодекса ведения ответственного рыболовства ФАО на основе доступных передовых научных данных и с опорой на экосистемный и предосторожный подход;
- 2) определяет и обсуждает главные вопросы и тенденции управления рыболовством и его устойчивого развития в мире, требующие принятия мер, например, касающихся развития маломасштабного рыболовства и управления им, последствий изменения климата для управления рыболовством и искоренения ННН-промысла;
- 3) выносит рекомендации в отношении рассмотрения таких проблем и тенденций, а также потребностей, связанных с развитием рыболовства, и в этой связи:
 - а) разрабатывает соответствующие предложения по вопросам подготовки, содействия и осуществления таких рекомендаций;
 - б) разрабатывает соответствующие предложения по вопросам содействия обмену информацией о региональных мерах политики и технических мерах в области управления рыболовством;
 - в) разрабатывает предложения по укреплению регионального и международного сотрудничества для оказания помощи членам ФАО, прежде всего – из числа развивающихся стран, включая малые островные развивающиеся государства, в осуществлении таких мер и инструментов в области регулирования рыболовства и управления им;
 - г) разрабатывает предложения по развитию сотрудничества между ФАО и, при необходимости, соответствующими ре-

гиональными и международными организациями, включая РФМО, странами, группами заинтересованных сторон и неправительственных организаций, в целях содействия и оказания поддержки в деле применения передовой практики и недопущения расхождений при реализации мер политики и практических действий.

- 4) решает любые конкретные вопросы (технические или политические) в области регулирования рыболовства и управления им, направленные на рассмотрение его членами, Комитетом по рыбному хозяйству или Генеральным директором ФАО;
- 5) взаимодействует с Подкомитетом по торговле рыбой и представляет на его рассмотрение материалы по вопросам управления рыболовством, связанным с торговлей рыбой и рыбопродуктами;
- 6) взаимодействует с Подкомитетом по аквакультуре и представляет на его рассмотрение материалы по вопросам управления рыболовством, связанным с аквакультурой.

Таким образом, Подкомитет по управлению рыболовством КОФИ является форумом для обсуждения вопросов управления рыболовством на национальном, региональном и универсальном (глобальном) уровнях. Он будет заниматься техническими и политическими вопросами, в соответствии с миссией ФАО, и активно сотрудничать с соответствующими региональными и универсальными международными организациями, странами, группами заинтересованных сторон и неправительственными организациями, при необходимости налаживая новое сотрудничество.

Подкомитет открыт для всех государств-членов ФАО. Кроме того, о приеме в него могут ходатайствовать государства, не являющиеся членами Организации, однако которые являются членами ООН, любого из ее специализированных учреждений или Международного агентства по атомной энергии (МАГАТЭ). Такой допуск к участию подлежит утверждению Советом ФАО. В работе Подкомитета могут также участвовать межправительственные и неправительственные организации, зарегистрированные в качестве наблюдателей в КОФИ.

Анализ итогов 1-й сессии Подкомитета по управлению рыболовством

1-я сессия Подкомитета по управлению рыболовством состоялась 15-18 января 2024 г. в гибридном формате. Автор статьи участвовал в данном мероприятии в качестве члена делегации Российской Федерации.

В работе сессии приняли участие более 300 представителей от 96 членов КОФИ, наблюдатели от 14 других государств-членов ФАО, трех специализированных учреждений ООН, международных межправительственных и неправительственных организаций.

В первый день работы 1-й сессии Подкомитета к участникам обратился Генеральный секретарь ФАО Цюй Дунъюй. В своем выступлении он приветствовал создание Подкомитета по управлению рыболовством и проведение его 1-й сессии, а также отметил, что рыболовный сектор вносит значительный вклад в обеспечение продовольственной безопасности. По словам Ц. Дунъюя, средства к существованию более 500 миллионов человек во всем мире зависят, по крайней мере частично, от рыболовства. В то время как 65% рыбных запасов находятся в пределах биологического устойчивого уровня, оставшиеся 35% – на неустойчивом уровне, причем, эта цифра увеличивается с 1970-х годов.

Генеральный директор ФАО отметил, что улучшение глобального управления рыболовством по-прежнему имеет решающее значение для восстановления экосистем до здорового и продуктивного состояния, а также для защиты долгосрочных поставок продуктов питания. Это улучшение также включает в себя устранение незаконного, несообщаемого и нерегулируемого (ННН) промысла, а также устранение последствий климатического кризиса и деградации биоразнообразия, которые также серьезно влияют на водные и прибрежные экосистемы и зависимые сообщества. По мнению Цюй Дунъюя, Подкомитет по управлению рыболовством будет играть важную роль в решении этих глобальных и сложных проблем. Этот орган определит и обсудит основные тенденции и проблемы в управлении рыболовством, которые требуют принятия мер, и представит рекомендации КОФИ, чтобы помочь продвинуть реализацию Кодекса ведения ответственного рыболовства ФАО и реализовать видение, изложенное в Стратегической рамочной программе ФАО на 2022-2031 годы. Кроме того, Подкомитет по управлению рыболовством будет руководить дорожной картой ФАО «Голубая трансформация» и ее основной целью, заключающейся в обеспечении эффективного и действенного управления глобальными рыбными ресурсами, в том числе – в озерах, реках и морях.

После утверждения организационных вопросов, члены Подкомитета перешли непосредственно к рассмотрению проблем управления рыболовством, предусмотренных Повесткой дня сессии. Первый вопрос был посвящен об-

суждению текущей практики управления рыболовством и мер по учету интересов маломасштабного рыболовства.

Следует отметить, что государствам необходимо решать проблемы, с которыми сталкивается маломасштабное рыболовство, для достижения многих аспектов Целей устойчивого развития на период до 2030 года. В частности, Цель 14.b, являющаяся частью Цели 14 «Сохранение и рациональное использование океанов, морей и морских ресурсов в интересах устойчивого развития», направлена на обеспечение доступа мелких хозяйств, занимающихся кустарным рыбным промыслом, к морским ресурсам и рынкам.

На маломасштабный рыбный промысел приходится до половины мирового вылова, причем, если рассматривать только уловы, идущие на непосредственное употребление в пищу людьми, доля субсектора увеличится до двух третей. В этом плане особым значением обладает внутреннее рыболовство, где маломасштабный рыбный промысел играет доминирующую роль. Для многих рыбаков и работников рыбной промышленности маломасштабный рыбный промысел стал образом жизни. По данным ФАО, в настоящее время рыболовные производственно-сбытовые цепи или кустарное рыболовство обеспечивают занятость или задействуют свыше 120,4 млн человек, а на долю маломасштабного рыболовства приходится ни много, ни мало 93,9% занятости [3].

Напомним, что 2022 г. был провозглашен Генеральной Ассамблеей ООН Международным годом кустарного рыболовства и аквакультуры. ФАО является организацией, которой принадлежала руководящая роль в проведении этого года в сотрудничестве с другими соответствующими организациями и органами системы ООН. Проведение указанного Международного года свидетельствовало о признании важной роли миллионов рыбаков и работников рыбной отрасли, занятых в секторе маломасштабного рыболовства, которые обеспечивают миллионы людей здоровой и питательной пищей и вносят свой вклад в борьбу с голодом [4].

На 1-й сессии Подкомитета по управлению рыболовством Секретариат ФАО представил документ «Современные приемы управления рыболовством с уделением особого внимания маломасштабному рыболовству». В нем подчеркивается важность понимания того, какие составляющие управления рыболовством требуют к себе дополнительного внимания со стороны государств-членов; указывается на необходимость совершенствования системы для лучшего понимания вопросов управления ры-

боловством и повышения его действенности, а также – подчеркивается необходимость более широкого применения современных приемов управления рыболовством, с учетом необходимости решения экологических, социальных, экономических, гендерных задач и задач в области питания и нахождения компромиссов между ними. В документе также уделяется особое внимание важности понимания того, какие управленческие подходы и средства в наибольшей мере пригодны для управления маломасштабным промыслом на море и во внутренних водоемах, сформулированы предложения по формированию благоприятных условий для повышения устойчивости рыболовства.

Большинство делегаций государств поддерживали предпринимаемые усилия ФАО. В своих выступлениях они отмечали, принятые ими, национальные (внутригосударственные) меры по управлению рыболовством и аквакультурой. В то же время делегации США, Великобритании, Японии выразили озабоченность отсутствием региональных организаций по управлению рыболовством (РФМО) в некоторых районах Мирового океана, а также отсутствием данных о состоянии запасов морских живых ресурсов в открытом море.

Наиболее длительную дискуссию вызвал вопрос об управлении маломасштабным рыболовством.

В частности, делегация Индонезии отметила, что в этой стране более 90% всего рыболовства – это маломасштабный промысел. В Индонезии приняты законодательные меры по управлению таким рыболовством. Одновременно эта страна обратилась к ФАО с просьбой об оказании технической помощи для борьбы с оставленными, утерянными, брошенными орудиями лова. Представители ЕС в своем выступлении подчеркнули, что маломасштабное рыболовство является менее контролируемым, чем крупномасштабное. По мнению ЕС, подход к эффективному управлению рыболовством должен быть комплексным, с учетом экономических, социальных, гендерных и экологических аспектов. Особо было подчеркнуто, что Союз готов содействовать проведению научных исследований морских живых ресурсов. США заявили о том, что маломасштабный промысел имеет жизненно важное значение, и это государство осуществляет в 20 странах программы по содействию управлением маломасштабного рыболовства. Делегация Чили отметила, что в этой стране зарегистрировано 130 тыс. рыбаков, осуществляющих маломасштабное рыболовство, указав, что, в соответствии с законодательством этой страны, максимальная длина судна для

осуществления такого промысла не должна превышать 18 метров. Таиланд проинформировал о том, что с 1 апреля 2024 г. вводятся в действие изменения в законодательство об управлении рыболовством в части размера судов и требований в отношении орудий лова. Представители Китая отметили, что в течение ряда лет эта страна успешно занимается аквакультурой и переработкой рыбы, обеспечивая себя и другие страны продукцией. В 2023 г. в Китае были выделены ресурсы для финансирования 73 мелких рыбных хозяйств.

Делегация Российской Федерации в своем выступлении положительно оценила усилия ФАО по обеспечению устойчивости маломасштабного промысла. Было подчеркнуто, что маломасштабный промысел в России имеет значение, прежде всего, для коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации. Для них российским законодательством установлены льготные условия промысла (например, при распределении квот), а также – налоговые преференции. В российском законодательстве предусмотрено развитие прибрежного рыболовства, рыболовства в целях обеспечения ведения традиционного образа жизни и осуществления традиционной хозяйственной деятельности коренных малочисленных народов Севера, Сибири и Дальнего Востока Российской Федерации. При этом Россия выражает приверженность Добровольным руководящим принципам ФАО по обеспечению устойчивого маломасштабного рыболовства 2014 г. и обращается к ФАО с просьбой продолжить работу по поддержке маломасштабного рыболовства.

По итогам обсуждения Подкомитет подчеркнул важность эффективного управления рыболовством для обеспечения устойчивости рыболовства и признал наличие многочисленных проблем в разработке, реализации и мониторинге эффективных систем управления, включая финансовые, технические и/или институциональные проблемы, особенно для маломасштабного рыболовства. Была отмечена необходимость более четкого разъяснения того, что представляет собой маломасштабное рыболовство, учитывая его различное значение в развитых и развивающихся странах и признал важность знания экономической и социальной устойчивости и необходимость усилить сбор социальных данных.

Делегации отметили необходимость улучшить понимание того, как осуществляется управление рыболовством во всем мире, как оно меняется с течением времени, а также – важность определения проблем, возможностей и потенциала совершенствования си-

стем управления. Подкомитет призвал ФАО изучить этот вопрос в консультациях с РФМО. Кроме того, участники сессии призвали ФАО продолжать поддерживать реализацию Добровольных руководящих принципов обеспечения устойчивого маломасштабного рыболовства в контексте продовольственной безопасности и искоренения бедности 2014 г., в частности, посредством обзора передовой практики.

Члены Подкомитета указали на особенности управления рыболовством во внутренних водоемах и призвали ФАО изучить возможности для улучшения их устойчивого использования.

Второй вопрос повестки дня, вынесенный для обсуждения, был посвящен незаконному, несообщаемому и нерегулируемому промыслу (ННН) промыслу в контексте эффективного управления рыболовством.

Секретариат представил документ «Борьба с ННН-промыслом в контексте действенного управления рыболовством». В нем предлагается переосмыслить определение понятий «незаконный, несообщаемый и нерегулируемый промысел», поскольку понимание и рабочее определение каждой составляющей ННН-промысла является важным шагом к реализации адресных мер по совершенствованию управления рыболовством.

По мнению Секретариата, три составляющие ННН-промысла могут показаться простыми, однако, при более внимательном рассмотрении, становится очевидным их широкий, комплексный и взаимопереплетающийся характер. Упоминание «промысла» подразумевает, что ННН-промысел охватывает весь спектр, связанной с рыболовством, деятельности. Однако «несообщаемый промысел» не является рыболовством, поскольку он относится к акту несообщения или неправильного указания местоположения, даты и времени лова, а также – количества и вида вылова (т.е. нежелательного лова). В связи с этим некоторыми специалистами предложена новая формулировка термина «несообщаемый промысел»: «несообщение о рыбопромысловой деятельности» (т.е. несообщение о месте/дате/времени лова) и «несообщение о вылове», «занижение данных о вылове» или «предоставление недостоверных данных о вылове». Это даст возможность принимать целенаправленные меры по выявлению этих четырех видов «несообщаемого промысла», начиная с мер их регулирования. Другая особенность термина «несообщаемый промысел» заключается в том, что, например, в тех случаях, когда несообщение или занижение данных о рыбопромысловой

деятельности или вылове происходит в нарушение применимых законов, то, с технической точки зрения, это одновременно является и «незаконным промыслом». В тех случаях, когда этот факт установлен, следует принимать право-обеспечительные меры. Если же эта деятельность не прописана в законах как нарушающая их, то она одновременно может считаться и «нерегулируемым промыслом».

По мнению Секретариата, нерегулируемым промыслом можно считать такую ситуацию, когда имеет место сбой общего руководства, то есть когда деятельность не регулируется или осуществляется в отсутствие механизма общего руководства рыболовным промыслом. Это означает, что «нерегулируемый промысел» связан с отсутствием регулирования. Естественно, это диктует органам управления необходимость осуществления регламентирующих мероприятий, в том числе путем формирования соответствующих политических и правовых механизмов. При осуществлении управленческих или нормативно-регулирующих мероприятий в отношении маломасштабного рыболовства необходимо учитывать существование неформальных, сложившихся в виде обычаев приемов или традиций управления, или общего руководства, или саморегулирования; особенно это справедливо в отношении коренных народов и местных рыболовческих общин.

Термин «незаконный промысел» – самый легкий для понимания из трех составляющих ННН-промысла. Он означает осуществление рыбного промысла и связанной с ним деятельности в нарушение действующего законодательства. В случае продолжения такого промысла следует принимать ответные меры, в том числе надлежащие право-обеспечительные действия или устранять исходные причины недостаточного или недейственного право-обеспечения, включая увеличение штрафов за серьезные нарушения или наращивание потенциала в области расследования мер правовой защиты в случаях несоблюдения и наказания нарушителей.

Как полагает Секретариат, прояснение значения понятия «ННН-промысел» помогает лучше и более реалистично оценить его масштабы и последствия. Результаты этой оценки могут показать критически важные области или виды промысла, где следует принимать меры в первоочередном порядке, и выявить проблемы, которые можно параллельно решать с использованием политических, правовых, институциональных и оперативных механизмов, включая мониторинг, контроль и наблюдение (МКН), системы обмена информацией и пра-

во-обеспечения для управления рыболовством на принципах устойчивости.

Выступающие делегации поддержали, предусмотренные в документе, инициативы. Члены Подкомитета единодушно признали, что ННН-промысел продолжает оставаться важнейшей глобальной проблемой, подрывающей ответственное управление рыболовством и влияющее на средства к существованию, продовольственную безопасность и морскую среду. Большинство делегаций признали важность решения проблемы ННН-промысла для достижения эффективного рыболовства и выразили обеспокоенность по поводу сохранения этой практики, поскольку нерегулируемый рыбный промысел является особенно заметным в некоторых регионах и требует срочного внимания со стороны заинтересованных государств в сотрудничестве с региональными и международными механизмами по рыболовству. Кроме того, делегации доложили о принятых ими мерах в отношении борьбы с ННН-промыслом. Многие развивающиеся страны просили ФАО оказать им техническую помощь в целях предотвращения ННН-промысла.

Делегация Российской Федерации в своем выступлении выразила полную поддержку деятельности ФАО по борьбе с ННН-промыслом и ее ключевую роль в этом процессе. Было отмечено, что Россия активно участвовала в разработке всех международных документов ФАО по борьбе с ННН-промыслом. Наша страна поддерживает все элементы борьбы с этим негативным явлением, которые разработаны на международном уровне. Очевидно, что с этой проблемой ни одно государство не сможет справиться в одиночку. Добиться успеха можно только совместно, тесно сотрудничая, как на многостороннем, так и на двустороннем уровнях.

В выступлении было подчеркнуто, что Российская Федерация, признавая, что ННН-промысел представляет прямую и значительную угрозу для сохранения и рационального использования запасов многих видов живых ресурсов Мирового океана, предпринимает все необходимые шаги по предупреждению, сдерживанию и ликвидации такого промысла, как в морских районах, находящихся под национальной юрисдикцией, так и в районах за ее пределами, как этого требуют соответствующие положения международных документов. В нашей стране приняты и действуют нормативные правовые акты, направленные на предотвращение ННН-промысла, установлены уголовная и административная ответственность. В ноябре 2022 г. утвержден новый Национальный план действий по предупреждению,

сдерживанию и ликвидации ННН-промысла. Предыдущий Национальный план был принят в 2013 г., его реализация была в целом успешной, однако, в связи с ратификацией нашей страной Соглашения о мерах государства порта по предупреждению, сдерживанию и ликвидации ННН-промысла 2009 г., потребовалось принятие нового Плана.

Было отмечено, что за последние годы, в результате усиления национальных мер по контролю за промыслом, объемы браконьерского лова в водах России существенно сократились. Этому способствовали и заключенные нашей страной двусторонние соглашения и меморандумы с другими государствами по противодействию ННН-промыслу.

Делегация Российской Федерации согласилась с тем, что необходимо прояснить содержание терминов «несообщаемый промысел», «нерегулируемый промысел» и «незаконный промысел». В целом представленные в документе ФАО аргументы являются разумными и логичными. Однако не совсем ясна конечная цель таких действий. В частности, непонятно, что предлагается сделать: внести изменения в Международный план действий по предупреждению, сдерживанию и ликвидации ННН-промысла 2001 г. или разработать новый документ? Кроме того, принятые после Международного плана международные документы, как обязательного, так и добровольного характера, а также национальное законодательство (в частности, Российской Федерации) применяют именно термин, закрепленный в Международном плане. В связи с этим российская делегация просила Секретариат прояснить этот вопрос.

В ответ на выступление России, представитель Секретариата подчеркнул, что этот орган ФАО не уполномочен принимать решения, поскольку они находятся исключительно в компетенции Подкомитета. Поэтому цель действий по прояснению содержания терминов «несообщаемый промысел», «нерегулируемый промысел» и «незаконный промысел» должна быть определена членами Подкомитета.

В целом по итогам обсуждения было отмечено, что термин «ННН-промысел» уже давно используется в глобальной номенклатуре рыболовства. Термин, закрепленный в Международном плане действия 2001 г., остается полностью действительным и не нуждается в расширении. Все три компонента этого термина имеют решающее значение для принятия эффективных мер по борьбе с этим негативным явлением. Была подчеркнута важность усиления мониторинга, контроля и надзора (МКН), а также подтверждена актуальность Соглаше-

ния о мерах государства порта по предупреждению, сдерживанию и ликвидации ННН-промысла 2009 года.

Третий вопрос для обсуждения 1-й сессии Подкомитета был посвящен управлению рыболовством и всестороннему учету вопросов биоразнообразия.

Секретариат представил для обсуждения документ «Всесторонний учет вопросов биоразнообразия в управлении рыболовством в контексте Куньминско-Монреальской глобальной рамочной программы в области биоразнообразия». В нем отмечено, что на своей 35-й сессии КОФИ рассмотрел прогресс, достигнутый в осуществлении Стратегии ФАО в отношении всестороннего учета вопросов биоразнообразия во всех сельскохозяйственных секторах, и призвал ФАО завершить разработку соответствующего Плана действий на 2024-2027 гг., в том числе в части касающейся рыболовства и аквакультуры. Комитет также сформулировал конкретные рекомендации ФАО относительно ее работы по тематике биоразнообразия, в том числе применительно к управлению рыболовством, и положительно оценил вклад ФАО в процесс переговоров в рамках Конвенции о биологическом разнообразии 1992 г. по разработке Глобальной рамочной программы в области биоразнообразия на период после 2020 года.

В декабре 2022 г. 15-е совещание Конференции Сторон Конвенции о биологическом разнообразии приняло Куньминско-Монреальскую глобальную рамочную программу в области биоразнообразия. Она содержит 4 цели, которые предполагается достичь к 2050 г., и 23 задачи, которые планируется решить к 2030 г., направленные на то, чтобы остановить и обратить вспять процессы утраты биоразнообразия, а также реализовать 3 цели Конвенции о биоразнообразии: сохранение биологического разнообразия, устойчивое использование его компонентов и совместное получение на справедливой и равной основе выгод, связанных с использованием генетических ресурсов, опираясь на общегосударственный подход с участием всего общества. Положения Глобальной рамочной программы широко применяются в водных системах и сельском хозяйстве и конкретно в том, что касается использования термина «рыболовство» в задаче 10. Глобальная рамочная программа охватывает широкий круг вопросов, поэтому многие, прописанные в ней, цели и задачи взаимосвязаны и частично дублируют друг друга, однако она содержит ограниченное количество мероприятий, конкретно касающихся рыболовства и аквакультуры.

В документе Секретариата представлены мероприятия, проводимые или планируемые ФАО в соответствии с рекомендациями КОФИ относительно того, чтобы ФАО проработала связанные с рыболовством и аквакультурой элементы, предусмотренные соответствующими целями и показателями. Особое внимание уделено разделам Глобальной рамочной программы, касающимся рыболовства, содержание которых открывает возможности для дальнейшего всестороннего учета вопросов биоразнообразия и обеспечения реализации экосистемного подхода к рыболовству равноправным и инклюзивным образом.

Все выступавшие на сессии представители государств поддержали, представленный Секретариатом, документ. В то же время ряд делегаций обратили внимание на некоторые нюансы. Так, делегация Исландии отметила, что ей не совсем понятно, как ФАО видит свое взаимодействие с Конференцией Сторон Конвенции о биологическом разнообразии. Япония заявила о важности найти «золотую середину» между управлением рыболовством и сохранением биоразнообразия. По мнению этой страны, необходимо большее сотрудничество между ФАО и государствами-членами по вопросу о взаимодействии с Конференцией Сторон Конвенции о биологическом разнообразии. Кроме того, необходимо активно привлечь к этому процессу и РФМО. Позицию Японии поддержали США, Великобритания, Канада.

В целом выступавшие делегации отметили важность биоразнообразия в поддержке рыболовства во всем мире и подтвердили роль ФАО в качестве глобальной организации, предоставляющей научные консультации и техническую информацию о рыболовстве в реализации Куньминско-Монреальской глобальной рамочной программы по сохранению биоразнообразия. Была отмечена широкая направленность Глобальной рамочной программы и ее соответствие Стратегии ФАО по сохранению биоразнообразия. Подкомитет признал важную роль, которую РФМО и другие региональные инициативы играют в актуализации биоразнообразия в сохранении и устойчивом использовании водных ресурсов и призвал ФАО и ее членов активно участвовать в Конвенции о биологическом разнообразии для определения индикаторов биоразнообразия, имеющих отношение к управлению рыболовством.

Четвертый вопрос Повестки дня, вынесенный для обсуждения на сессии, касался изменения климата и управления рыболовством.

Секретариат представил документ «Невосприимчивое к изменению климата рыболов-

ство», согласно которому изменение климата оказывает влияние на водные экосистемы и рыболовство по всему миру. В документе отмечается, что соображения, связанные с изменением климата, все чаще учитываются при выработке мер политики рыболовства и формировании средств обеспечения выработки решений, однако примеров успешной реализации управления рыболовством, на принципах невосприимчивости к воздействию климатических факторов на разных уровнях, пока еще мало. Цель документа заключается в том, чтобы представить обзор, осуществляемых ФАО, мероприятий в поддержку перехода государств-членов к управлению рыболовством на принципах невосприимчивости к воздействию климатических факторов, а также – в деле восполнения существующих пробелов. Указано, что ФАО готовит рекомендации относительно перспективных направлений работы. В документе нашел свое отражение многоплановый подход, в нем рассматриваются вопросы согласования работы на национальном/местном, региональном и глобальном уровнях с положениями Стратегии ФАО в отношении изменения климата на 2022-2031 гг. и Плана действий по ее осуществлению на 2022-2025 годы.

Члены Подкомитета поддержали указанный документ Секретариата и подчеркнули важность включения вопросов изменения климата в повестку дня Подкомитета.

В свою очередь делегация Японии отметила, что безусловно важно в научных комитетах РФМО оценивать последствия изменения климата. Однако это может пагубно сказаться на научном обеспечении управления рыболовством, что является главной функцией таких комитетов. По мнению этой страны, вопросы оценки последствий изменения климата не должны быть основной функцией РФМО. Как представляется, с таким утверждением можно согласиться.

В целом выступавшие делегации признали значительное воздействие изменения климата на морское и пресноводное рыболовство и, связанные с этим, средства к существованию, что влияет на улов, видовой состав, распространение и продуктивность. Члены Подкомитета призвали ФАО поддерживать дальнейшие научные исследования и исследования ресурсов для повышения эффективности потенциала развивающихся государств и наименее развитых стран в целях реагирования на изменение климата. Было признано, что эффективное управление рыболовством является основополагающим элементом устойчивости к изменению климата. Подкомитет отметил

важную роль РФМО в решении проблемы изменения климата и высоко оценил взаимодействие ФАО с такими организациями по вопросам климата. Было предложено ФАО и членам продолжить работу по смягчению последствий изменения климата в рыболовстве, таких как использование возобновляемых источников энергии и повышение эффективности, а также – отмеченные возможности сокращения выбросов углерода. Кроме того, члены Подкомитета приветствовали разработку плана действий по изменению климата для рыболовства и аквакультуры в поддержку Стратегии ФАО по изменению климата на 2022-2031 годы.

Следующим вопросом, который был рассмотрен на 1-й сессии Подкомитета, был, предложенный Японией, дополнительный пункт для обсуждения, касающийся проблемы загрязнения моря пластиком.

Делегация этой страны представила документ, в котором была отмечена озабоченность загрязнением пластиком Мирового океана и его негативным воздействием на рыболовство и сохранение морских живых ресурсов.

Делегация Исландии, реагируя на данное выступление, поинтересовалась у представителей Японии, каким образом они видят связь темы управления рыболовством и пластика. В ответ на это японская делегация заявила, что они надеялись на то, что при обсуждении проблем управления рыболовством возникнет тема оставленных, утерянных, брошенных орудий лова и пластика. По мнению этой страны, указанные вопросы необходимо включить в повестку дня 36-й сессии КОФИ, которая состоится в июле 2024 года.

Данный вопрос не вызвал широкого обсуждения, и немногочисленные выступавшие делегации поблагодарили Японию за представленный документ и призвали ФАО и ее членов участвовать в соответствующих процессах, таких как Межправительственный переговорный комитет по разработке международного юридически обязательного документа по загрязнению пластиком, в том числе в морской среде и в разработке Добровольного кодекса поведения по устойчивому использованию пластмасс в сельском хозяйстве. Говоря об этой проблеме, следует подчеркнуть, что пластмассы представляют собой самую крупную, самую вредную и самую стойкую фракцию морского мусора, на долю которой приходится не менее 85% от общего объема отходов в морской среде. Они могут приводить к смерти или вызывать смертельные заболевания у китов, тюленей, черепах, птиц и рыб, а также беспозвоночных [5].

Выводы по итогам 1-й сессии Подкомитета по управлению рыболовством

1-я сессия Подкомитета по управлению рыболовством КОФИ вновь продемонстрировала, что ФАО является единственным глобальным межправительственным форумом, в рамках которого рассматриваются основные вопросы и проблемы мирового рыболовства, а также даются периодические рекомендации правительствам, РФМО, неправительственным организациям, судовладельцам, ФАО и международному сообществу. Значимость, поднятых на сессии Подкомитета, проблем была подчеркнута широким участием делегаций членов ФАО, представителей специализированных учреждений ООН, ряда международных межправительственных и неправительственных организаций. Все члены Подкомитета выразили удовлетворение деятельностью ФАО и подтвердили свою поддержку этой Организации, как важнейшему международному механизму по управлению рыболовством.

С удовлетворением следует отметить отсутствие в ходе работы сессии Подкомитета политически ангажированных заявлений и призывов со стороны некоторых членов ФАО, как это случалось ранее на различных мероприятиях по рыболовству в рамках данной организации. В этой связи стоит подчеркнуть приверженность участников кругу полномочий Подкомитета и строгое следование Повестке дня.

В целом в очередной раз проявилась схожая позиция по многим вопросам управления рыболовством США, Великобритании, Канады, Австралии, Новой Зеландии и ЕС. Кроме того, весьма заметна была консолидация государств Латинской Америки.

Проведенная сессия подтвердила, что учреждение Подкомитета по управлению рыболовством позволит разгрузить работу будущих сессий КОФИ, которые по объективным причинам не в состоянии уделять должного внимания многим проблемам рыболовства. Число участников сессий КОФИ и круг вопросов с каждой сессией возрастают, что также влияет на эффективность работы Комитета. В связи с этим КОФИ не всегда удается в полной мере рассмотреть актуальные проблемы управления рыболовством и аквакультурой, зачастую из-за банальной нехватки времени.

Опыт существующих подкомитетов КОФИ по аквакультуре и торговле рыбой показал оправданность их мандатов и демонстрирует, что эти подкомитеты подробно рассматривают технические проблемы и тем самым освобождают время в КОФИ для обсуждения глобальных вопросов, связанных с политикой и пра-

вом. При этом, если на уровне подкомитетов нет спорных вопросов, КОФИ может в рабочем порядке одобрить их доклады, что значительно экономит время. Очевидно, что также может быть и с новым органом КОФИ – Подкомитетом по управлению рыболовством.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Бекашев Д.К. Роль ООН в формировании и развитии международно-правовой концепции устойчивого рыболовства в Мировом океане // Международное публичное и частное право 2015 г. № 5 (86). С. 16-20
2. Бекашев К.А., Бекашев Д.К. Актуальные проблемы правового статуса и деятельности Комитета по рыболовству ФАО // Рыбное хозяйство. 2021. №3. С. 41-46. DOI 10.37663/0131-6184-2021-3-41-46
3. Добровольные руководящие принципы обеспечения устойчивого маломасштабного рыболовства в контексте продовольственной безопасности и искоренения бедности – URL: <https://www.fao.org/cofi/42020-059c08c68a265a522a55d33445b9f375.pdf> (дата обращения 10.03.2024)
4. Бекашев Д.К. Деятельность ФАО по обеспечению маломасштабного рыболовства и перспективы его правового регулирования в Российской Федерации // Рыбное хозяйство. 2022. №6. С. 27-31. DOI 10.37663/0131-6184-2022-6-27-31
5. Солнцев А.М. Борьба с загрязнением пластмассами в международном праве: lex lata и lex ferenda // Московский журнал международного права. 2023. № 4. С. 35-49

LITERATURE AND SOURCES

1. Bekyashev D.K. (2015) The role of the United Nations in the formation and development of the international legal concept of sustainable fisheries in the World Ocean // International public and private law. No. 5 (86). Pp. 16-20. (In Russ.)
2. Bekyashev K.A., Bekyashev D.K. (2021). Actual problems of the legal status and activities of the FAO Fisheries Committee // Fisheries. No. 3. Pp. 41-46. DOI 10.37663/0131-6184-2021-3-41-46. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Voluntary guidelines for sustainable small-scale fisheries in the context of food security and poverty eradication - URL: <https://www.fao.org/cofi/42020-059c08c68a265a522a55d33445b9f375.pdf> (accessed 03/10/2024). (In Russ.)
4. Bekyashev D.K. (2022). FAO activities to ensure small-scale fisheries and prospects for its legal regulation in the Russian Federation // Fisheries. No.6. Pp. 27-31. DOI 10.37663/0131-6184-6-27-31. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Solntsev A.M. (2023). The fight against plastic pollution in international law: lex lata and lex ferenda // Moscow Journal of International Law. No. 4. Pp. 35-49. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 13.03.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 15.03.2024



Возможно ли возобновить промысел осетровых в Азовском море?

Обзорная статья
УДК 597.423:639.2/3

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-45-55

Подушка Сергей Борисович – кандидат биологических наук, директор по научным вопросам, ООО «ЧНИОРХ», Россия, Санкт-Петербург
E-mail: sevrjuga@yandex.ru

Адрес: Россия, 196105, г. Санкт-Петербург, Московский просп., д. 172

Аннотация. Идеи управляемого осетрового хозяйства в Азовском и Каспийском морях, сформулированные и осуществленные в СССР во второй половине XX в., не прошли проверку временем. В настоящее время промысел осетровых в этих водоемах не ведется, их запасы существенно подорваны браконьерством, естественный нерест сведен к минимуму, а воспроизводство осуществляется преимущественно на осетровых рыбоводных заводах, сохранить которые удалось благодаря формированию ремонтно-маточных стад и переходу на прижизненное получение икры. Предлагается новая схема управляемого осетрового хозяйства, предусматривающая возобновление, запрещенного сейчас, промысла и использование вылавливаемых рыб только для получения зрелых половых продуктов с последующим выпуском. Испытать новую схему предлагается в Азовском бассейне.

Ключевые слова: осетровые, промысел, икра, сперма, прижизненное получение икры, воспроизводство, коммерческое использование, охрана, управление запасами

Для цитирования: Подушка С.Б. Возможно ли возобновить промысел осетровых в Азовском море? // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 45-55. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-45-55

IS IT POSSIBLE TO REOPENING STURGEON FISHING IN THE SEA OF AZOV?

Sergey B. Podushka – Candidate of Biological Sciences, Director of Scientific Affairs, LLC «CHNIORH», Russia, St. Petersburg

Address: Russia, 196105, Saint Peterburg, Moskovsky Prospekt, 172

Annotation. The ideas of managed sturgeon farming in the Azov and Caspian Seas, formulated and implemented in the USSR in the second half of the twentieth century, have not passed the test of time. Currently, sturgeon fishing is not conducted in these reservoirs, their stocks are significantly undermined by poaching, natural spawning is minimized, and their reproduction is carried out primarily at sturgeon hatcheries, which were preserved thanks to the formation of domesticated brood stock and the transition to lifetime production of eggs. A new scheme of managed sturgeon farming is proposed, which provides for the resumption of currently prohibited fishing and the use of caught fish only to obtain mature sexual products, after which they should be released. It is proposed to test the new scheme in the Azov basin.

Keywords: sturgeon, fishing, caviar, sperm, lifetime egg production, reproduction, commercial use, conservation, stock management

For citation: Podushka S.B. Is it possible to reopening sturgeon fishing in the Sea of Azov? // Fisheries. 2024. № 2. Pp. 45-55. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-45-55

Рисунки – авторские / The drawings were made by the author

Как известно, в настоящее время промысловый лов осетровых в большинстве водоемов России запрещен, и открытие его прогнозируется в отдаленном, зачастую неопределенно далеком, будущем [1]. Запретные меры во многом были продиктованы не реальной ситуацией с запасами или биологическими причинами, а давлением международных организаций, которые, под видом природоохранной деятельности, преследовали цель ослабить позиции России в осетроводстве – одном из немногих направлений отечественного рыбоводства, опережающем в развитии мировой уровень [2]. В настоящее время почти дословно сбился негативный сценарий, связанный с передачей функции охраны осетровых в России под контроль международных организаций [3]: «Решения СИТЕС ... могут в самом ближайшем будущем обернуться практическим запретом реализации на международном рынке продукции из России, поскольку она не будет сопровождаться необходимыми документальными свидетельствами легальности происхождения и видового соответствия выделенным квотам. Это будет способствовать поддержанию высоких цен на продукцию из осетровых на рынках стран-импортеров и развитию аквакультуры осетровых вне пределов России. Проблема восстановления численности осетровых в естественных популяциях станет исключительно внутренней, а продукция товарного осетроводства

России потеряет свой экспортный потенциал». Увеличение масштабов браконьерства на Каспии, после включения осетровых в Приложение 2 СИТЕС, отмечал и В.П. Иванов [4].

Выдающиеся осетроводы XX столетия неоднократно высказывали мысль о необходимости сохранения живыми самок осетровых после получения от них икры. Так, А.Н. Державин [5], один из основоположников осетроводства, еще в 1947 г. писал: «Для устранения потерь производителей в современном осетроводстве считаю необходимой разработку приемов получения икры от самок с сохранением их живыми и с обратным выпуском в реку... К опытам в этом направлении ... было бы желательно приступить возможно скорее». В настоящее время эта вековая мечта рыбоводов сбылась. Благодаря разработке и внедрению в заводское осетроводство простого и надежного, успешно прошедшего уже более чем четвертьвековую производственную проверку, способа, рыбоводно-продуктивную икру от всех разводимых видов осетровых сейчас получают прижизненно [6].

Еще в 1986 г., задолго до обвального падения численности осетровых в большинстве промысловых водоемов, нами была дана рекомендация дополнить принципиальную схему осетровых рыбоводных заводов (ОРЗ) еще одним цехом – цехом содержания маточного стада производителей и ремонта [7]. В настоящее время это предложение воплощено

в жизнь, и практически все ОРЗ модернизированы под содержание ремонтно-маточных стад (РМС) [8]. Опыт формирования, содержания и эксплуатации РМС позволил получить новые знания по биологии осетровых, эмпирически определить возраст достижения половой зрелости разными видами, длительность межнерестовых интервалов, оценить качество половых продуктов, получаемых от впервые и повторно созревших рыб [9; 10].

Помимо эксплуатации РМС, содержащихся на заводах, возможен и другой путь использования производителей – выпуск, предварительно помеченных, живых самцов и самок после рыбоводного использования обратно в естественную среду обитания. В частности, такой приём практикуется на Селенгинском рыбоводном заводе с 1987 г. применительно к краснокнижному виду – байкальскому осетру, после внедрения в практику разведения этого объекта указанным выше способом прижизненного получения икры [11]. Сходная схема (отлов диких производителей, прижизненное получение зрелых половых продуктов, мечение производителей и выпуск в Иртыш) использовалось и на Абалакском рыбоводном заводе. Недавно удалось отловить и повторно получить икру от ранее меченой самки обского осетра. При первом сцеживании самка дала 2,4 кг рыбоводно-продуктивной икры, при втором – 4,1 кг. Длительность межнерестового интервала составила у нее 5 лет [12].

В 1990-х годах, существовавшая в СССР, система осетрового хозяйства начала рушиться. Некогда выгодная отрасль, дававшая государству валютную выручку, была приватизирована. Если в СССР государство контролировало воспроизводство, охрану, промысел, добычу, переработку и торговлю осетровыми, то теперь за ним остались только затратные направления – воспроизводство и охрана. Все остальное перешло в частные руки. Пышным цветом расцвело браконьерство [13]. Дефицит производителей стал главной проблемой осетроводства. Без внедрения в практику рыбоводства указанных выше разработок (формирование РМС и прижизненное получение икры) заводского разведения осетровых в России на сегодняшний день уже бы не существовало.

Следует отметить, что в первые годы после запуска и начала работы осетровых рыбоводных заводов были получены очень обнадеживающие результаты по росту численности осетровых на пастбищах Азовского и Каспийского морей. И на основании этих данных давались оптимистические прогнозы: доведение годового улова осетровых в Советском Союзе до 600-700 тыс. ц [14]. А специалисты АзНИИРХ особо подчеркивали биологическую и экономическую эффективность заводского осетроводства [15].

Но развал СССР привел к коллапсу осетрового хозяйства страны. Неоправдавшиеся надежды и несбывшиеся мечты внесли смя-





тение в умы теоретиков и практиков рыбодоводства. Некоторые из них, разочаровавшись в возможностях и перспективах заводского осетроводства, выступили с предложениями в той или иной форме от него отказаться [16; 17; 18]. На наш взгляд, прежде всего, следует проанализировать причины, почему первоначально вполне эффективная и успешная программа управляемого осетрового хозяйства дала сбой и оказалась не выполненной.

Мы не оспариваем определяющую роль в разгроме стад осетровых незаконного и неконтролируемого промысла [19], тем более что имеется и положительный пример, когда волевыми решениями деятельность осетровой мафии удавалось временно приостановить [20]. Но, без сомнения, есть и другие причины случившегося.

Итоги заводского разведения осетровых, в частности русского осетра, как наиболее массового и технологичного вида, были проанализированы специалистами отраслевых институтов в Азовском и Каспийском бассейнах. При этом выводы, относительно роли заводского воспроизводства в поддержании

запасов этого вида осетровых, для разных бассейнов оказались противоположными. Так, А.Д. Власенко [21] для Волго-Каспия писал: «Практика показала, что искусственные методы воспроизведения осетровых не позволяют остановить темпы снижения численности их популяций». В Азовском бассейне, наоборот, результаты промышленного воспроизводства осетра и севрюги признаны весьма успешными, что обеспечивало Азовскому морю сохранение статуса второго по запасам и уловам осетрового водоема в мире [19; 22].

Чем объясняется такое различие оценок? На наш взгляд, причина кроется в организации промысла. Теоретики управляемого осетрового хозяйства в СССР в послевоенный период создавали его впервые в мировой практике, не имели достаточного опыта и были ограничены во времени, поэтому многие решения принимались интуитивно, исходя из знаний по биологии осетровых, имеющихся на тот момент. В частности, предполагалось, что нерестовое поведение у родившихся на заводах осетровых не изменится, и они будут, как и ранее, исправно возвращаться в «родные» реки и облавливаться промыслом. В связи с этим в Каспийском бассейне лов осетровых был перенесен из моря в реки. Ю.Ю. Марти [23] по этому поводу писал: «Чтобы получать наиболее ценную продукцию от осетровых – их икру, мы должны добывать только половозрелых рыб. Эта проблема решается сравнительно просто. Лов всех осетровых должен быть сосредоточен в низовьях рек, а промысел их в море прекращается. В какой-то мере это главное условие осетрового промысла в Северном Каспии уже решено».

Эта мера впоследствии была очень высоко оценена специалистами, и большинство авторов признают, что запрет морского промысла на Каспии обеспечил высокие промысловые уловы и добычу икры практически до конца прошлого века [24; 25]. В Азовском бассейне этого сделано не было: промысел осуществлялся как в реках (Дон и Кубань), так и в рыболовецких колхозах, разбросанных по побережью моря. В период высоких уловов на Каспии, когда в Волгу в массе шли, выжившие в результате запрета морского промысла, икраные осетры, такая организация осетрового хозяйства в Азовском бассейне подвергалась резкой критике, в частности, со стороны начальника Главрыбвода И.В. Никонорова [26]. Дело в том, что, несмотря на стабильные уловы осетровых по бассейну в целом, на донских и кубанских ОРЗ возник и стал прогрессировать с годами дефицит производителей, возникший из-за того, что в промысел вступили поколения рыб, родившиеся на ОРЗ, у кото-

рых был нарушен хоминг [27]. Уловы осетровых по бассейну перераспределились в пользу морских. Логистика заготовки производителей на морских тоневых участках и доставки их на ОРЗ отсутствовала, в связи с чем, для выполнения плановых заданий, стала практиковаться перевозка оплодотворенной икры с Волги [28; 29].

Во времена дискуссии об организации заводского осетроводства большинство исследователей сходились во мнении, что, наряду с воспроизводством на рыбоводных предприятиях, обязательно должно быть сохранено, хотя бы в небольших масштабах, и естественное размножение [24]. И лишь Н.Л. Гербильский [30] допускал полную замену естественного нереста заводским воспроизводством, по поводу чего писал: «...Основная задача осетроводства, по нашему мнению, должна заключаться в том, чтобы своей продукцией полностью заменить продукцию естественного нереста».

В настоящее время на большинстве осетровых водоемов эффективность естественного воспроизводства сведена к нулю [31; 32; 33]. Относительно причин этого феномена высказываются самые разнообразные мнени-

ния: браконьерский пресс, деградация нерестилищ, неблагоприятный гидрологический режим, нехватка производителей, утрата рыбами заводского происхождения хоминга или вообще способности к самостоятельному размножению и т.д. Но, каковы бы ни были причины, факт остается фактом: существование многих популяций осетровых целиком поддерживается за счет выпусков молоди с рыбоводных предприятий. И Азовского бассейна это касается в первую очередь: естественное воспроизводство осетровых не фиксируется здесь уже в течение нескольких десятилетий.

В 1990-е годы и позже, в период запрета промысла и сейчас ОРЗ Азовского бассейна продолжали и продолжают работать и выпускать молодь. Учетные съемки в море фиксировали достаточно большое количество молоди, что свидетельствовало об относительно высокой эффективности заводского воспроизводства в этот период [34]. Однако запрет на промысел приводит к тому, что выпущенная ОРЗ молодь, подрастая, либо становится добычей браконьеров, либо стареет и умирает естественной смертью, не оставляя потомства.





Такое положение вещей представляется нам абсолютно неправильным и аморальным. Специальная военная операция (СВО) уже сточила условия судоходства в Азовском море и способствовала накоплению в стаде осетровых рыб особей крупного размера, ранее изымаемых незаконным промыслом [35]. Это лишний раз подтверждает негативную роль и большие масштабы незаконного промысла, существовавшего в бассейне. Было бы целесообразным сохранить строгий режим в отношении осетровых браконьеров и в будущем.

Мы предлагаем не ждать долгие десятилетия, а возобновить промысел осетровых уже сейчас. Это тем более важно, что руководство новых приазовских регионов строит большие планы на развитие рыбного хозяйства на своих территориях [36; 37; 38].

Как это осуществить? Рассмотрим предлагаемую схему реорганизации осетрового хозяйства в Азовском бассейне. В общих чертах она изложена в нашем изобретении [39], суть которого состоит в прижизненном получении икры от выловленных самок и последующем выпуске их обратно в водоем. Конкретно для Азовского бассейна мы предлагаем организовать отлов самок во время преднерестовой миграции в море, прижизненное получение от них икры, мечение и выпуск на волю. Рассмотрим предложение более детально.

Где ловить? Нам представляется, что за основу распределения районов лова можно взять схему, существовавшую в бассейне до распада СССР. В те годы она всех устраивала и не вызывала серьезных возражений. Конечно, за прошедшее время многое изменилось. Часть рыболовецких колхозов реорганизовалась, появились новые ловцы. Сейчас по бассейну

выставляется несколько сотен ставных неводов. Трудно представить себе, что в них отсутствует прилов осетровых. По действующему законодательству этот прилов рыбаки обязаны выпускать. Мы предлагаем разрешить рыбакам прилов половозрелых осетровых использовать в коммерческих целях, а именно: прижизненно получать от них зрелые половые продукты и реализовывать их для воспроизводства или переработки, а производителей возвращать в естественную среду.

Мы также полностью поддерживаем предложение АзНИИРХ о полном запрете добычи осетровых в реках [27]. Это даст шанс на возможное естественное воспроизводство тем производителям, у которых сохранилось миграционное поведение и хорошо выраженный хоминг, а также позволит им зайти в проектируемый нерестовый канал в составе Кочетовского гидроузла [40].

В какое время ловить? Предлагаем разрешить промысловое изъятие осетровых в Азовском море только в весенний период – с 20 марта по 10 мая. Согласно исследованиям К.Г. Дойникова [41], именно в это время проходила основная миграция половозрелых рыб на нерест. Наши исследования показали, что эти сроки сохранились неизменными через полвека после этих наблюдений и, вероятно, остаются такими же и сейчас.

Орудия лова. На первых порах, в качестве эксперимента, предлагаем не увеличивать количество ставных неводов, а ограничиться теми, на которые уже имеются разрешения. Просто попадающих в эти орудия лова осетровых не выпускать сразу же, а использовать, как указано ниже. В дальнейшем, если эксперимент будет признан удачным, число и места установки ставных неводов можно будет корректировать.

Ограничения по использованию пойманной рыбы. Рыб промысловых размеров и незрелых взрослых рыб надлежит сразу же выпускать, как сейчас это и предусмотрено законодательством для всех осетровых. Половозрелые же рыбы должны доставляться на временное содержание либо на ближайший ОРЗ, либо на базу, организованную ловцами рыбы самостоятельно. Это может быть как стационар на берегу, так и садок, организованный на месте установки ставного невода. Отсаженные производители используются для получения зрелых половых продуктов, которые прижизненно изымаются, после чего рыба метится и выпускается. Отметим, что имеются указания на возможность успешного прижизненного получения икры у осетровых в солоноватой воде [42].

Выбраковка производителей и бонусы за выпуск живых самок. При осуществлении предложенных выше мероприятий неизбежен отход какого-то количества производителей. Кроме того, допустима и какая-то осознанная выбраковка рыбы, например, травмированных особей. Не стоит делать из этого трагедии, поскольку, по данным всех современных источников информации, осетровые уже много лет в Азовском бассейне не размножаются. Тем не менее, должен быть какой-то экономический механизм, который бы препятствовал искусственному завышению выбраковки. Одной из таких мер может быть снижение налогового бремени для предприятий, получающих икру осетровых рыб прижизненно и ужесточение для организаций, вырабатывающих забойную икру. Нами уже предлагалось, в интересах защиты внутреннего икорного рынка, введение дополнительного налога «на убийство осетра», которым следует обложить забойную икорную продукцию. К категории «забойная» относится вся импортируемая в Россию пищевая икра осетровых рыб, тогда как отечественные производители производят ее не более 20%. Остальные 80% икорной продукции производят из прижизненно полученного сырья, так называемой «дойной» (овулировавшей) икры [43]. Этой продукции, по нашему мнению, наоборот, следует дать «зеленую улицу», облегчив налоговое бремя.

Как использовать получаемое от выловленных осетров сырье? Возможно, потребуется помощь науки, которая даст рекомендации относительно генетической ценности выловленных производителей: стоит ли рекомендовать их потомство для выращивания на ОРЗ или нет. В случае положительных оценок, икра и сперма осетров может выкупаться у рыбаков для воспроизводства. Вся остальная продукция может быть использована рыбаками по собственному усмотрению. Рынок сырья для посола осетровой икры сейчас в России существует, и он далеко не насыщен, так что проблем со сбытом икры-сырца не ожидается. Гораздо больше проблем может быть с самцами. В целом избыток самцов (и, соответственно, спермы для осеменения икры), с точки зрения поддержания биологического разнообразия, следует оценивать положительно. Но если в отношении икры экономическая эффективность предлагаемых мер особых сомнений не вызывает, то в отношении спермы осетровых могут быть определенные проблемы, поскольку рынок на это сырье еще не сложился [44]. Вполне вероятно, что в будущем, когда чис-

ленность осетровых в море достаточно сильно возрастет, встанет вопрос о регулировании соотношения полов в стаде и изъятии излишних самцов.

Рассмотрим, какие положительные эффекты следует ожидать от возобновления промысла осетровых в бассейне Азовского моря по предлагаемой схеме.

1. Появится уникальный шанс в рамках широкомасштабного государственного эксперимента испытать новую схему ведения осетрового хозяйства. Предыдущая схема, разработанная в 1950-60-х годах прошлого столетия, во многом устарела (а точнее – потерпела крах), но ее по инерции продолжают пропагандировать, применять и расширять географически. Если эксперимент в Азовском бассейне окажется удачным, его можно будет в дальнейшем тиражировать и на другие осетровые водоемы, в которых естественный нерест отсутствует.

2. Рыба, ранее незаконно изымаемая браконьерским промыслом, будет вылавливаться законопослушными ловцами, давать продукцию, заработки рыбакам и налоговые выплаты в казну. Затраты на реорганизацию промысла минимальны: количество орудий лова на первых этапах эксперимента остается неизменным.

3. Появится дополнительный источник рыбоводно-продуктивной икры для ОРЗ, который обеспечит надежное выполнение плановых заданий по выпуску молоди. Появится возможность изменить видовой состав выпускаемой молоди, уменьшив до разумного минимума долю стерляди и, соответственно, увеличив долю проходных видов.

4. Появится возможность пополнять и улучшать генофонд производителей на ОРЗ



бассейна. Известно, что постоянное содержание РМС в неволе может быть связано с неконтролируемым отбором и утерей редких аллелей [45; 46]. Использование в рыбоводном процессе диких производителей и/или полученных от них половых продуктов позволит обеспечить необходимое генетическое разнообразие, выпускаемой в естественные водоемы, молоди.

5. Внутренний российский рынок пополнится новым «исчезнувшим» сортом икорной продукции – осетровой икрой от диких азовских осетров. В настоящее время к официальной реализации допускается только осетровая икра аквакультурного происхождения.

6. Улучшится половой и возрастной состав, формируемого в Азовском море, стада осетровых рыб. В нем будут накапливаться повторно созревающие самки, имеющие наилучшие показатели по выходу и качеству икры (как рыбободной, так и пищевой) [47].

7. Появится возможность оперативно собирать научные данные о численности, генетическом составе и других биологических характеристиках осетровых рыб.

8. Появится шанс отнереститься рыбам, зашедшим в Дон и Кубань.

9. Эксплуатация запасов осетровых по предлагаемой схеме будет способствовать воспитанию у населения бережного и гуманного отношения к животным.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Кокоза А. Для возобновления промысла осетровых потребуется минимум 50-80 лет. 19.10.2015. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/2835929> (дата обращения: 26.01.2024)
2. Подушка С.Б. Ограничения СИТЕС на торговлю осетровыми: охрана генофонда, вытеснение России с внешнего рынка или промышленный шпионаж? Аквакультура осетровых рыб: достижения и перспективы развития. Материалы докладов II Международной научно-практической конференции – Астрахань: «Нова». 2001. С.16-18
3. Никоноров С.И., Барминцев В.А. Некоторые научные и практические последствия включения осетровых в Приложение № 2 к Конвенции о международной торговле видами фауны и флоры, находящимися под угрозой исчезновения (СИТЕС). Осетровые на рубеже XXI века. Тез. докл. междунар. конф. (Астрахань, 11-15 сент. 2000 г.). – Астрахань: КаспНИРХ. 2000. С.179-181
4. Иванов В.П. Критическое состояние каспийских осетровых и пути их сохранения Осетровые на рубеже XXI века. Тез. докл. междунар. конф. (Астрахань, 11-15 сент. 2000 г.). – Астрахань: КаспНИРХ. 2000. С.6-7
5. Державин А.Н. Воспроизводство запасов осетровых рыб. – Баку: Изд-во АН Азербайджанской ССР. 1947. 248 с.
6. Подушка С.Б. Авторское свидетельство СССР. № 1412035. Способ получения икры от самок осетровых рыб. Заявл. 24.11.1986. Опубл. 20.04.2008. Бюл. № 11
7. Подушка С.Б. Проблема сохранения генофонда осетровых в водоемах СССР // Вестник Ленингр. ун-та. Сер. 3. 1986. Вып. 4. С.15-22
8. Судакова Н.В., Микодина Е.В., Васильева Л.М. Смена парадигмы искусственного воспроизводства осетровых рыб (*Acipenseridae*) в Волжско-Каспийском бассейне в условиях дефицита производителей естественных генераций // Сельскохозяйственная биология. 2018. Т. 53. № 4. С.698-711
9. Воробьева О.А., Горбенко Е.В., Панченко М.Г., Павлюк А.А. Особенности созревания самок русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) в условиях Темрюкского и Гривенского осетровых рыбоводных заводов // Водные биоресурсы и среда обитания. 2021. Т.4. № 1. С.44-49. doi.org/10.47921/2619-1024_2021_4_1_44
10. Воробьева О.А., Горбенко Е.В., Сергеева С.Г., Павлюк А.А., Хорошельцева В.Н. Особенности рыбоводного освоения белуги из ремонтно-маточного стада Донского осетрового завода // Водные биоресурсы и среда обитания. 2023. Т.6. № 3. С.75-86. doi.org/10.47921/2619-1024_2023_6_3_75
11. Афанасьева В.Г., Подушка С.Б. Работа с производителями байкальского осетра на Селенгинском экспериментальном рыбоводном заводе. Осетровое хозяйство водоемов СССР. – Астрахань: Краткие тезисы научных докладов к предстоящему Всесоюзному совещанию. Ч.1. 1989. С.12-14
12. Сироткина Е.А. О повторном созревании сибирского осетра в р. Иртыш // Рыбоводство. 2019. № 3-4. С.53
13. Власенко А.Д., Булгакова Т.И., Лепилина И.Н., Коноплева И.В., Сафаралиев И.А. История и состояние запасов осетровых (*Acipenseridae*) в Каспийском бассейне // Вестник МГТУ (Мурманск). 2020. Т.23. № 2. С.105-114
14. Мильштейн В.В. Современное состояние и перспективы развития осетрового хозяйства в водоемах СССР // Труды ЦНИОРХ. М.: Пищевая промышленность. 1967. Т.1. С.5-11
15. Зайдинер Ю.И., Грибанова С.Э., Реков Ю.И. Новые данные об эффективности воспроизводства осетра в Азово-Донском районе. Основные проблемы рыбного хозяйства и охраны рыбохозяйственных водоемов Азово-Черноморского бассейна. – Ростов-на-Дону: АзНИИРХ. БКИ. Сборник научных трудов (1998-1999 гг.). 2000. С.265-268
16. Козлов В.И. Пастбищная аквакультура: мифы и реальности // Рыбное хозяйство. 2015. №5. С.50-54
17. Тренклер И.В., Шишанова Е.И. Североамериканская модель осетроводства и возможности ее реализации в России // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2022. № 4. С.276-289. DOI: 10.33920/sel-09-2204-05
18. Шипулин С.В. О смене целей в ведении осетрового хозяйства // Вестник АГТУ. 2005. № 3. С.36-42
19. Макаров Э.В., Реков Ю.И. Современное состояние популяций осетровых рыб Азовского моря. Осетровые на рубеже XXI века. Тез. докл. междунар.

- конф. (Астрахань, 11-15 сент. 2000 г.). – Астрахань: КаспНИРХ. 2000. С.9-10
20. Подушка С.Б. Кризис заводского осетроводства в России и возможные пути его преодоления – СПб.: Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 2007. № 12. С.5-15
 21. Власенко А.Д., Лепилина И.Н. Роль искусственного воспроизводства в формировании запасов осетровых в Каспийском море // Рыбоводство. 2019. № 1-2. С.6-10
 22. Реков Ю.И., Чепурная Т.А. Промысловые запасы азовских осетровых // Рыбоводство. 2019. № 1-2. С.18-19.
 23. Марти Ю.Ю. Предисловие в кн. «Осетровые южных морей Советского Союза» // Тр. ВНИРО. – М.: Пищевая промышленность. 1964. Т.52. Сб. 1. С. 7-19
 24. Кожин Н.И. Осетровые СССР и их воспроизводство // Труды ВНИРО. 1964. Т.52. Сб.1. С. 21-58
 25. Журавлева О.Л. Закономерности формирования численности и структуры популяций русского осетра *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt Волго-Каспийского региона под воздействием промысла, воспроизводства и условий обитания. Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Петрозаводск: Петрозавод. гос. ун-т. 2011. 44 с.
 26. Никоноров И.В. Два подхода к одной проблеме // Рыбное хозяйство. 1986. № 8. С.32-35
 27. Реков Ю.И., Агапов А.С., Тихонова Г.А. Изменение величины запаса и проблема оптимизации промысла азовских осетровых рыб. – Мурманск: Изд-во ПИНРО. Тезисы докл. VI Всерос. конф. по проблемам промыслового прогнозирования. 1995. С.129-130
 28. Казанский Б.Н., Подушка С.Б. О сохранении генофонда азовских осетровых. Генетика промысловых рыб и объектов аквакультуры. Тез. докл. II Всесоюз. совещ. по генетике, селек. и гибрид. Ростов-н/Д. – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1983. С.107-112
 29. Подушка С.Б. Список публикаций по вопросам, связанным с перевозкой оплодотворенной икры каспийских осетровых в Азовский бассейн – СПб.: Научно-технический бюллетень лаборатории ихтиологии ИНЭНКО. 2003. № 7. С.45-61
 30. Гербильский Н.Л. Биологические основы и методика планового воспроизводства осетровых в связи с гидростроительством // Вестник ЛГУ. 1951. № 9. С. 35-58
 31. Анохина А.З., Зайцев В.Ф. К вопросу о состоянии естественного и искусственного воспроизводства осетровых рыб в Волго-Каспийском бассейне // Вестник АГТУ. Сер. Рыб. х-во. 2018. № 1. С.111-117
 32. Васев А.Б., Лужняк В.А., Баринова В.В., Вакуленко С.О. и др. Результаты исследований азовских популяций осетровых рыб при осуществлении мониторинга промысла ставными орудиями лова у Кубанского побережья // Водные биоресурсы и среда обитания. 2023. Т. 6. № 4. С.68-78. doi.org/10.47921/2619-1024_2023_6_4_68
 33. Шипулин С.В. Барабанов В.В., Левашина Н.В., Лепилина И.Н. и др. Воспроизводство и состояние запасов водных биоресурсов в низовьях Волги в 2003-2022 гг. // Вопросы рыболовства. 2023. Т. 24. № 3. С.96-119
 34. Коркош В.В., Проненко С.М., Шляхов В.А. Современное состояние и возрастной состав популяций осетровых в Азовском море. Осетровые на рубеже XXI века. – Астрахань: КаспНИРХ. Тез. докл. междунар. конф. (Астрахань, 11-15 сент. 2000 г.). 2000. С.64-65
 35. Азовское море богатеет осетровыми. 20 апреля 2023 года. – URL: https://fishnews.ru/news/47067?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fdzen.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D (дата обращения: 26.01.2024)
 36. Пушили: в Азовском море планируется добывать десятки тонн черной икры. 31 октября 2023 г. – URL: <https://dzen.ru/a/ZUEoNXTZG2XcaTYL> (дата обращения: 26.01.2024)
 37. Рогозин считает запорожскую черную икру новым российским брендом. 21.12.2023. – URL: <https://zonews.ru/news/rogozin-nazval-novym-rossijskim-brendom-zaporozhskuyu-chnuyu-ikru?ysclid=lqkzldelk8972903250> (дата обращения: 26.01.2024)
 38. Рыба вместо чугуна. Смерть «Азовстали» поможет возрождению осетра в Азовском море. 20.01.2023. – URL: https://ukraina.ru/20230120/1042728661.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fdzen.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D (дата обращения: 26.01.2024)
 39. Подушка С.Б., Брусованский Р.Б., Калгина Н.А., Ковда Т.А., Абдрахманова В.Х. Авторское свидетельство СССР. № 1785090. Способ получения продуктов от самок осетровых рыб. Заявл. 31.08.1990. Опубл. 27.01.2008. Бюл. № 3
 40. Шкура В.Н., Шевченко А.В. Рыбоходно-нерестовый канал в составе Кочетовского гидроузла на р. Дон // Мелиорация и гидротехника. 2023. Т.13. № 1. С.219–237. doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-1-219-237
 41. Дойников К. Г. Материалы по биологии и оценке запасов осетровых рыб Азовского моря. Работы Доно-Кубанской науч. рыбохоз. станции. – Ростов н/Д: Азово-Черноморское краевое книжное издательство). 1936. Вып.4. С. 3-213
 42. Климов В.И. Опыт получения зрелых половых продуктов севрюги в морской воде // Рыбоводство. 2019. № 3-4. С.27.
 43. Подушка С.Б. Китайская икра на российском рынке: благо или вред? // Рыбоводство. 2019. № 3-4. С.20-22
 44. Подушка С.Б. Осетры могут давать литрами сырье для косметологии, фармацевтики, хлебопечения. 22 дек 2022 г. – URL: <https://sfera.fm/articles/rybnaya/osetry-mogut-davat-litrami-syre-dlya-kosmetologii-farmatsevtiki-khlebopecheniya> (дата обращения: 26.01.2024)
 45. Лепешков А.Г., Иванова Е.А., Кульба С.Н., Небесихина Н.А. Генетическое разнообразие производителей русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) из ремонтно-маточных стад рыболовных предприятий Азово-Черноморского бассейна // Труды АЗНИИРХ. 2019. Т. 2. С.189-195
 46. Гайдамаченко В.Н., Небесихина Н.А., Алимова А.Ш. Генетическое разнообразие ремонтно-маточного

стада русского осетра (*Acipenser gueldenstaedtii*) на Темрюкском заводе в современный период. Рыбохозяйственный комплекс России: проблемы и перспективы развития. – М.: Изд-во ВНИРО. Материалы I Международной научно-практической конференции (28-29 марта 2023 г., г. Москва). 2023. С.79-83

47. Филиппова О.П. Зависимость массы овулировавших икринок от массы и возраста самок бестера (*Huso huso* L. × *Acipenser ruthenus* L.). Актуальные проблемы обеспечения продовольственной безопасности юга России: инновационные технологии для сохранения биоресурсов, плодородия почв, мелиорации и водообеспечения. – Ростов-на-Дону: Изд-во ЮНЦ РАН. Матер. Междунар. науч. конф. (27-30 сент. 2011 г., Ростов-на-Дону). 2011. С.125-127

LITERATURE AND SOURCES

1. Kokosa A. It will take at least 50-80 years to resume sturgeon fishing. 19.10.2015. – URL: <https://www.kommersant.ru/doc/2835929> (date of application: 01/26/2024). (In Russ.)
2. Podushka S.B. (2001). CITES restrictions on the sturgeon trade: protection of the gene pool, displacement of Russia from the foreign market or industrial espionage? Aquaculture of sturgeon fish: achievements and development prospects. Materials of the reports of the II International Scientific and practical Conference – Astrakhan: “Nova”. Pp.16-18. (In Russ.)
3. Nikonorov S.I., Barmintsev V.A. (2000). Some scientific and practical consequences of the inclusion of sturgeon in Annex No. 2 to the Convention on International Trade in Endangered Species of Fauna and Flora (CITES). Sturgeon at the turn of the XXI century. Tez. dokl. international conference (Astrakhan, September 11-15. 2000). – Astrakhan: KaspNIRKh. Pp.179-181. (In Russ.)
4. Ivanov V.P. (2000). Critical condition of Caspian sturgeons and ways of their conservation Sturgeons at the turn of the XXI century. Tez. dokl. international conference (Astrakhan, September 11-15. 2000). – Astrakhan: KaspniirKh. Pp.6-7. (In Russ.)
5. Derzhavin A.N. (1947). Reproduction of sturgeon stocks. – Baku: Publishing House of the Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR. 248 p. (In Russ.)
6. Podushka S.B. Copyright certificate of the USSR. № 1412035. The method of obtaining caviar from female sturgeon fish. The application was made on 11/24/1986. Published on 04/20/2008. Issue No. 11. (In Russ.)
7. Podushka S.B. (1986). The problem of preserving the gene pool of sturgeon in the reservoirs of the USSR // Bulletin of the Leningr. un.Ser. 3. Issue 4. Pp.15-22. (In Russ.)
8. Sudakova N.V., Mikodina E.V., Vasilyeva L.M. (2018). Changing the paradigm of artificial reproduction of sturgeon (*Acipenseridae*) in the Volga-Caspian basin in conditions of shortage of producers of natural generations // Agricultural biology. Vol. 53. No. 4. Pp.698-711. (In Russ.)
9. Vorobyova O.A., Gorbenko E.V., Panchenko M.G., Pavlyuk A.A. (2021). Features of maturation of female Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt, 1833) in the conditions of Temryuk and Grivensk sturgeon hatcheries // Aquatic bioresources and habitat. Vol.4. No. 1. Pp.44-49. doi.org/10.47921/2619-1024_2021_4_1_44. (In Russ.)
10. Vorobyova O.A., Gorbenko E.V., Sergeeva S.G., Pavlyuk A.A., Khorosheltseva V.N. (2023). Features of fish breeding development of beluga from the repair and breeding stock of the Don sturgeon plant // Aquatic bioresources and habitat. Vol.6. No. 3. Pp.75-86. doi.org/10.47921/2619-1024_2023_6_3_75. (In Russ.)
11. Afanasyeva V.G., Podushka S.B. (1989). Work with producers of Baikal sturgeon at the Selenginsky experimental fish hatchery. Sturgeon farming of reservoirs of the USSR. – Astrakhan: Brief abstracts of scientific reports for the upcoming All-Union Meeting. Part 1. Pp.12-14. (In Russ.)
12. Sirotkina E.A. (2019). On the re-maturation of Siberian sturgeon in the Irtysh river // Fish farming. No. 3-4. p.53. (In Russ.)
13. Vlasenko A.D., Bulgakova T.I., Lepilina I.N., Konopleva I.V., Safaraliev I.A. (2020). History and state of stocks of sturgeon (*Acipenseridae*) in the Caspian basin // Bulletin of the Moscow State Technical University (Murmansk). Vol.23. No. 2. Pp.105-114. (In Russ.)
14. Milshtein V.V. (1967). The current state and prospects of development of sturgeon farming in the reservoirs of the USSR // Trudy TSNIORKH. M.: Food industry. Vol. 1. Pp.5-11. (In Russ.)
15. Zaidiner Yu.I., Gribanova S.E., Rekov Yu.I. (2000). New data on the efficiency of sturgeon reproduction in the Azov-Don region. The main problems of fisheries and protection of fishery reservoirs of the Azov-Black Sea basin. –Rostov-on-Don: AzNIIRH. BKL. Collection of scientific papers (1998-1999). Pp.265-268. (In Russ.)
16. Kozlov V.I. (2015). Pasture aquaculture: myths and realities // Fisheries. No.5. Pp.50-54. (In Russ.)
17. Trenkler I.V., Shishanova E.I. (2022). The North American model of sturgeon breeding and the possibilities of its implementation in Russia // Fish farming and fisheries. No. 4. Pp.276-289. DOI: 10.33920/sel-09-2204-05. (In Russ.)
18. Shipulin S.V. (2005). About the change of goals in the management of sturgeon farming // Bulletin of the AGTU. No. 3. Pp. 36-42. (In Russ.)
19. Makarov E.V., Rekov Yu.I. (2000). The current state of sturgeon populations in the Sea of Azov. Sturgeon at the turn of the XXI century. Tez. dokl. international conference (Astrakhan, September 11-15. 2000). – Astrakhan: KaspNIRKh. Pp.9-10. (In Russ.)
20. Podushka S.B. (2007). The crisis of factory sturgeon breeding in Russia and possible ways to overcome it – St. Petersburg: Scientific and Technical Bulletin of the Ichthyology Laboratory of INENKO. No. 12. Pp.5-15. (In Russ.)
21. Vlasenko A.D., Lepilina I.N. (2019). The role of artificial reproduction in the formation of sturgeon stocks in the Caspian Sea // Fish farming. No. 1-2. Pp. 6-10. (In Russ.)
22. Rekov Yu.I., Chepurnaya T.A. (2019). Commercial stocks of Azov sturgeon // Fish farming. No. 1-2. Pp.18-19. (In Russ.)
23. Marti Yu.Yu. (1964). Preface in the book. “Sturgeon of the southern seas of the Soviet Union” // Tr.

- VNIRO. – M.: Food industry. Vol. 52. Sat. 1. Pp. 7-19. (In Russ.)
24. Kozhin N.I. (1964). Sturgeon of the USSR and their reproduction // Proceedings of VNIRO. Vol. 52. Collection 1. Pp. 21-58. (In Russ.)
 25. Zhuravleva O.L. (2011). Patterns of formation of the number and structure of populations of the Russian sturgeon *Acipenser gueldenstaedtii* Brandt in the Volga-Caspian region under the influence of fishing, reproduction and habitat conditions. The author's abstract. diss. ... doct. Biol. sciences. – Petrozavodsk: Petrozavodsk State University. 44 p. (In Russ.)
 26. Nikonorov I.V. (1986). Two approaches to one problem // Fisheries. No. 8. Pp.32-35. (In Russ.)
 27. Rekov Yu.I., Agapov A.S., Tikhonova G.A. (1995). The change in the size of the stock and the problem of optimizing the fishery of Azov sturgeon fish. – Murmansk: PINRO Publishing House. Abstracts of the sixth All-Russian Conference on the problems of commercial forecasting. Pp.129-130. (In Russ.)
 28. Kazansky B.N., Pillow S.B. (1983). On the conservation of the gene pool of the Azov sturgeon. Genetics of commercial fish and aquaculture facilities. Tez. dokl. II All-Union. the meeting. according to genetics, selek. and a hybrid. Rostov-N./D. – M.: Light and food industry. pp. 107-112. (In Russ.)
 29. Podushka S.B. (2003). List of publications on issues related to the transportation of fertilized caviar of Caspian sturgeon to the Azov basin – St. Petersburg: Scientific and Technical Bulletin of the INENCO Ichthyology Laboratory. No. 7. Pp. 45-61. (In Russ.)
 30. Gerbilsy N.L. (1951). Biological bases and methods of planned reproduction of sturgeon in connection with hydraulic engineering // Bulletin of LSU. No. 9. Pp. 35-58. (In Russ.)
 31. Anokhina A.Z., Zaitsev V.F. (2018). On the issue of the state of natural and artificial reproduction of sturgeon fish in the Volga-Caspian basin // Bulletin of the AGTU. Ser. Fisheries. No. 1. Pp. 111-117. (In Russ.)
 32. Vasev A.B., Luzhnyak V.A., Barinova V.V., Vakulenko S.O. and others. (2023). The results of studies of the Azov populations of sturgeon fish in the monitoring of fishing with fixed fishing gear off the Kuban coast // Aquatic bioresources and habitat. Vol. 6. No. 4. Pp. 68-78. doi.org/10.47921/2619-1024_2023_6_4_68. (In Russ.)
 33. Shipulin S.V. Barabanov V.V., Levashina N.V., Lepilina I.N. et al. (2023). Reproduction and state of stocks of aquatic biological resources in the lower reaches of the Volga in 2003-2022. // Questions of fisheries. vol. 24. No. 3. Pp. 96-119. (In Russ.)
 34. Korkosh V.V., Pronenko S.M., Shlyakhov V.A. (2000). The current state and age composition of sturgeon populations in the Sea of Azov. Sturgeon at the turn of the XXI century. – Astrakhan: KaspNIRKh. Tez. dokl. international conference (Astrakhan, 11-15 Sep. 2000). Pp. 64-65. (In Russ.)
 35. The Sea of Azov is rich in sturgeon. April 20, 2023. – URL: https://fishnews.ru/news/47067?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fdzen.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D (accessed: 01/26/2024). (In Russ.)
 36. Pushilin: it is planned to extract dozens of tons of caviar in the Sea of Azov. October 31, 2023 – URL: <https://dzen.ru/a/ZUEoNXTZG2XcaTYL> (date of application: 01/26/2024). (In Russ.)
 37. Rogozin considers Zaporozhye black caviar a new Russian brand. 21.12.2023. – URL: <https://zonews.ru/news/rogozin-nazval-novym-rossijskim-brendom-zaporozhskuyu-chernuyu-ikru?ysclid=lqk-zldelk8972903250> (accessed: 01/26/2024). (In Russ.)
 38. Fish instead of cast iron. The death of Azovstal will help the revival of sturgeon in the Sea of Azov. 01/20/2023. – URL: https://ukraina.ru/20230120/1042728661.html?utm_source=yxnews&utm_medium=desktop&utm_referrer=https%3A%2F%2Fdzen.ru%2Fnews%2Fsearch%3Ftext%3D (date of reference: 01/26/2024). (In Russ.)
 39. Podushka S.B., Brusovansky R.B., Kalgina N.A., Kovda T.A., Abdrakhmanova V.H. Copyright certificate of the USSR. № 1785090. The method of obtaining products from female sturgeon fish. The application was made on 08/31/1990. Publ. 01/27/2008. Issue No. 3. (In Russ.)
 40. Shkura V.N., Shevchenko A.V. (2023). Fish-spawning channel as part of the Kochetovsky hydroelectric complex on the river. Don // Melioration and hydraulic engineering. vol. 13. No. 1. Pp. 219-237. doi.org/10.31774/2712-9357-2023-13-1-219-237. (In Russ.)
 41. Doynikov K. G. (1936). Materials on biology and assessment of sturgeon stocks in the Sea of Azov. The works of the Dono-Kuban Scientific. fish farm. stations. – Rostov n/A: Azov-Black Sea Regional Book Publishing House). Issue 4. Pp. 3-213. (In Russ.)
 42. Klimov V.I. (2019). The experience of obtaining mature sexual products of sevryuga in seawater // Fish farming. No. 3-4. p.27. (In Russ.)
 43. Podushka S.B. (2019). Chinese caviar on the Russian market: benefit or harm? // Fish farming. No. 3-4. Pp. 20-22. (In Russ.)
 44. Podushka S.B. Sturgeons can give liters of raw materials for cosmetology, pharmaceuticals, baking. Dec 22, 2022 – URL: <https://sfera.fm/articles/rybnaya/osetry-mogut-davat-litrami-syre-dlya-kosmetologii-farmatsevtiki-khlebopecheniya> (date of application: 01/26/2024)
 45. Lepeshkov A.G., Ivanova E.A., Kulba S.N., Nebesikhina N.A. (2019). Genetic diversity of producers of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) from repair and brood stocks of fish breeding enterprises of the Azov-Black Sea basin // Proceedings of the AzNIIRKH. Vol. 2. Pp.189-195. (In Russ.)
 46. Gaidamachenko V.N., Nebesikhina N.A., Alimova A.S. (2023). Genetic diversity of the repair and breeding stock of the Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii*) at the Temryuk plant in the modern period. The fisheries complex of Russia: problems and prospects of development. – M.: VNIRO Publishing House. Materials of the I International Scientific and Practical Conference (March 28-29, 2023, Moscow). Pp.79-83. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 01.02.2024
 Принят к публикации / Accepted for publication 18.03.2024



Практика применения мер по стимулированию добычи и управлению промыслом колючего краба (*Paralithodes brevipes*) Северо-Охотоморской подзоны Охотского моря

Научная статья
УДК 639.27/.29

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-56-62

Абаев Алексей Деонисович – главный специалист Лаборатории промысловых беспозвоночных, Магаданский филиал «ВНИРО», Россия, Магадан
E-mail: abaevad@magadan.vniro.ru

Русяев С.М. – кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник Лаборатории промысловых беспозвоночных Магаданского филиала «ВНИРО», Россия, Магадан
E-mail: rusyayevsm@magadan.vniro.ru

Щербакова Ю.А. – заведующая Лабораторией промысловых беспозвоночных Магаданского филиала «ВНИРО», Россия, Магадан
E-mail: shcherbakovaua@magadan.vniro.ru

Адрес: Россия, 685000, г. Магадан, ул. Портовая, дом 36/10

Аннотация. Сложности управления популяциями малоизученных видов водных биологических ресурсов (ВБР) характерны для всех рыбопромысловых бассейнов России. Особенностью эксплуатации этих видов является недостаточность промысловой и научной информации, что часто приводит к ситуативному принятию решений в их управлении. В контексте проблемы рациональной эксплуатации биоресурсов рассматривается история промысла колючего краба северной части Охотского моря. На основе материалов по истории промысла и динамике промысловых показателей в 2000-2021 гг., анализируется эффективность мер регулирования ресурса колючего краба. Показана неоднозначность решений по изменению некоторых мер регулирования. Констатируется, что управление этим прибрежным биоресурсом требует учёта социально-экономического фактора, существенно влияющего на интенсивность добычи колючего краба.

Ключевые слова: Охотское море, Северо-Охотоморская подзона, колючий краб, промысел, вылов

Для цитирования: Абаев А.Д., Русяев С.М., Щербаклова Ю.А. Практика применения мер по стимулированию добычи и управлению промыслом колючего краба (*Paralithodes brevipes*) Северо-Охотоморской подзоны Охотского моря // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 56-62. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-56-62

THE PRACTICE OF APPLYING MEASURES TO STIMULATE THE PRODUCTION AND MANAGEMENT OF THE PRICKLY CRAB (*PARALITHODES BREVIPES*) FISHERY OF THE NORTH OKHOTSK SEA SUBZONE OF THE SEA OF OKHOTSK

Aleksey D. Abaev – Chief specialist of the Laboratory of Commercial Invertebrates of the Magadan branch of VNIRO

Sergey M. Rusyaev – leading researcher of the Laboratory of Commercial Invertebrates of the Magadan branch of VNIRO, Candidate of Biological Sciences

Yulia A. Shcherbakova – Head of the Laboratory of Commercial Invertebrates of the Magadan branch of VNIRO

Address: Russia, 685000, Magadan, Portovaya str., 36/10

Annotation. The difficulties of managing populations of poorly studied species of aquatic biological resources (UBR) are typical for all fishing basins in Russia. A feature of the exploitation of these species is the lack of commercial and scientific information, which often leads to situational decision-making in their management. In the context of the problem of rational exploitation of biological resources, the history of the spiny crab fishery in the northern part of the Sea of Okhotsk is considered. Based on materials on the history of fishing and the dynamics of fishing indicators in 2000-2021, the effectiveness of measures to regulate the resource of the spiny crab is analyzed. The ambiguity of decisions to change some regulatory measures is shown. It is stated that the management of these coastal bioresources requires taking into account the socio-economic factor that significantly affects the intensity of spiny crab production.

Keywords: Okhotsk Sea, North Okhotsk Sea subzone, spiny crab, fishing, fishing

For citation: Abaev A.D., Rusyaev S.M., Shcherbakova Yu.A. The practice of applying measures to stimulate the production and management of the prickly crab (*Paralithodes brevipes*) fishery of the North Okhotsk Sea subzone of the Sea of Okhotsk // Fisheries. 2024. № 2. Pp. 56-62. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-56-62

Рисунки – авторские / The drawings were made by the author

Колючий краб (*Paralithodes brevipes*) – вид, широко распространённый в Охотском море, в российских водах Берингова и Японского морей, у восточного побережья Камчатки [1]. Пищевая ценность колючего краба, как и других крабидов, – высока. Однако небольшие промысловые запасы снижают привлекательность экспорта продукции из него. В то же время доступность колючего краба для прибрежного промысла создает его существенную ценность на местном рынке. Являясь объектом для прибрежных промыслов дальневосточных регионов, колючий краб существенно укрепляет экономическую устойчивость небольших компаний.

Колючий краб обитает в прибрежной части шельфа, на глубинах от 3 до 60 метров. Самцы и самки становятся половозрелыми

при достижении ширины карапакса (панциря) в пределах 76-99 мм [6]. Выклев личинок и спаривание особей колючего краба приходится на летний период [2].

Прибрежное распространение колючего краба, разнообразие грунтов и малые глубины ограничивают работу типичных орудий лова научно-исследовательских судов и, соответственно, затрудняет оценку его запасов. В Северо-Охотоморской подзоне научные работы осложняются более длительным периодом ледового покрытия прибрежных акваторий. Совокупность этих условий создает проблему недостаточности информации о запасе колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне. В свою очередь, недостаток информации сказывается на практике управления ресурсом в части мер регулирования промысла.

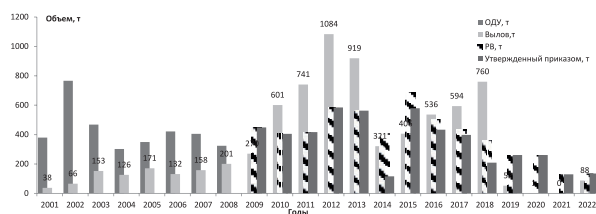


Рисунок 1. Динамика величины прогноза (ОДУ, RV – рекомендованный вылов) и объемов вылова колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне за период 2001-2022 годов

Figure 1. Dynamics of the forecast value (ODE, RV – recommended catch) and the volume of spiny crab catch in the North Okhotsk subzone for the period 2001-2022

Таким образом, постановка проблемы исследования фокусируется на управлении ценным и ограниченным биологическим ресурсом в условиях недостаточной информации, что и предопределило *цель работы* – описание хронологии промысла и управленческих решений, выявление роли управленческих решений в освоении ресурса компаниями прибрежного рыболовства.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

История промысла и хронология введения мер управления

До начала нынешнего столетия колючий краб добывался в режиме научно-поисковых работ и спортивно-любительского рыболовства. История добычи колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне ведет свое начало с 2001 г., когда здесь был начат промышленно-прибрежный лов колючего краба. Общий допустимый улов колючего краба, предложенный специалистами «МагаданНИРО», для начального освоения составил 370 т [5]. Промысловая мера объекта, установленная в этот период, составила 100 мм по ширине карапакса. До 2010 г. промышленностью ресурс осваивался слабо, лишь в отдельные годы (в 2008 г.) его вылов достигал 62% от величины ОДУ (рис. 1).

В середине 2000-х годов стало очевидным, что регулирование промысла с помощью ОДУ ограничивает интерес малых компаний прибрежного лова. Такая ситуация складывалась не только в Магаданской области, но и в Хабаровском крае [4]. Поэтому, в качестве стимулирующей меры, в 2009 г. колючий краб Северо-Охотоморской подзоны был отнесен к объектам ВБР, для которых ОДУ не устанавливается (рекомендован-

ный вылов – RV). В последующие десять лет колючий краб добывался пользователями по заявительному принципу. Важнейшим достижением перевода ресурса колючего краба в категорию RV стала его высокая востребованность на местном рынке. В свою очередь, спрос на этот объект способствовал получению более объективной картины его вылова в Северо-Охотоморской подзоне. Уже в первый год, после ведения RV (2010 г.) фактический вылов колючего краба превысил рекомендованный объем на 48%. В том же году возникла необходимость оперативной остановки лова объекта для исключения превышения рекомендованных объемов вылова. Остановка промысла после 100% освоения рекомендованных (прогнозных) величин, по причине прохождения проектами приказов необходимых процедур, растянулась на значительное время. Проблема оперативного согласования вылова слабо решалась и в последующие годы. Так, в период с 2011 по 2013 гг. объемы фактического вылова объекта превышали рекомендованные величины от 27 до 85%. Практика показала, что, существующий административный регламент, регулирование промысла по использованию «неодуемых» объектов (заключение договоров, остановка промысла, и т.д.) и регулирование промысла этого вида посредством централизованного управления было малоэффективным. Стало очевидным, что простой перевод этого промыслового объекта в категорию ресурсов «RV» не достаточен, так

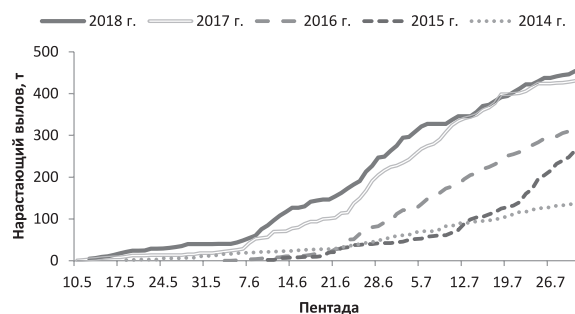


Рисунок 2. Динамика сезонного вылова колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне в период 2014-2018 гг. (судовой лов по данным судовых суточных донесений с нарастающим итогом)

Figure 2. Dynamics of the seasonal catch of spiny crab in the North Okhotsk subzone in the period 2014-2018. (ship's fishing according to ship's daily reports with an increasing total)



как механизм управления оказался негибким и длительным, что требовало детализации мер и процедур.

Одной из таких мер стало ограничение промысла по времени, характерное для обеспечения массовой линьки беспозвоночных, в частности – крабоидов. Период ежегодного запрета промысла был утвержден приказом Минсельхоза РФ лишь в 2014 г. и только в 2015 г. запретные для добычи колючего краба сроки в Северо-Охотоморской подзоне были закреплены Правилами рыболовства для Дальневосточного бассейна. Важным пунктом дополнений стало разграничение района промысла колючего краба по географическому признаку: в районе к востоку от 147 градуса запретные сроки добычи были ограничены сроком с 1 по 31 августа, а в районе к западу от 147 градуса (как основного промыслового района) – с 1 августа по 31 декабря. Благодаря принятию этих мер, в 2014 и 2015 годах удалось исключить превышение рекомендованного вылова, но, как оказалось, ненадолго. Введение запретного периода добычи колючего краба, в условиях и без того ограниченного сезона в северном и западном Охотоморье, достаточно быстро вызвало адаптацию рыбопромышленников: интенсивность лова в дозапретный период (до 1 августа) возросла кратно. Если в 2014 и 2015 годах вылов, по состоянию на конец июля, составлял 130 и 260 т, соответственно, то в 2018 г. вылов достигал 450 т (рис. 2).

Вклад в усложнение управления ресурсом внесла и структура флота. До 2014 г. на промысле колючего краба доминировал судовой лов (суда мощностью более 55 кВт и валовой вместимостью более 80 т), а в период с 2014 по 2018 гг. его доля сократилась и изменялась от 44% до 72% (рис. 3). Необходимо пояснить, что судовой промысел колючего краба – не самый оптимальный. Затраты на эксплуатацию судна при необходимой поисковой деятельности колючего краба – могут превышать доходную часть. Изменение структуры добывающих мощностей в этот период можно также объяснить и окончанием цикла экономической активности предпринимателей, более 20 лет использовавших суда старой постройки.

Новая особенность промысла – доминирование маломерного флота ухудшило управление, с позиций получения «отклика» достоверной информации. Если ранее, благодаря судовым суточным донесениям (ССД), все заинтересованные стороны (региональные филиалы «ВНИРО», территориальные управления, пограничная служба) обладали оперативной информацией по вылову, районам, типам, количеству судов и т. д., то по лову

«москитного» флота информация для анализа отсутствовала полностью. Но и анализ судовой промысловой статистики по колючему крабу в Северо-Охотоморской подзоне в период с 2017 г. показывал, что ее достоверность вызывает сомнения, поскольку уловы на промысле колючего краба были кратно выше уловов, полученных в период проведения научных учетных работ.

Если среднесуточный вылов одного судна в период с 2009 по 2016 гг. изменялся от 1,0 до 2,2 т, что в целом соответствовало реальной обстановке с запасом, то в 2017 г. среднесуточный вылов возрос до 2,8 т, в 2018 г. – уже превышал 3,5 т (рис. 3).

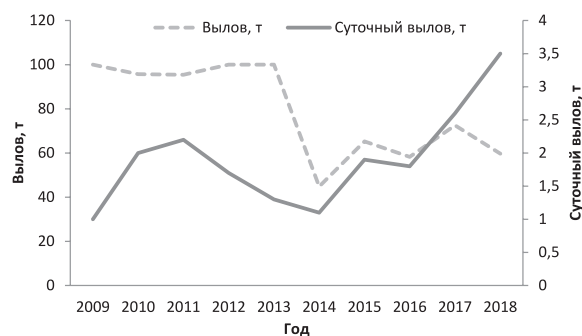


Рисунок 3. Доля судового вылова от общего вылова и динамика среднесуточного вылова колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне в 2009–2018 гг. (по данным ССД)

Figure 3. The share of ship catch from the total catch and the dynamics of the average daily catch of spiny crab in the North Okhotsk subzone in 2009–2018 (according to the data of the ship's daily reports (SDR))

В качестве объяснения можно только предположить, что происходила подмена видов в районе лова, либо объемы накапливались и перед запретным периодом отражались в данных ССД. При так называемом принципе «олимпийской системы», (который де-факто используется на промысле колючего краба), такое явление для ряда объектов весьма характерно.

В 2019–2021 гг. судовой лов колючего краба не проводился (квоты распределили слишком поздно), что очень точно характеризует нестабильность мер управления этим промыслом. Отсюда можно с уверенностью утверждать, что относительно действенной мерой регулирования является только ограничение сроков и разграничение районов лова.

Динамика промыслового запаса и рекомендации науки

Ежегодное превышение объемов рекомендованного вылова в период с 2009 по 2020 гг. естественным образом отразилось на состоянии промыслового запаса колючего краба (табл.).

Значения индекса запаса за ряд лет вычисляются из общей картины из-за недоучета промысловых особей (съемка 2012 г.) и напротив – охвата съемкой максимально возможной площади (2013 г.), включая районы с низкой плотностью распределения крабов, где промысел не велся и не ведется в настоящее время. В то же время, отсутствие изменения индексов численности этого объекта в отдельные годы отражает недостаточность информации для изменения ОДУ специалистами ВНИРО.

По итогам учётных ловушечных съемок 2017 г. и 2018 г., отмечено сокращение промысловой биомассы краба в Притауйском районе до 950 тонн. В прибрежной зоне Хабаровского края промысловая биомасса колючего краба снизилась почти в 9 раз (в сравнении с 2014 г.). Если в Притауйском районе и Тауйской губе промысловый запас колючего краба был относительно стабилен и находится в пределах 1500-1900 т (табл.), то на акватории, примыкающей к Хабаровскому краю, на участках традиционного промысла Аяно-Шантарского района, отмечено сокра-

щение численности колючего краба. Суммарный промысловый запас биоресурса в Северо-Охотморской подзоне в 2017 и 2018 годах составил наименьшую величину с 2007 г. и оценивался в пределах 1250-2600 тонн. Согласно схеме зонального регулирования промысла колючего краба, эта величина находится в зоне восстановления (снижения) запаса. Из-за недостаточного информационного обеспечения, статус запаса был установлен как «неопределенный» с тенденцией к возможному снижению. В случае если объем оцененного промыслового запаса снизится менее граничного ориентира (т.е. меньше 1170 т), то необходимо будет вводить запрет на промышленное рыболовство. Поэтому, для обеспечения щадящего режима вылова и согласно разработанным ориентирам управления, предложено использовать интенсивность изъятия в 5% от промыслового запаса. В соответствии с правилами регулирования промысла, рекомендованная величина ОДУ в 2021-2023 гг. не превышает 130 тонн.

Хроническая проблема недостатка информации о запасах, и, к сожалению, не очень удачные параметры съемок требовали все эти годы от научного блока поиска решений во избежание депрессии популяции. Так, в 2010 г. были разработаны минимальные суточные нормы вылова для малых и средних судов с целью сокращения их необоснованно долго-

Таблица. Динамика промыслового запаса (т) колючего краба в Северо-Охотморской подзоне за период 2007-2021 годов / **Table.** Dynamics of the commercial stock (t) of spiny crab in the North Okhotsk subzone for the period 2007-2021 of the economic analysis of fisheries

Год	Суммарный промысловый запас
2007	4488
2008	4053
2009	4167
2010	5847
2011	5637
2012	4107
2013	8966
2014	5035
2015	4321
2016	3613
2017	2608
2018	1255-2600
2019	1255-2600
2020	2600-3100
2021	2600-3100

го нахождения в районе промысла. Эти нормы были приняты в 2011 году. В начале второго десятилетия было подготовлено несколько обоснований на ежегодный запрет промысла, обосновываемых периодизацией личиных процессов половозрелого краба. Такая запретительная мера в Правилах рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна была принята в 2012 году. В 2013 г. было предложено ограничить использование судов на промысле колючего краба (длиной между перпендикулярами свыше 34 м), поскольку колючий краб занимает мелководные участки не всегда доступен для промысла средними судами. С другой стороны, средние суда обладают избыточной промысловой мощностью на небольших по площади и численности скоплениях колючего краба. Принятие решения по этому предложению было отклонено, однако был получен ценный опыт оценки эффективности решений для прибрежного рыболовства. В 2018 г. сотрудниками МагаданНИРО и ХабаровскНИРО было подготовлено и направлено во «ВНИРО» обоснование о рассмотрении возможности перевода колючего краба в перечень объектов ВБР, для которых устанавливается ОДУ. В 2021 г., на основании приказа Минсельхоза от 30.12.2019 г. №733, краб колючий в Северо-Охотоморской подзоне был включен в перечень видов водных биологических ресурсов, в отношении которых устанавливается ОДУ.

Колючий краб – объект традиционного рыболовства и проблема межтерриториального ресурса

Проблема эксплуатации ресурса колючего краба в рассматриваемый период не ограничилась вышеуказанными сложностями. Начиная с 2014 г., часть объема, на тот момент, рекомендованного вылова стала резервироваться за общинами КМНС. В 2014 г. доля резерва составляла более 70%, с 2015 по 2018 годы этот резерв также принимался, но в меньшем объеме, а в 2019 г. и уже на 2020 г. весь объем РВ передан общинам КМНС Хабаровского края. Однако, по данным Амурского ТУ, в 2019 г. при осуществлении традиционного рыболовства было освоено всего 52 т колючего краба. Несоответствие зарезервированного объема для КМНС и фактического вылова колючего краба отражает не лучшие решения в управлении этим ресурсом. Такое несоответствие может создавать условия для перелова колючего краба со стороны других пользователей. Эпизод с резервированием объемов для КМНС весьма отчетливо демон-

стрирует необходимость целостного и системного управления ВБР. Колючий краб характеризуется небольшим промысловым запасом, который в настоящее время быстро осваивается. Эта особенность объекта не выделяется как-либо в регламентирующих его промысел документах. Вместе с тем, высокая скорость освоения запаса требует весьма оперативного участия территориальных органов в управлении промыслом (в т.ч. и с правом требования остановки промысла, расторжения договоров в одностороннем порядке и т.д.).

И наконец, еще одной проблемой освоения ресурса колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне является его межтерриториальный «статус». Прилегание территорий двух субъектов РФ к одной промысловой подзоне создает проблему влияния их разного экономического потенциала на освоение прибрежных ресурсов. Общая для двух субъектов Федерации единица управления колючего краба Северо-Охотоморской подзоны имеет разную интенсивность его добычи в пределах акваторий двух регионов. Высокая вероятность перелова колючего краба в прибрежье Хабаровского края может привести к закрытию всего промысла. В этом случае пострадают рыбаки Магаданской области, в прибрежной части которой ресурс эксплуатируется менее интенсивно. Отсюда становится очевидным, что для ресурса колючего краба необходим новый механизм управления, который сможет учитывать особенности и уровень морехозяйственной деятельности двух регионов.

В 2023 г. Департамент рыболовства Правительства Магаданской области выступил инициатором введения «региональных квот» для некоторых объектов рыболовства. Суть предложения: предоставить субъектам Федерации небольшие объемы общего допустимого улова по определенным видам водных биоресурсов. Авторы инициативы предполагают, что эти лимиты региональные власти смогут распределять между зарегистрированными в субъекте пользователями. Предполагается, что такое «микроуправление» позволит прибрежным регионам защитить свой малый и средний бизнес. Такая практика существовала до 2004 г., когда федеральные органы распределяли квоты для крупных предприятий, а регионы – для малого бизнеса.

Это предложение на момент подготовки статьи находилось в обсуждении. Однако сам факт усиления внимания властей субъектов РФ к небольшим ресурсам демонстрирует желание «расширки» проблем управления в региональном рыболовстве, где особенно важен социально-экономический аспект. Вов-

леченность региональных властей в управление ресурсами создает почву для поиска оптимального решения проблемы и межтерриториального ресурса колючего краба в Северо-Охотоморской подзоне.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Колючий краб Северо-Охотоморской подзоны – немногочисленный и высокоценный биоресурс. В силу прибрежной специфики, климатических условий оценка запасов колючего краба в этой подзоне имеет существенные сложности. Недостаточность научной и промысловой информации снижает эффективность управления ресурсом. Состояние промыслового запаса на 2024 г. требует щадящего вылова.

Троекратное изменение статуса этого вида в 2002-2023 гг. было обусловлено проблемой несоответствия интенсивности его добычи и мер контроля в изменяющихся условиях социально-экономического развития приморских регионов. Если перевод колючего краба из перечня видов ВБР, для которых устанавливается ОДУ, в начале века стал стимулирующей мерой для увеличения его лова, то обратный перевод объекта в этот перечень, спустя 20 лет, в целом решил проблему ежегодных переловов.

Приоритетное право общин КМНС в распределении квот колючего краба требует принятия четкого перечня объектов традиционного рыболовства, способов и орудий их лова, исключающего ухудшение прав других заявителей.

Проблема межтерриториального ресурса колючего краба, обусловленная различиями в интенсивности лова краба – должна решаться распределением объемов вылова среди субъектов РФ, в соответствии с рекомендациями филиалов ВНИРО. Выраженная зависимость вылова колючего краба от уровня социально-экономического развития приморских регионов в этой подзоне требует новых подходов и решений в управлении его промыслом.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **А.Д. Абаев** – замысел, идея статьи, сбор и анализ данных, подготовка текста; **С.М. Русяев** – написание раздела, корректировка текста; **Ю.А. Щербак** – подготовка обзора литературы, окончательная проверка.

The authors declare that there is no conflict of interest.

*Contribution to the work of the authors: **A.D. Abaev** – the idea, the idea of the article, data collection and analysis, text preparation; **S.M. Rusyayev** – writing a section, correcting the text; **Yu.A. Shcherbakova** – preparing a literature review, final verification.*

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Михайлов В.И., Бандурин К.В., Горничных А.В., Карасёв А.Н. Промысловые беспозвоночные шельфа и континентального склона северной части Охотского моря. – Магадан: МагаданНИРО. 2003. 284 с.
2. Мельник А.М., Абаев А.Д., Васильев А.Г., Клинушкин С.В., Метелёв Е.А. Крабы и крабоиды северной части Охотского моря. – Магадан: МагаданНИРО. 2014. 198 с.
3. Крайнова Н.А., Манько К.А. Некоторые вопросы правоприменительной практики надзора за использованием водных биоресурсов сквозь призму экономического развития территорий Дальнего Востока. // Научный журнал НИУ ИТМО. Серия «Экономика и экологический менеджмент». 2012. №2. С. 217-233
4. Беляев В.А., Ерухимович В.Б. Хабаровский край в структуре рыбохозяйственного комплекса Дальнего Востока (современное состояние и перспективы). – М.: НИИ Природа. 2005. С. 208
5. Неевина Н.С., Хованский И.Е. Колючий краб северной части Охотского моря: состояние запасов и перспективы промыслового освоения // Рыбное хозяйство. 2005. №5. С. 60
6. Желтоножко В.В., Желтоножко О.В. Размножение колючего краба *Paralithodes brevipes* в прибрежной зоне восточной Камчатки // Труды ВНИРО. 2005. Т.144. С.102-109.

LITERATURE AND SOURCES

1. Mikhailov V.I., Bandurin K.V., Gornichnykh A.V., Karasev A.N. (2003). Commercial invertebrates of the shelf and continental slope of the northern part of the Sea of Okhotsk. – Magadan: MagadanNIIRO. 284 p. (In Russ.)
2. Melnik A.M., Abaev A.D., Vasiliev A.G., Klinushkin S.V., Metev E.A. (2014). Crabs and craboids of the northern part of the Sea of Okhotsk. – Magadan: MagadanNIIRO. 198 p. (In Russ.)
3. Krainova N.A., Manko K.A. (2012). Some issues of law enforcement practice of supervision over the use of aquatic biological resources through the prism of economic development of the territories of the Far East. // Scientific Journal of the National Research University of ITMO. The series "Economics and Environmental Management". No.2. Pp. 217-233. (In Russ.)
4. Belyaev V.A., Yerukhimovich V.B. (2005). Khabarovsk Territory in the structure of the fisheries complex of the Far East (current state and prospects). – M.: NIA Nature. p. 208. (In Russ.)
5. Neevina N.S., Khovansky I.E. (2005). Spiny crab of the northern part of the Sea of Okhotsk: state of reserves and prospects for commercial development // Fisheries. No.5. p. 60. (In Russ.)
6. Zheltonozhko V.V., Zheltonozhko O.V. (2005). Reproduction of the spiny crab *Paralithodes brevipes* in the coastal zone of eastern Kamchatka // Proceedings of VNIRO. Vol.144. Pp.102-109.

Материал поступил в редакцию/ Received 27.02.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 01.04.2024



История освоения биологических ресурсов реки Волга с 1931 по 1971 годы

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-63-70

Обзорная статья
УДК 639.2/3(091) (282.247.41)

Глубоков Александр Иванович – доктор биологических наук, начальник Управления перспективных исследований, Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»), Москва, Россия
E-mail: glubokov@vniro.ru

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

Аннотация. Основа рыбного промысла Волго-Каспийского рыбопромыслового района – проходные и полупроходные рыбы. Рассмотрено состояние промысла биологических ресурсов Волги в период строительства и ввода в эксплуатацию гидроэлектростанций Волго-Камского каскада. Программа Большой Волги 1933 г. должна была решить транспортную, ирригационную и энергетическую проблемы, как наиболее важные для промышленного развития страны. Мнение специалистов по рыбному хозяйству при проектировании не было учтено. Дела в рыбной промышленности, по мере зарегулирования Волги, только ухудшались, уловы ценных рыб падали. Сооружение первых Верхневолжских ГЭС существенно не отразилось на промысле Волго-Каспийского района. Дальнейшее гидростроительство на Каме, на Средней и Нижней Волге привело к перекрытию путей проходных рыб к нерестилищам, к уменьшению биологического стока из Волги в Каспий. Последнее стало причиной сокращения кормовой базы полупроходных рыб и уменьшения объема их вылова. Надежды на водохранилища, как на источник дополнительных рыбных ресурсов, не оправдались. Основные пути решения проблем – искусственное воспроизводство проходных и полупроходных рыб, улучшение экологической ситуации в бассейне р. Волга, при попусках необходимо максимально учитывать интересы рыбного хозяйства. Требуется сохранение и максимально возможная мелиорация, сохранившихся нерестилищ ценных видов рыб в нижнем течении Волги.

Ключевые слова: водные биологические ресурсы, река Волга, строительство каскада ГЭС, экология

Для цитирования: Глубоков А.И. История освоения биологических ресурсов реки Волга с 1931 по 1971 годы // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 63-70. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-63-70

THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF BIOLOGICAL RESOURCES OF THE VOLGA RIVER FROM 1931 TO 1971

Aleksandr I. Glubokov – Doctor of biology, Head of the Department of Advanced Research, Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Moscow, Russia

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

Annotation. The basis of the fishery of the Volga-Caspian fishing region is anadromous and semi-anadromous fish. The state of fishery for biological resources of the Volga River during the construction and commissioning of the Volga-Kama cascade's hydroelectric power stations is considered. The Big Volga Program of 1933 was supposed to solve transport, irrigation and energy problems, as the most important for the industrial development of the country. The opinion of fisheries experts was not taken into account during the designing. Affairs in the fishing industry were only getting worse, as the Volga was regulated, and catches of valuable fish were falling. The construction of the first Upper Volga hydroelectric power stations did not significantly affect the fishery of the Volga-Caspian region. Further hydraulic construction on the Kama River, on the Middle and Lower Volga led to the blocking of fish routes to spawning grounds, and to a decrease in biological flow from the Volga to the Caspian Sea. The latter caused a reduction in the food supply of semi-anadromous fish and a decrease in the volume of their catch. Hopes for reservoirs as a source of additional fish resources have not been fulfilled. The main ways to solve problems are the artificial reproduction of anadromous and semi-anadromous fish, improvement of the ecological situation in the Volga River basin; during releases it is necessary to take into account the interests of fishery as much as possible. Conservation and maximum possible reclamation of the remaining spawning grounds of valuable fish species in the lower reaches of the Volga are required.

Keywords: aquatic biological resources, the Volga River, construction of a hydroelectric power station cascade, ecology

For citation: Glubokov A.I. The history of the development of biological resources of the Volga River from 1931 to 1971 // Fisheries. 2024. № 2. Pp. 63-70. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-63-70

Рисунок и таблица – авторские / The drawing and table were made by the author

В обеспечении населения России рыбой Волжско-Каспийский рыбохозяйственный бассейн всегда играл значительную роль. В последние годы, по ряду причин, вылов рыбы здесь значительно сократился. Определяющее влияние на состояние ихтиоценов оказало зарегулирование стока рек Волго-Каспийского бассейна каскадом гидроэлектростанций.

Программа Большой Волги должна была решить транспортную, ирригационную и энергетическую проблемы, как наиболее важные для промышленного развития страны. Вопросы рыбного хозяйства, на фоне решения этих грандиозных задач, вообще не рассматривались. Существовало определенное представление о вреде, который будет нанесен

рыбному промыслу, но это принималось как неизбежные потери, минимальные на фоне общего индустриального скачка страны [18].

Тем не менее, первоначально учеными предлагалось, с целью сохранения нерестилищ проходных рыб, использовать для строительства ГЭС только течение Камы – выше устья рек Уфы и Волги, выше устья р. Кама. В образующихся, в результате строительства плотин, водохранилищах Верхней Волги планировалось акклиматизировать сиговых, сазана и судака [1].

Первый этап зарегулирования стока Волги и ее притоков – 1931-1947 годы

Строительство первой на Волге – Ивановской ГЭС было начато в 1932 г., а в 1937 г. она

была введена в эксплуатацию. Образовавшееся в результате, Иваньковское водохранилище обеспечивает водой канал имени Москвы. Доля забора воды в канал имени Москвы составляет до 35% от суммарного притока в водохранилище [5]. Следующую – Угличскую ГЭС начали строить в 1935 г., а ввели в строй в 1940. Полное заполнение водохранилища осуществили к 1947 году. Рыбинскую ГЭС заложили в 1935 г., ввели в эксплуатацию в 1941, а полное заполнение водохранилища также произошло в 1947 году. Это первые три ГЭС на Волге, которые были построены в соответствии с планами сохранения нерестилищ проходных рыб.

Период до 1936 г. принято считать периодом естественного (нечеловеческого) стока Волги, поскольку строительство первых гидроузлов и заполнение каскада водохранилищ началось в конце 1930-х годов. Период с 1937 до 1957 годы является периодом слаботрансформированного стока.

Для проходных рыб, при проектировании и строительстве плотин, необходимо было предусматривать создание рыбоходов [26]. Но строительство рыбоходов на реках имеет смысл только при сооружении единичных плотин. Создание рыбоходов для пропуска производителей в верхние бьефы плотин или переброска производителей рыбоподъемными сооружениями через плотину, при строительстве каскада ГЭС, не имеет смысла, в силу многократности загрязнения реки и создания обширных водохранилищ, которые по своему режиму совершенно непригодны для размножения проходных осетров. При этом, естественные речные нерестилища оказываются затопленными [6].

После реконструкции Волги, когда гидрологический режим резко изменился и часть нерестилищ проходных рыб оказалась отрезана плотинами, перед рыбным хозяйством встал вопрос – обеспечить ежегодное пополнение стада ценных промысловых проходных рыб в новых гидрологических условиях. Для наиболее коммерчески ценных осетровых рыб началось строительство рыбопитомников.

Основные места нереста Волжской сельди находились выше дельты, между Сталинградом и истоком Ахтубы, с центром у села Никольское [13]. Сельдь оказалась в более неблагоприятном положении, потому что ее эффективное искусственное воспроизводство до настоящего времени не внедрено в широких масштабах. Это связано с порционностью икрометания. Для искусственного оплодотворения может быть использована только первая порция икры, так как самки погибают

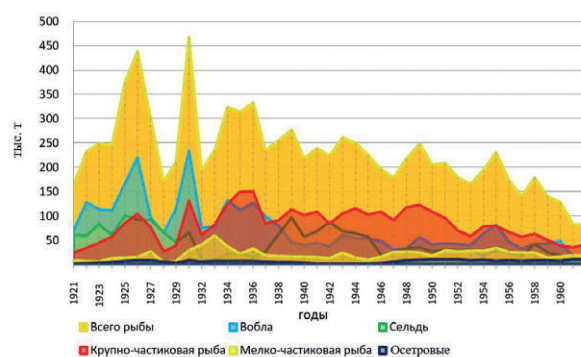


Рисунок 1. Динамика вылова рыбы в Волго-Каспийском рыбопромысловом районе, 1921-1962 гг. [15; 9; 23; 26; 3; 10; 21]

Figure 1. Dynamics of fish catch in the Volga-Caspian fishing area, 1921-1962. [15; 9; 23; 26; 3; 10; 21]

после первого же получения икры [24]. Также инкубация полупелагической икры проходных сельдей очень трудоемка [20].

Каспийский лосось, в силу биологических особенностей: относительно невысокой плодовитости и необходимости подниматься для нереста в верховья рек, где молодь проводит первые годы жизни, оказался из всех проходных рыб в особенно неблагоприятных условиях. Накладывает свой отпечаток также загрязнение воды промышленными отходами.

Зарегулирование стока рек в меньшей степени оказало влияние на состояние запасов полупроходных видов рыб – сазана, леща, судака и воблы.

Первый опыт использования верхневолжских водохранилищ в целях рыболовства показал, что ихтиоцены Иваньковского водохранилища уже за первые 1,5 года эксплуатации ГЭС существенно изменились: уменьшилось количество реофильных рыб, таких как голавль, язь, подуст, жерех.

Динамика вылова рыбы в Волго-Каспийском рыбопромысловом районе приведена на рисунке. Из гистограммы видно, что строительство Верхневолжских ГЭС, первоначально, не оказало существенного влияния на уловы основных промысловых рыб.

Тем не менее, к концу тридцатых годов прошлого века, за счет развития морского «красноловья», при котором массово вылавливались не половозрелые, маломерные экземпляры осетровых рыб, запасы осетровых существенно сократились. Средний вес добытой севрюги снизился в эти годы до 4-5 кг, осетра – до 6-7 кг, белуги – до 30-40 кг. Для сохранения запасов осетровых был введен запрет аханно-

го и крючкового промысла. В 1938-1939 годах на Каспии был полностью прекращен морской промысел осетров [19].

В период Великой Отечественной войны интенсивность промысла осетровых резко снизилась. Морское рыболовство велось в небольших масштабах, также уменьшилась интенсивность речного промысла на Волге. В результате, в первые военные годы численность осетровых существенно увеличилась. Но пополнение их запасов периода военных и послевоенных лет было сильно ослаблено в результате массового прилова молоди осетровых капроновыми сетями при добыче леща, судака, сельдей и других видов рыб [17].

Уловы сельди, напротив, к 1938 г. возросли до 24,1% от общего объема вылова всех рыб, и держались на высоком уровне до окончания войны. Затем произошло их сокращение почти в 2 раза (рис. 1). Доля крупного частика в уловах до начала 50-х годов прошлого века стабильно сохранялась в пределах от 31,1 до 55,4% от общего вылова. До 1938 г. доля воблы в уловах составляла 30-40%, затем она резко снизилась до 16,6% в 1939 году. Вплоть до 1947 г. доля воблы не поднималась выше 24,3% в год.

По мелкому частику за период с 1921 по 1960-е гг. максимальный вылов был достигнут в 1933 г. (доля вылова от общего составила 25,6%), затем наблюдалось 2-3 кратное сокращение уловов.

За исследуемый период общий вылов рыбы достиг максимума в 1930 г. – 470 тыс. тонн. После этого наибольший улов был отмечен в 1936 г. – 332,5 тыс. тонн. В 1947 г. вылов рыбы снизился до 178,1 тыс. тонн.

Второй этап зарегулирования стока Волги, 1948-1971 годы

В 1950 г. было начато строительство Волжской ГЭС (ранее Сталинградской). В период с 1957 по 1960 гг. было перекрыто русло Волги в створе плотины Волжской ГЭС и заполнено Волгоградское водохранилище. Также было заполнено Куйбышевское водохранилище – крупнейшее в Волжско-Камском каскаде. В 1956-1967 гг. у г. Балаково была построена плотина Саратовской ГЭС. Изъятие стока Волги достигло 50-60 км³/год. В гидрологическом режиме Нижней Волги период с 1961 г. по настоящее время является периодом полностью зарегулированного стока [11]. В 1971 г. была введена в строй Саратовская ГЭС. В результате были затоплены почти все сохранившиеся нерестилища осетровых, находившиеся выше Волгоградского водохранилища. Сохранилось только 50 га в верховьях Волгоградского

и 20 га в верховьях Саратовского водохранилищ. Основой воспроизводства осетровых стали только рыбоводные заводы и оставшиеся нерестилища ниже плотины Волгоградской ГЭС. Резко сократились уловы проходной волжской сельди.

Общий вылов рыбы в период 1950-1958 гг. изменялся в пределах 150-230 тыс. т в год (рис. 1). С 1959 г. начинается стабильное падение общих уловов. Особенно сильное падение вылова сельди наблюдалось в 1965 году. По крупному частику показатели довольно стабильные в этот период: на уровне 30-50% общего вылова. Доля воблы в уловах изменялась в пределах от 15 до 35%. По мелкому частику наблюдалось увеличение вылова, на фоне снижения уловов ценных видов промысловых рыб.

В 1950-1960-е гг. на численность осетровых начали оказывать влияние два основных фактора: дальнейшее развитие в море сетного промысла частиковых рыб и гидростроительство на нижней Волге. За период с 1956 по 1960 гг. в Каспийском море сетной промысел ежегодно изымал до 2 млн штук молоди осетровых в возрасте от 2 лет и старше [19].

В результате завершения строительства Волгоградской плотины путь к расположенным выше нерестилищам осетровых рыб был полностью прегражден, а нерестилища, расположенные в зоне водохранилища, были затоплены. Но оставались нерестилища осетровых выше Волгоградского водохранилища, там Волга еще представляла из себя реку со всеми особенностями ее гидрологического режима. С 1959 г. начали ежегодно перевозить производителей осетра в живорыбных барках-прорезях из-под плотины в водохранилище, предварительно помечая их. Летом 1961 г. начал работать, построенный при Волгоградской плотине, рыбоподъемник, который позволял перебрасывать через плотину осетровых, идущих на нерест.

Сооружение плотины Волжской ГЭС привело к тому, что огромное количество осетров скапливалось перед ней и зимовало. Резкие суточные колебания попусков не позволяли осетровым рыбам перезимовать спокойно, без особых энергетических затрат, но они участвовали в нересте, используя сохранившиеся нерестилища. В результате, основная часть нерестового стада осетровых выметывала икру на нерестилищах ниже Волгограда [22].

Особенно неблагоприятно возведение Волгоградской ГЭС отразилось на проходной сельди, так как ее основные нерестилища находились выше плотины [12]. В 1959-1960 гг. сельдь черноспинка образовывала в нижнем

бьефе плотины огромные скопления. Основная часть самок выметывала там все порции икры. Если в 1937-1939 годах в уловах не отмечалось мертвой икры, то к 1960 г. наблюдалось до 57% мертвой икры. Как показали наблюдения на нерестилищах, кроме неоплодотворенной икры, выметывалось огромное количество негидратированных икринок. Ухудшение качества икринок привело к снижению продуктивности нереста [25]. Если в 1965 г. уловы сельди в Каспии составляли 50 тыс. т, то в 1967-1968 гг. они упали до 0,5-0,6 тыс. т [2].

Изменение ихтиоценов реки Волга

Зарегулирование волжского стока изменило характер продуцирования всех трофических уровней экосистем Волги. Произошло перераспределение нерестовых ареалов и мест обитания полупроходных рыб, со смещением в нижнюю часть реки и ее дельты. В результате сократились запасы ценных полупроходных рыб. К концу 1960-х годов основные уловы рыбы приходились на нижнюю часть дельты Волги. В видовом составе преобладали менее ценные – туводные виды. Для них условия размножения и обитания даже улучшились [7]. В 1970-е годы туводные лимнофилы (красноперка, густера, окунь, карась, линь, щука, жерех) составляли более 80% улова. По сравнению с 1950-ми годами, их удельный вес в уловах почти удвоился. Было отмечено резкое увеличение численности окуня (в 2-3 раза) и особенно карасей: золотого и серебряного (в десятки раз) [14].

Реофилы (голавль, жерех, подуст, елец, белоглазка, стерлядь) сохранились только

в верхних участках водохранилищ. Уже к концу 1960-х годов из состава ихтиоценов Верхней и Средней Волги выпали минога, осетровые, белорыбца, лосось, сельдь черноспинка, волжская сельдь, каспийский пузанок. Число видов в водохранилищах Верхней Волги уменьшилось на 8-9, Средней – на 16, в Камских – на 9 видов [27].

Снижение скорости течения и образование каскада водохранилищ создало благоприятные условия для распространения лимнофильных рыб. Первые опыты по акклиматизации сиговых в Рыбинском водохранилище прошли успешно. Весной 1955 г. личинки сига были выпущены в водохранилище. А осенью 1957 г. были выловлены сиги средней длиной 301 мм и средней массой 357 г [16]. Из Белого озера в Рыбинское водохранилище проник снеток, который быстро обжился и стал скатываться в нижний бьеф до Куйбышевского водохранилища. В Ивановское водохранилище снеток был завезен оплодотворенной икрой. Белозерская ряпушка таким же путем продвигалась вниз по Волге, потребляя зоопланктон, она могла бы способствовать более полному использованию кормовых ресурсов вновь образованных водоемов. Но, в связи со значительной зимней сработкой уровня воды в водохранилище (в Куйбышевском водохранилище до 5,7 м), в период эмбриогенеза ряпушки значительная часть икринок погибала. Из южных вселенцев самой массовой в водохранилищах Средней и Нижней Волги стала чархальская тюлька, которая до перекрытия Волги у Волгограда встречалась в ильменях дельты и в затонах Волги. Ее распространению и быстрому

Таблица. Показатели рыбохозяйственного освоения водохранилищ на Волге и Каме в 1963 и 1968 годах / **Table.** Indicators of fishery development of reservoirs on the Volga and Kama in 1963 and 1968

Наименование водохранилищ	Год заполнения	Площадь, тыс. га	Уловы (тыс. т)			Рыбопродуктивность (кг/га)		
			Проектные	фактические		Проектная	фактическая	
				1963 г.	1968 г.		1963 г.	1968 г.
Иваньковское	1937	32,7	1,00	0,4	-	30,0	11,7	-
Угличское	1940	24,0	0,8	0,2	-	35,0	7,0	-
Рыбинское	1941	455,0	7,0	3,9	2,8	16,0	8,0	6,1
Камское	1954	172,0	2,5	0,6	0,4	14,5	3,0	2,6
Горьковское	1955	157,0	5,6	0,9	0,5	35,0	4,6	3,1
Куйбышевское	1956	654,0	24,0	4,7	4,0	40,0	6,3	6,2
Волгоградское	1958	347,0	17,3	2,9	2,8	50,0	8,4	8,0

росту способствовал ряд благоприятных факторов: снижение скоростей течения воды; обилие корма (высокая биомасса зоопланктона); малочисленность планктофагов, конкурентов в питании; слабый пресс хищников. Условия размножения, неблагоприятно сложившиеся в водохранилищах для большинства туводных рыб (слабое развитие прибрежной растительности, колебания уровня воды весной и глубокая сработка его в зимний период), не влияют на численность тюльки, так как нерест и нагул у нее происходят в пелагиали. В отличие от снетка и ряпушки появление тюльки внесло существенные изменения в пищевые взаимоотношения аборигенов. С одной стороны, улучшились условия питания хищников, а с другой – сузилась кормовая база молоди и некоторых возрастных групп промысловых рыб, вследствие выедания зоопланктона тюлькой.

Рыбопродуктивность Волжско-Камского каскада водохранилищ

Создание каскада волжских водохранилищ и формирование в них новых ихтиоценов не компенсировало потери в уловах.

Во всех волжских водохранилищах предусматривалось вылавливать 58,2 тыс. т рыбы, а фактически в 1968 г. выловили 11,1 тыс. т (табл.). По Горьковскому, Куйбышевскому и Волгоградскому водохранилищам реальные уловы наиболее сильно отличались от запланированных в 5-6 раз.

Причина в том, что эксплуатация водохранилищ не носит комплексный характер и интересы рыбного хозяйства недостаточно учитываются. Режим сработки уровня водохранилищ резко колеблется как по суткам, так и по месяцам и годам. При заполнении водохранилищ происходит затопление нерестилищ, а если рыба отнерестились, то, при резкой сработке уровня воды, отложенная икра высыхает [8].

Помимо этого, в дельте Волги резко уменьшились площади пойменных биотопов, ухудшились условия размножения полупроходных рыб и выживания их молоди. Химическое и тепловое загрязнение, при увеличении объема сточных вод, сбрасываемых в реку, при недостаточной степени очистки ведет к дальнейшему ухудшению условий для воспроизводства промысловых рыб [4].

Для сохранения и восстановления запасов водных биологических ресурсов в р. Волга необходимы следующие первоочередные меры:

- с целью сохранения и восстановления объемов естественного воспроизводства ценных и особо ценных видов гидробионтов, на постоянной основе, с учетом гидроло-

гических особенностей, разрабатывать графики попуска стока Волги, с учетом решения наиболее существенных задач гидроэнергетики и водного транспорта;

- принять эффективные меры по снижению загрязнения Волги промышленными стоками;
- осуществлять биологически обоснованное регулирование, как промышленного, так и любительского рыболовства, и охрану рыбных запасов.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Берг Л.С. Проблемы рыбного хозяйства Волго-Каспия и Туркменской ССР. Доклады по рыбному хозяйству на последних сессиях и конференциях АН СССР. «За рыбную индустрию Севера» – 1934. № 1. с. 33-34
2. Бердичевский Л.С. Волга и рыбопродуктивность Каспийского моря в условиях ухудшения водного и гидробиологического режима // Волга 1 проблемы изучения и рационального использования биологических ресурсов водоемов. АН СССР, ИБВВ, материалы первой конференции по изучению водоемов бассейна Волги. – Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство. 1971. с. 209-221
3. Болховитянов В.О. сырьевых ресурсах Волго-Каспийского района и плане вылова на 1931 год // Бюллетень рыбного хозяйства № 1-12. – М.: Издательское бюро Институт рыбного хозяйства НКЗ РСФСР. 1930. с. 13-15
4. Буторин Н.В., Монаков А.В. Современные представления о биологических ресурсах и качестве воды Волги и ее водохранилищ // Биологическая продуктивность и качество воды Волги и ее водохранилищ. АН СССР. – ИБВВ М.: издательство Наука. 1984. с. 20-25.
5. Воропаев Г.В., Великанов А.Л. Проблемы водохозяйственной системы Волги. // Биологическая продуктивность и качество воды Волги и ее водохранилищ. – АН СССР ИБВВ.М.: Издательство Наука. 1984. с. 6-19
6. Гербильский Н.Л. Биологические основы и методика планового воспроизводства осетровых в связи с гидростроительством // Л.: Вестник ЛГУ. 1951. №9. с. 35-58
7. Горбунов К.В. Водоемы дельты Волги, их облик, режим и эволюция // Волга 1 проблемы изучения и рационального использования биологических ресурсов водоемов. АН СССР, ИБВВ, материалы первой конференции по изучению водоемов бассейна Волги. – Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство. 1971. с.74-81
8. Гордеев Н.А., Ильина Л.К. Особенности естественного воспроизводства популяций рыб в водохранилищах Волго-Камского каскада // Теоретические аспекты рыбохозяйственных исследований водохранилищ. АН СССР. Л.: издательство Наука. Труды ИБВВ. Вып.32 (35). 1978. с. 8-21
9. Гурвич Л.И. Экономика рыбного хозяйства Вол-

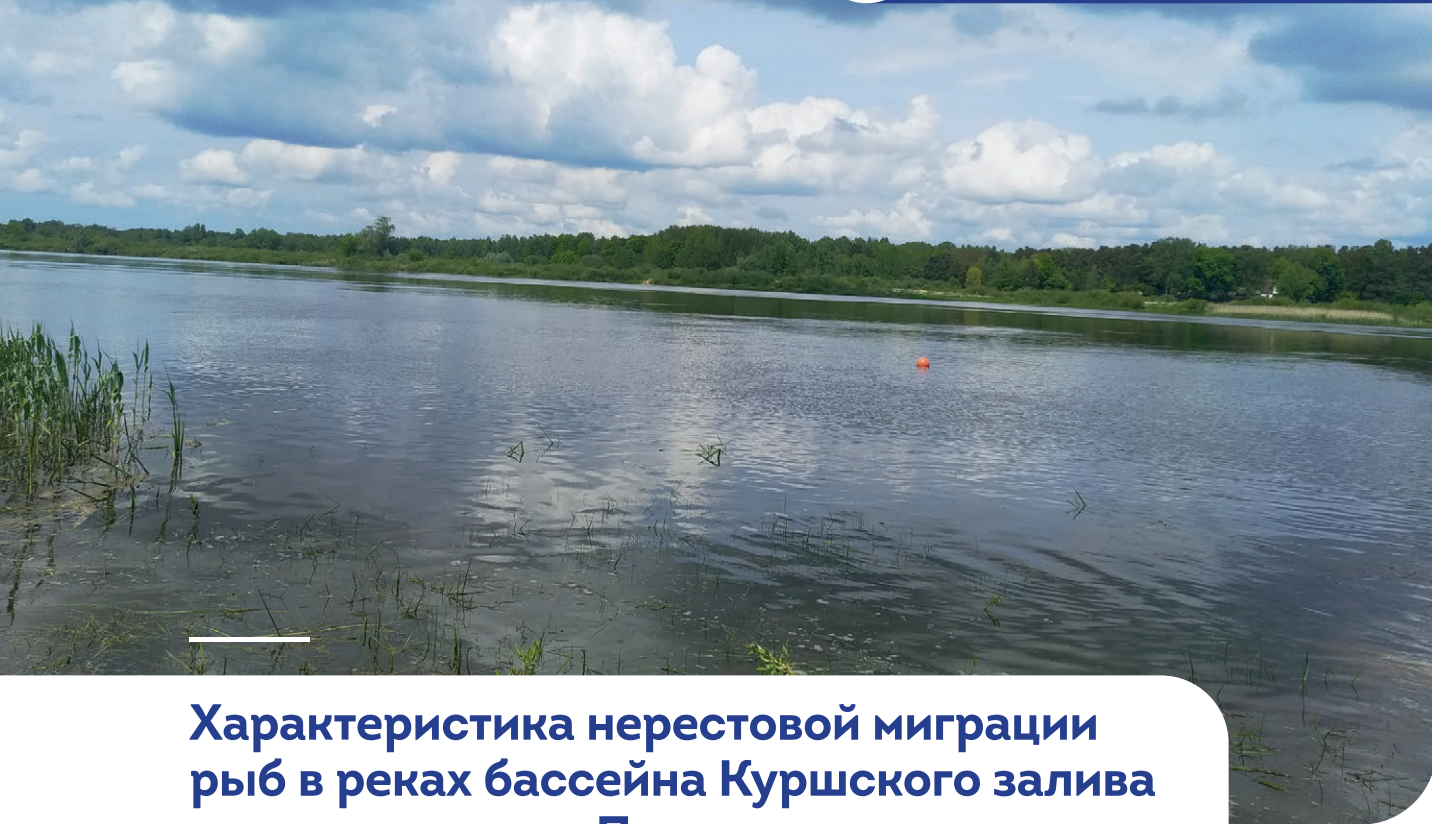
- го-Каспийского района. Ч. 1. – М.: Издание Научного Института Рыбного Хозяйства. 1929. т.4. 239 с.
10. Гуревич Г.М., Лопатин С.З. Добыча рыбы и морского зверя в Каспийском бассейне. Статистический справочник. – Астрахань: 1962. 175 с.
 11. Землянов И.В. Анализ экологических последствий эксплуатации Волгоградского водохранилища для сохранения биоразнообразия основных водно-болотных территорий Нижней Волги // Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (РОСГИДРОМЕТ). ФГУ «Государственный океанографический институт имени Н.Н. Зубова (ФГУ «ГОИН»). Отчет о научно-исследовательской работе по договору № № 020/009 от 12 мая 2009 (итоговый). (проект ПРООН/ГЭФ 00047701 «Сохранение биоразнообразия водно-болотных угодий Нижней Волги». Компонента 2 «Укрепление институционального и правового потенциала, межсекторальных механизмов сохранения биоразнообразия ВБУ Нижней Волги», в рамках реализации мероприятий по направлению 2.4. «Адаптация режима эксплуатации Волгоградского водохранилища к нуждам сохранения биоразнообразия ВБУ НВ»). – М.: ГОИН. 2010. с. 71-72
 12. Зубрик К.М. Возможное использование Волго-Ахтубинской поймы для воспроизводства и увеличения запасов проходных рыб в Каспийском море // Проблемы Каспийского моря. – Баку: Издательство АН Азербайджанской ССР, материалы Всесоюзного совещания по проблемам Каспийского моря. 1963. с. 182-184
 13. Казанова И.И., Халдинова Н.А. Места и условия нереста каспийских сельдей в дельте Волги (по распределению их икры и личинок) // Тр. ВНИРО. 1940. Т.14. С.77–108.
 14. Кизина Л.П. Распределение промысловых рыб в низовьях дельты Волги // Биологическая продуктивность и качество воды Волги и ее водохранилищ. АН СССР, ИБВВ. М.: Издательство Наука, 1984. с. 231-233
 15. Киселевич К.А. Годовой отчет Астраханской ихтиологической лаборатории за 1921 год // Труды Астраханской ихтиологической лаборатории. Т. 5. Вып. 2. 1922. 152 с.
 16. Кондратьев Т.М. Сиг лудуга в Рыбинском водохранилище // Бюллетень Института биологии водохранилищ. – М.-Л.: Издательство АН СССР. 1958. №2. с. 60
 17. Коробочкина З.С. Основные этапы развития промысла осетровых в Каспийском бассейне // Осетровые южных морей Советского Союза (Биология, промысел, воспроизводство). Труды ВНИРО. 1964. Сб. 1. Т.ЛII. с 59-86
 18. Кржижановский Г.М. Проблемы социалистической реконструкции и освоения Волго-Каспийского бассейна // АН СССР Труды ноябрьской сессии 1933 года. 1934 Проблемы Волго-Каспия. – Л.: Издательство АН СССР. 1934. т.1. с. 1-17
 19. Марти Ю.Ю. Осетровые южных морей Советского Союза. (Биология, промысел, воспроизводство) // Труды ВНИРО. 1964. Сб. 1. Т. LII. 411 с.
 20. Мейен В.А. Пути воспроизводства проходных рыб Волги. Воспроизводство проходных и полупроходных рыб. // Труды ВНИРО. 1941. Т. 16. с. 3-12.
 21. Мирзоян А.В., Ходоревская Р.П. Биоразнообразие объектов водных биологических ресурсов Волго-Каспийского рыбохозяйственного бассейна. Водные биоресурсы и их рациональное использование. // Вестник АГТУ. Серия Рыбное хозяйство. 2017. № 4. с. 49-60
 22. Павлов А.В. Материалы по ходу и составу стада осетровых в р. Волге в 1958-1962 гг. (КаспНИРО). Осетровые южных морей Советского Союза. // Труды ВНИРО. 1964. Сб. 2. т. LIV. с. 137-159
 23. Подлесный А. Статистический отдел. Результаты весенней путины 1929 года в Волго-Каспийском районе – М., Издательское бюро Института рыбного хозяйства // Бюллетень рыбного хозяйства. 1930. №1. с. 42-43
 24. Сушкина А.П. Питание личинок проходных сельдей в р. Волге. Материалы по биологии сельдей Северного Каспия. – М.-Л.: Пищепромиздат // Труды ВНИИ Морского Рыбного Хозяйства и Океанографии. 1940. Т. 14. с. 171-208
 25. Танасийчук В.С. Нерест осетровых рыб ниже Волгограда в 1957-1960 гг. (КаспНИРО). Осетровые южных морей Советского Союза. – М.: Издательство Пищевая промышленность // Труды ВНИРО 1964. Сб. 2. Т. LIV. с. 113-136
 26. Тихий М.И. Гидротехнические сооружения и интересы рыбного хозяйства. – Л.: Отд. Отт. Труды второго гидрологического съезда. 1930. с. 435-444
 27. Шаронов И.В. Расширение ареала некоторых рыб в связи с зарегулированием Волги. Волга 1 проблемы изучения и рационального использования биологических ресурсов водоемов. АН СССР. ИБВВ. Материалы первой конференции по изучению водоемов бассейна Волги. – Куйбышев: Куйбышевское книжное издательство. 1971. с. 226-232

LITERATURE AND SOURCES

1. Berg L.S. (1934). Problems of fisheries of the Volga-Caspian Sea and the Turkmen SSR. Reports on fisheries at recent sessions and conferences of the USSR Academy of Sciences. "For the fishing industry of the North" No. 1. Pp. 33-34. (In Russ.)
2. Berdichevsky L.S. (1971). Volga and fish productivity of the Caspian Sea in conditions of deterioration of the aquatic and hydrobiological regime // Volga 1 problems of studying and rational use of biological resources of reservoirs. USSR Academy of Sciences, IBVV, materials of the first conference on the study of reservoirs of the Volga basin. – Kuibyshev: Kuibyshev Book Publishing House. Pp. 209-221. (In Russ.)
3. Bolkhovityanov V. (1930). On the raw materials of the Volga-Caspian region and the catch plan for 1931 // Bulletin of fisheries No. 1-12. – Moscow: Publishing Bureau Institute of Fisheries of the NKZ RSFSR. Pp. 13-15. (In Russ.)
4. Buturin N.V., Monakov A.V. (1984). Modern ideas about biological resources and water quality of the Volga and its reservoirs // Biological productivity and water quality of the Volga and its reservoirs. USSR Academy of Sciences. – IBVV M.: Nauka Publishing House. Pp. 20-25. (In Russ.)
5. Voropaev G.V., Velikanov A.L. (1984). Problems of the Volga water management system. // Biological

- productivity and water quality of the Volga and its reservoirs. – USSR Academy of Sciences, Moscow: Nauka Publishing House. Pp. 6-19. (In Russ.)
6. Gerbilsky N.L. (1951). Biological bases and methods of planned reproduction of sturgeons in connection with hydraulic engineering // L.: Bulletin of LSU. No.9. pp. 35-58. (In Russ.)
 7. Gorbunov K.V. (1971). Reservoirs of the Volga delta, their appearance, regime and evolution // Volga 1 problems of studying and rational use of biological resources of reservoirs. USSR Academy of Sciences, IBVV, materials of the first conference on the study of reservoirs of the Volga basin. – Kuibyshev: Kuibyshev Book Publishing House. Pp.74-81. (In Russ.)
 8. Gordeev N.A., Ilyina L.K. (1978). Features of natural reproduction of fish populations in reservoirs of the Volga-Kama cascade // Theoretical aspects of fisheries research of reservoirs. USSR Academy of Sciences. L.: Nauka Publishing House. Proceedings of the IBVV. Issue 32 (35). Pp. 8-21. (In Russ.)
 9. Gurvich L.I. (1929). Economics of fisheries in the Volga-Caspian region. Part 1. – M.: Publication of the Scientific Institute of Fisheries. vol. 4. 239 p. (In Russ.)
 10. Gurevich G.M., Lopatin S.Z. (1962). Extraction of fish and sea animals in the Caspian basin. Statistical reference book. – Astrakhan: 175 p. (In Russ.)
 11. Zemlyanov I.V. (2010). Analysis of the environmental consequences of the exploitation of the Volgograd reservoir for the conservation of biodiversity of the main wetlands of the Lower Volga // Federal Service for Hydrometeorology and Environmental Monitoring (ROSHYDROMET). Federal State University “N.N. Zubov State Oceanographic Institute (Federal State University “GOIN”). Report on research work under Contract No. 020/009 dated May 12, 2009 (final). (UNDP/GEF project 00047701 “Conservation of the biodiversity of wetlands of the Lower Volga”. Component 2 “Strengthening institutional and legal capacity, intersectoral mechanisms for the conservation of biodiversity of the Lower Volga River Basin”, as part of the implementation of measures in the direction 2.4. “Adaptation of the operation regime of the Volgograd reservoir to the needs of the conservation of biodiversity of the Lower Volga River Basin”). – M.: GOIN. Pp. 71-72. (In Russ.)
 12. Zubrik K.M. (1963). Possible use of the Volga-Akhtuba floodplain for reproduction and increase of stocks of passing fish in the Caspian Sea // Problems of the Caspian Sea. – Baku: Publishing House of the Academy of Sciences of the Azerbaijan SSR, materials of the All-Union Meeting on the problems of the Caspian Sea. Pp. 182-184. (In Russ.)
 13. Kazanova I.I., Khaldinova N.A. (1940). Places and conditions of spawning of Caspian herring in the Volga delta (according to the distribution of their eggs and larvae) // Tr. VNIRO. Vol. 14. Pp.77-108. (In Russ.)
 14. Kizina L.P. (1984). Distribution of commercial fish in the lower reaches of the Volga delta // Biological productivity and water quality of the Volga and its reservoirs. USSR Academy of Sciences, Moscow: Nauka Publishing House. Pp. 231-233. (In Russ.)
 15. Kiselyevich K.A. (1922). Annual report of the Astrakhan Ichthyological Laboratory for 1921 // Proceedings of the Astrakhan Ichthyological Laboratory. Vol. 5. Issue 2. 152 p. (In Russ.)
 16. Kondratiev T.M. (1958). Whitefish ludoga in the Rybinsk reservoir // Bulletin of the Institute of Biology of Reservoirs. – M.-L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences. No. 2. p. 60 (In Russ.)
 17. Korobochkina Z.S. (1964). The main stages of the development of the sturgeon fishery in the Caspian basin // Sturgeon of the southern seas of the Soviet Union (Biology, fishery, reproduction). Proceedings of VNIRO. Sat. 1. Vol. LII. Pp. 59-86. (In Russ.)
 18. Krzhizhanovsky G.M. (1934). Problems of socialist reconstruction and development of the Volga-Caspian basin // USSR Academy of Sciences Proceedings of the November session of 1933. 1934 Problems of the Volga-Caspian Sea. – L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences. vol. 1. Pp. 1-17. (In Russ.)
 19. Marti Yu.Yu. (1964). Sturgeon of the southern seas of the Soviet Union. (Biology, fishery, reproduction) // Proceedings of VNIRO. Collection 1. Vol. LII. 411 p. (In Russ.)
 20. Meyen V.A. (1941). Ways of reproduction of the Volga passage fish. Reproduction of passing and semi-passing fish. // Proceedings of VNIRO. Vol. 16. Pp. 3-12. (In Russ.)
 21. Mirzoyan A.V., Khodorevskaya R.P. (2017). Biodiversity of objects of aquatic biological resources of the Volga-Caspian fisheries basin. Aquatic biological resources and their rational use. // Bulletin of the AGTU. A series of fisheries. No. 4. Pp. 49-60. (In Russ.)
 22. Pavlov A.V. (1964). Materials on the course and composition of the sturgeon herd in the Volga River in 1958-1962. (KaspNIRO). Sturgeon of the southern seas of the Soviet Union. // Proceedings of VNIRO. Collection 2. Vol. LIV. Pp. 137-159. (In Russ.)
 23. Podlesny A. (1930). Statistical Department. The results of the spring putina of 1929 in the Volga-Caspian region – M., Publishing Bureau of the Institute of Fisheries // Bulletin of Fisheries. No. 1. Pp. 42-43. (In Russ.)
 24. Sushkina A.P. (1940). Feeding of larvae of passing herring in the Volga River. Materials on the biology of herring of the Northern Caspian Sea. – M.-L.: Pishchepromizdat // Proceedings of the Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography. Vol. 14. Pp. 171-208. (In Russ.)
 25. Tanasiychuk V.S. (1964). Spawning of sturgeon fish below Volgograd in 1957-1960. (KaspNIRO). Sturgeon of the southern seas of the Soviet Union. – M.: Publishing House Food industry // Proceedings of VNIRO. Sat. 2. T. LIV. Pp. 113-136. (In Russ.)
 26. Tikhy M.I. (1930). Hydraulic structures and interests of fisheries. – L.: Ed. Proceedings of the Second Hydrological Congress. Pp. 435-444. (In Russ.)
 27. Sharonov I.V. (1971). The expansion of the range of some fish in connection with the regulation of the Volga. Volga 1 problems of studying and rational use of biological resources of reservoirs. USSR Academy OF Sciences. IBVV. Materials of the first conference on the study of reservoirs of the Volga basin. – Kuibyshev: Kuibyshev Book Publishing House. Pp. 226-232. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 04.03.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 25.03.2024



Характеристика нерестовой миграции рыб в реках бассейна Куршского залива на примере реки Промысловая

Научная статья

УДК 597.5:591.543.43(470.26)(06)

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-71-78

Алдушин Андрей Викторович – кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, Калининградский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «КГТУ»), Калининград, Россия

E-mail: aldushin@klgtu.ru

Алдушина Юлия Казимировна – кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, Калининградский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «КГТУ»), Калининград, Россия

E-mail: yuliya.aldushina@klgtu.ru,

Бурбах Анна Сергеевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры водных биоресурсов и аквакультуры, Калининградский государственный технический университет, Калининград, Россия

E-mail: anna.burbakh@klgtu.ru

Калининградский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «КГТУ»)

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

Аннотация. Проведена оценка нерестовой миграции рыб в р. Промысловой на основании комплексного подхода, включающего совместное использование гидроакустических комплексов и контрольных обловов ставными и плавными сетями, за исследуемый весенний период. Ихтиоценоз р. Промысловой представлен 20 видами. В основном это лещ, плотва, густера, ерш, уклейка. В 2021 г. размерные группы от 8 до 20 см составляли плотва и густера. Среди рыб с длиной 23–28 см преобладали плотва, лещ, рыбец, окунь речной. Лещ доминировал в размерных группах более 28 см. Массовая нерестовая миграция отмечается при прогреве воды выше 12 °С. В 2022 г. отмечено уменьшение размерного ряда рыб и доминирующих размерных групп. В 2021 г. основная миграционная активность приходилась на сумеречное и ночное время, а в 2022 г. был выявлен

более равномерный суточный ход. В 2022 г. отмечено практически двукратное снижение общей численности проходных рыб по сравнению с 2021 г., ввиду значительного падения численности мигрирующего леща, что обусловлено изменениями условий нереста в устьевой и приустьевой частях реки и залива.

Ключевые слова: р. Промысловая, гидроакустический метод, ихтиоценоз, видовая и размерная структура, абсолютная численность

Для цитирования: Алдушин А.В., Алдушина Ю.К., Бурбах А.С. Характеристика нерестовой миграции рыб в реках бассейна Куршского залива на примере реки Промысловая // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 71-78. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-71-78

CHARACTERISTICS OF SPAWNING MIGRATION OF FISH IN RIVERS OF THE CURONIAN LAGOON BASIN ON THE EXAMPLE OF THE PROMYSLOVAYA RIVER

Andrey V. Aldushin – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Kaliningrad State Technical University (KSTU), Kaliningrad, Russia

Yuliya K. Aldushina – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Kaliningrad State Technical University (KSTU), Kaliningrad, Russia

Anna S. Burbakh – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Aquatic Bioresources and Aquaculture, Kaliningrad State Technical University (KSTU) Kaliningrad, Russia

Kaliningrad State Technical University (KSTU)

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

Annotation. The assessment of the spawning migration of fish in the Promyshlovaya River was carried out on the basis of an integrated approach, including the joint use of sonar complexes and control catches with set of fixed nets and smooth nets in the spring period during the study period. The ichthyocenosis of the Promyslovaya River is represented by 20 species, the basis of which is bream, roach, silver bream, ruff and bleak. In 2021, roach and silver bream account for size groups from 8 to 20 cm. Among fish with a length of 23-28 cm prevail roach, bream, vimba and perch. Bream prevails in size groups of more than 28 cm. Mass spawning migration is observed when the water is heated above 12 °C In 2022, there was a decrease in the size range and the dominant size groups. In 2021, the main migration activity occurred at twilight and night, and in 2022 migration was more smooth. In 2022, there was an almost twofold decrease in the total number of passing fish compared to 2021 due to a significant drop in the number of migrating bream, due to changes in spawning conditions in the estuarine and estuarine parts of the river and bay.

Keywords: Promyshlovaya river, hydroacoustic method, ichthyocenosis, species structure, size structure, the absolute abundance

For citation: Aldushin A.V., Aldushina Y.K., Burbakh A.S. Characteristics of spawning migration of fish in rivers of the Curonian lagoon basin on the example of the Promyslovaya river // Fisheries. 2024. № 2. Pp. 71-78. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-71-78

Рисунки – авторские / The drawings were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Управление промыслом и оценка численности рыб, заходящих на нерест в р. Промысловую, невозможны без проведения соответствующего мониторинга. Изучение интенсивности нерестовых миграций представителей рыбного сообщества, их каче-

ственного и количественного состава, условий нереста – все это играет важную роль в регулировании и прогнозировании возможных уловов данных видов, однако получение указанной информации достаточно затруднено практической реализацией, особенно если речь идет о применении традиционных



Рисунок 1. Места проведения контрольных обловов и местоположение гидроакустического створа на р. Промысловой

Figure 1. Locations of control fisheries and the location of the hydroacoustic point on the Promyslovaya River

подходов, сложившихся в рыбохозяйственных исследованиях.

Между тем, перечисленные факторы оказывают значительное влияние на учет, зашедших на нерест, рыб и величину их возможного вылова. В современных условиях научным сообществом ведется поиск новых методов исследований, позволяющих решить указанные проблемы. В последние годы широко применяются гидроакустические комплексы, которые позволяют оперативно проводить оценку состояния водных биоресурсов в определенный момент времени и осуществлять их количественный учет. На реках для указанных целей применяются системы горизонтального зондирования, осуществляющие сканирование сечения реки и позволяющие восстанавливать распределение силы цели и определять направление перемещений рыб относительно течения реки – вверх или вниз [1; 2; 3].

Несмотря на то, что используемые для решения указанных задач научные эхолоты и гидроакустические комплексы на их основе позволяют вести количественный учет проходящих рыб через сечение реки, которое подвергается сканированию звуковыми волнами, нерешенным остается вопрос их видовой идентификации и размерных характеристик. В связи с этим для решения указанной задачи должны применяться другие методики получения информации, которые бы позволяли провести комплексную оценку нерестовой миграции и последующую оценку запасов рыбных ресурсов.

Оценка видового и размерного состава, заходящих на нерест рыб, осуществлялась на основании контрольных обловов, которые проводились выше по течению в непосредственной близости (50-100 м) от расположения гидроакустического комплекса, а также – в местах предполагаемых нерестилищ. Данные контрольных обловов позволили сопоставить их с данными

гидроакустических наблюдений, что, в свою очередь, позволило оценить видовые и размерные структуры гидробионтов, оценить интенсивность их миграции и получить абсолютные количественные значения ихтиоценоза.

В настоящее время применение подобного комплексного подхода апробировано в бассейне Вислинского залива Балтийского моря на р. Прохладной [4; 5], а также представлены первые результаты исследований по р. Промысловой в 2017 г. [6].

Целью настоящей работы являлось применение комплексного подхода к оценке нерестовой миграции рыб р. Промысловой в исследуемый период.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Материалом для настоящей работы послужили результаты гидроакустических и ихтиологических исследований, проведенных кафедрой водных биоресурсов и аквакультуры ФГБОУ ВО «КГТУ» на внутренних водоемах Калининградской области в весенний период в 2018, 2021 и 2022 годах. Количественная оценка, заходящих на нерест рыб, проводилась гидроакустическим комплексом NetCor, позволяющим определять направление их движения и восстанавливать размерный состав рыб [7]. Последнее рассчитывалось на основании уравнения для бокового ракурса [8]:

$$TS = 24,2 \log L - 68,3 + d,$$

где TS – сила цели, дБ; L – длина, см; d – поправка при разных, используемой и референтной, частотах.

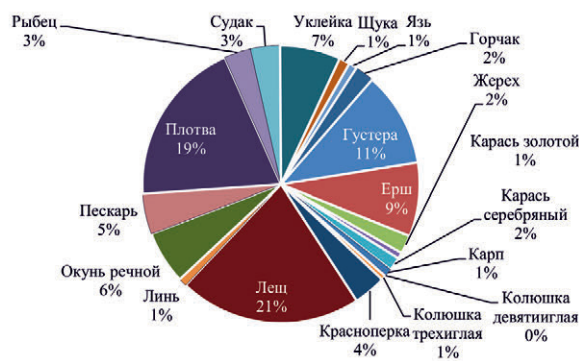


Рисунок 2. Видовая структура ихтиоценоза р. Промысловой (по данным контрольных обловов ставными сетями) по численности, %

Figure 2. The species structure of the ichthyocenosis of the Promyslovaya river (according to the data of control catches by fixed nets) by number, %

Видовая и размерная идентификация, регистрируемых гидроакустическим комплексом рыб, осуществлялась путем проведения обловов жаберными сетями с разным шагом ячеи (от 10 до 80 мм) на различных участках реки. Выше по течению, относительно места установки гидроакустического комплекса, в периоды пиковой активности нерестовой миграции рыб были проведены контрольные обловы плавными одностенными сетями с шагом ячеи 40-70 мм. Помимо этого, были проведены обловы ставными сетями с шагом ячеи 10-80 мм на нерестилищах, с целью получения структурных характеристик нерестящихся особей. Дополнительно были проведены обловы в районе устья реки, чтобы сопоставить видовой состав рыб и выявить виды, мигрирующие из Куршского залива в р. Промысловую. Всего за рассматриваемый период проведено более 650 обловов, из них сплавными сетями – порядка 100. Схема расположения гидроакустического створа и мест проведения контрольных обловов представлена на рисунке 1. Сбор и обработка ихтиологических материалов осуществлялась в соответствии с общепринятыми методиками ихтиологических исследований [9].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Ихтиоценоз р. Промысловой представлен 20 видами, среди которых ежегодно основу по численности составляли лещ, плотва, густера, ерш, уклейка (рис. 2). В нижней зоне,

которая подвергалась гидроакустическому сканированию, основу уловов плавных сетей в 2018 и 2021 годах наблюдений составляли два вида: лещ и густера, реже отмечались окунь и плотва, другие виды рыб встречались штучно. В 2022 г. лещ в уловах практически отсутствовал, а доминирующим по численности видом была густера, что может быть связано с заилинием устьевой части реки и низким уровнем воды в ней (рис. 3).

Анализ размерно-видовой структуры рыб, по результатам проведенных в 2018 и 2021 годах контрольных обловов, на р. Промысловой позволил выявить, что основная доля по численности в уловах среди размерных групп от 8 до 20 см приходится на плотву и густеру, а размерные группы от 28 до 43 см представлены в подавляющем большинстве исключительно лещом. Среди рыб с длиной тела 23-28 см преобладают в основном плотва, лещ, рыбец, окунь речной (рис. 4).

В 2022 г. размерно-видовая структура претерпела значительные изменения, связанные, прежде всего, со снижением доли численности леща в уловах плавных сетей (рис. 5).

Данные о видовой и размерно-видовой структуре ихтиоценоза, представленные выше, послужили основой для анализа и сопоставления результатов гидроакустических исследований.

Результаты проведенных исследований показывают, что заход рыбы в реку сопровождался разной его продолжительностью и интенсивностью. В 2021-2022 годах основная ми-

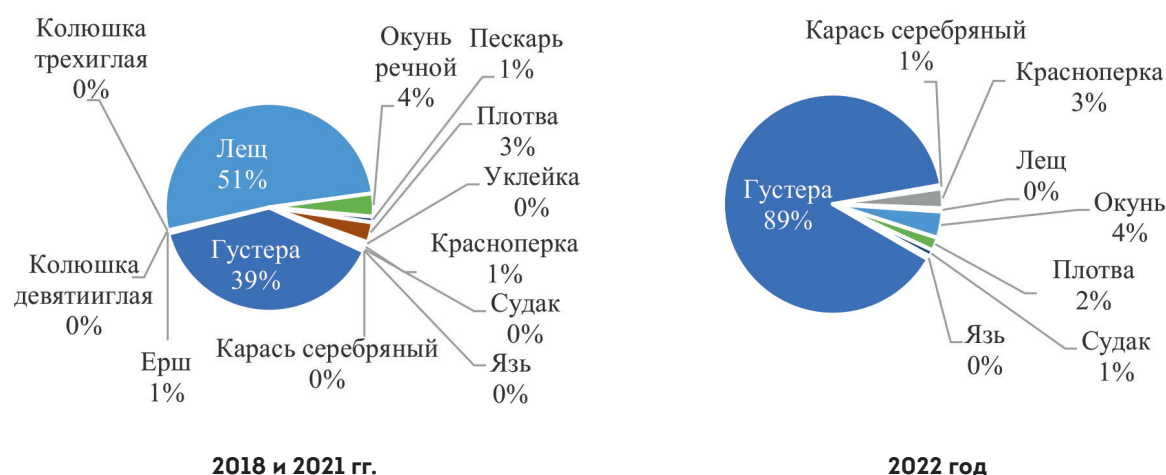


Рисунок 3. Видовая структура ихтиоценоза р. Промысловой (по данным обловов плавными сетями в 2018, 2021 и 2022 годах) по численности, %

Figure 3. The species structure of the ichthyocenosis of the Promyshlovaya river (according to the data of control catches by smooth nets in 2018, 2021 and 2022) by number, %

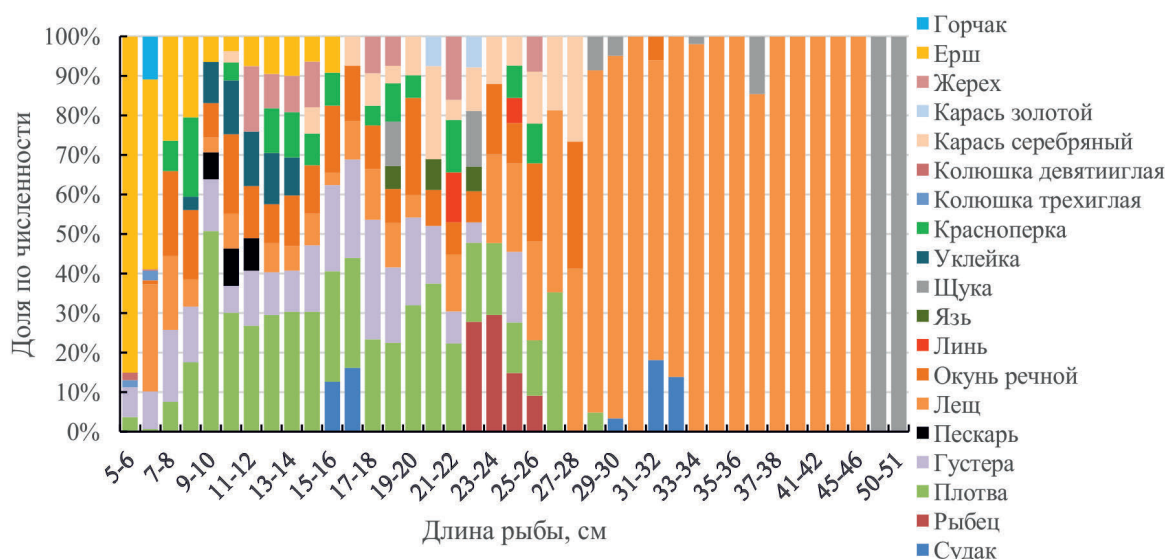


Рисунок 4. Размерно-видовая структура ихтиоценоза р. Промысловой по данным контрольных обловов в 2018, 2021 годах

Figure 4. The size and species structure of the ichthyocenosis of the Promyslovaya River according to the data of control catches by fixed nets in 2018, 2021

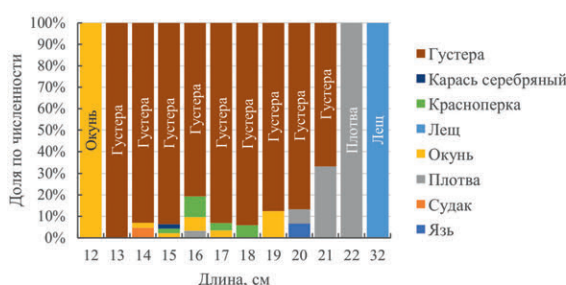


Рисунок 5. Размерно-видовая структура ихтиоценоза р. Промысловой по данным обловов плавными сетями в 2022 году

Figure 5. The size and species structure of the ichthyocenosis of the Promyslovaya River according to the data of control catches by smooth nets in 2022

грационная активность приходилась на вторую декаду мая и характеризовалась «волнообразным» заходом рыбы. В 2018 г. за 7-дневный период наблюдения наибольшая интенсивность хода пришлась на начало мая (рис. 6).

Интенсивность нерестовой миграции в суточной динамике имела значительные флуктуации, которые зависят от многих абиотических факторов, таких как: температура воды и воздушных масс, сила и направление ветра, солнечная активность, уровень воды. Соотнесение интенсивности захода рыбы в реку с температурой воды позволяет сделать вывод о влиянии данного фактора на начало миграционной ак-

тивности рыб. Массовый их ход фиксировался при прогреве воды выше 12 °С. Последующие колебания температуры, выше указанной величины, оказывают меньшее влияние на интенсивность нерестовых миграций и их продолжительность, на которые, вероятнее всего, влияют в большей степени уже другие факторы (рис. 7).

По силе отраженного сигнала, за рассматриваемый период наблюдений, была определена размерная структура мигрирующих рыб. В 2021 г. выделялись следующие три модальные группы: -34,7 – -33,5 дБ; -33,2 – -32,3 дБ; -32,3 – -30,2 дБ. Несколько иная картина наблюдалась в 2022 г.: здесь отмечалась достаточно обширная по количеству, по-

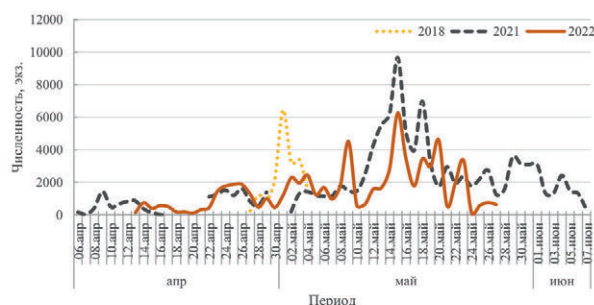


Рисунок 6. Интенсивность нерестового хода рыб в р. Промысловой

Figure 6. The intensity of fish migration in the Promyslovaya river by years

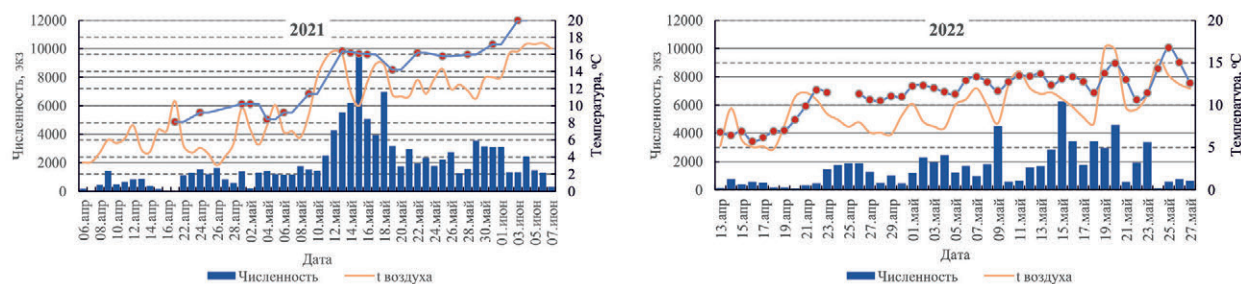


Рисунок 7. Динамика изменения температурных условий и хода рыбы в р. Промысловой
Figure 7. Dynamics of changes in temperature conditions and fish migration in the Promyslovaya river

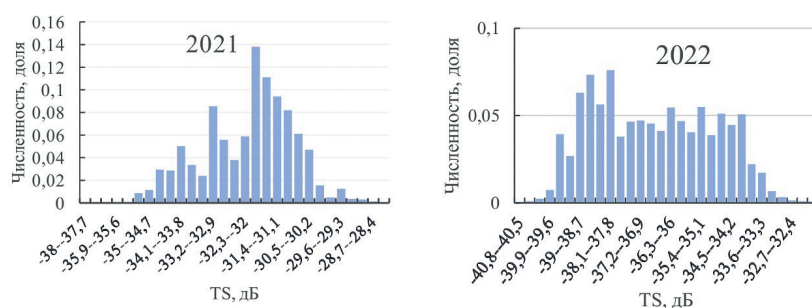


Рисунок 8. Распределение силы цели (TS) мигрирующих рыб по данным гидроакустических исследований на р. Промысловой в 2021-2022 годах

Figure 8. Distribution of target force (TS) of migrating fish according to hydroacoustic studies on the Promyslovaya River in 2021-2022

падающих в нее, значений силы цели группа -37,8 – -33,9 дБ, а также две более «узких» по количеству значений группы – -39 – -37,8 дБ и -39,6 – -39,0 дБ (рис. 8). Переход от значе-

ний силы цели к линейным характеристикам рыб осуществлялся по уравнению [8] (рис. 9). Таким образом, с учетом пересчета силы отраженного сигнала на длину рыбы, три группы, выделенные ранее в 2021 г., будут иметь следующие значения: 24-27 см, 27-30 см и 30-36 см, в 2022 – 18-26 см, 16-18 см и 15-16 см.

Анализ суточной динамики хода рыбы в два смежных года (2021-2022 гг.) показал существенные различия между ними. В 2021 г. основная миграционная активность приходилась на сумеречное и ночное время; 2022 г. напротив характеризовался более равномерным суточным ходом рыбы с некоторым увеличением его интенсивности в ночные и дневные (с 13 до 17 часов) часы и снижением в утренние и ранние вечерние (рис. 10).

Полученная, в результате проведения гидроакустических исследований, информация, наряду с другими данными (температурные условия, данные контрольных обловов, биологические особенности фиксируемых в уловах видов рыб), позволяет сделать ряд следующих выводов. Так, в 2021 г. с начала апреля по начало мая наблюдался ход окуня, плотвы и рыба, при этом гидроакустическим комплексом в указанный период регистрировались в основном размерные группы 21-30 см. С 6 мая можно отметить начало хода леща, пик миграций пришелся на период с 12 по 19 мая, регистрируемые размеры рыб, в пересчете на длину, составляли 27-39 см, что также отмечалось

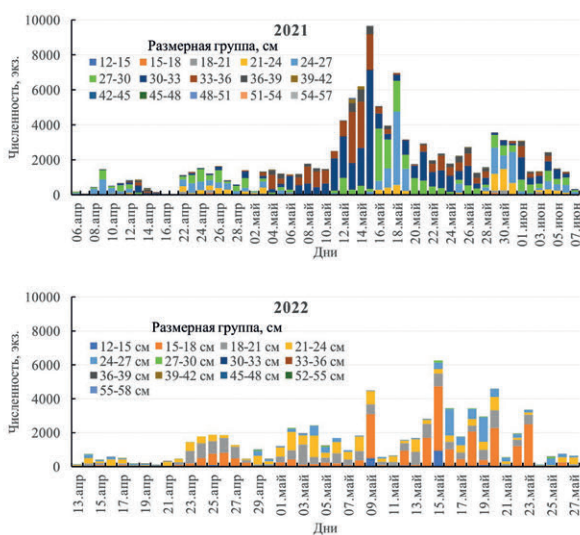


Рисунок 9. Размерная структура мигрирующих рыб, по данным гидроакустических исследований на р. Промысловой в 2021-2022 годах

Figure 9. The size structure of fish migrating according to hydroacoustic studies on the Promyslovaya River in 2021-2022

Таблица. Количество мигрировавших рыб в р. Промысловую в 2021-2022 годах /
Table. The number of fish that migrated to the Promyshlennaya River in 2021-2022

Численность, экз.	2021	2022
Все виды рыб	113 290	69 649
Лещ	68 396	3 000
Густера	29 386	28 713

и в уловах ставных сетей. С 29 мая гидроакустическим комплексом отмечались размеры особей 21-27 см, что в совокупности с видовой структурой ихтиоценоза и другими факторами свидетельствует о ходе густеры в указанные сроки.

В 2022 г. период с 23 по 27 апреля пришелся на ход окуня и плотвы с, регистрируемыми комплексом NetCor, размерами рыб 15-24 см с преобладающими длинами особей 15-21 см. Появление с 29 апреля размерных групп выше 27-30 см свидетельствует о ходе леща в указанный период, при этом отмечается его низкая интенсивность и продолжительность. Вторая волна захода леща пришлась на период с 15 по 25 мая и также характеризовалась слабой миграционной активностью. При этом можно отметить активный заход густеры с преобладающей размерной группой 15-21 см, который начался в конце первой декады мая и продолжался до 23 мая включительно.

Анализ количественной оценки прошедших через сканируемое гидроакустическим комплексом сечение р. Промысловой особей показывает уменьшение общей численности проходных рыб в 2022 г. почти в два раза по сравнению с 2021 годом. Такая разница вызвана в основном значительным сокращением мигрирующих с залива в реку особей леща, так как второй по численности (по данным обловов) вид – густера – за два смежных года имеет схожие показатели количества, прошедших через сканируемое сечение реки особей (табл.). Снижение доли леща, отмечаемое как в размерной структуре по данным гидроакустических исследований, так и в уловах, свидетельствует об изменении условий нереста в 2022 г., прежде всего, –

в устьевой и приустьевой частях реки и залива соответственно.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты исследований показывают, что представленный в работе комплексный подход, включающий в себя использование гидроакустических средств и проведение контрольных обловов сетными орудиями лова на различных участках реки, позволяет дать качественную и количественную характеристику мигрирующих на нерест рыб, суточную и многодневную динамику хода, которые играют важную роль при оценке возможных объемов добычи водных биоресурсов, а также – при оперативном управлении их промыслом.

Более того, это позволяет определить текущие условия их нерестовых миграций и воспроизводства, а также – сопоставить полученные результаты с данными количественных оценок воспроизводства рыб, полученных по стандартным методикам [10; 11].

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов в работу: Алдушин А.В. – идея работы, сбор и анализ данных, построение инфографики, подготовка статьи (материалы и методы исследований, результаты исследований и их обсуждение); Алдушина Ю.К. – идея работы, подготовка текста статьи (введение, заключение, результаты исследований и их обсуждение), построение инфографики; Бурбах А.С. – построение инфографики, подготовка статьи (материалы и методы исследований, результаты исследований и их обсуждение) окончательная проверка статьи.

*The authors declare that there is no conflict of interest.
 The authors' contribution to the work: Aldushin A.V. – the idea of the work, data collection and analysis,*

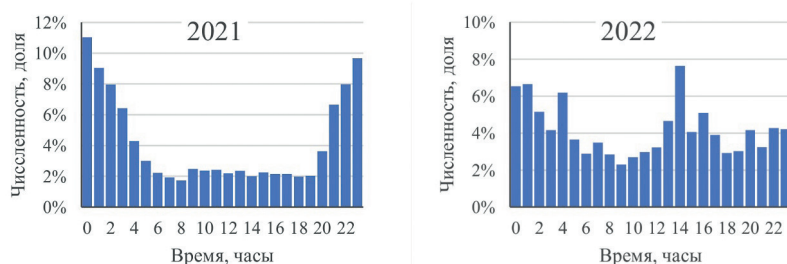


Рисунок 10. Суточная динамика хода рыбы по данным гидроакустических исследований на р. Промысловой в 2021-2022 годах

Figure 10. Daily dynamics of fish migration according to hydroacoustic studies on the Promyshlovaya River in 2021-2022

construction of infographics, preparation of the article (research materials and methods, research results and their discussion); **Aldushina Y.K.** – the idea of the work, data collection and analysis, preparation of the article (introduction, conclusion, research results and their discussion), construction of infographics; **Burbakh A.S.** – construction of infographics, preparation of the article (introduction, conclusion, research results and their discussion), the final verification of the article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Малых К.М., Демченко Д.В., Дубынин В.А., Коваленко М.Н. Оценка численности мигрирующих на нерест производителей нерки (*Oncorhynchus nerka*) стада р. Озерной гидроакустическим методом // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2020. № 56. С. 63-73
2. Борисенко Э.С., Павлов Д.С., Кузищин К.В. Гидроакустические исследования анадромной миграции микижи *Parasalmo mykiss* (Salmonidae) р. Квачина (Западная Камчатка) // Вопросы ихтиологии. 2022. Т. 62. № 6. С. 770-780
3. Герасимов Ю. В. [и др.] Плотность и распределение рыб в р., с ярко выраженной гетерогенностью среды, по результатам гидроакустической съемки // Биология внутренних вод. 2019. № 2. Вып. 2. С. 68-74.
4. Алдушин А.В., Новожиллов О.А. Гидроакустическая оценка условий нерестовых миграций рыб на примере р. Прохладной Калининградской области // Рыбное хозяйство. 2023. № 6. С. 110-113. DOI 10.37663/0131-6184-2023-6-110-114. EDN VTNQOZ
5. Алдушин А.В. Алдушина Ю.К. Характеристика нерестового хода рыб рек бассейна Вислинского залива на примере р. Прохладной // Известия КГТУ. 2024 DOI 10.46845/1997-3071-2024- 72-11-25
6. Шибаев С.В., Соколов А.В., Алдушин А.В., Дегтев А.И., Новожиллов О.А., Барановский П.Н., Серпунин Г.Г., Саускан В.И. Оценка воспроизводительной способности и возможного эффекта рыбохозяйственной мелиорации на примере р. Промысловой бассейна Куршского залива // Известия КГТУ. 2019. № 55. С. 145-160
7. Дегтев А.И. [и др.] Количественная оценка проходных рыб гидроакустическим методом на мелководных водотоках // Рыбное хозяйство. 2007. № 6. С.102
8. J. Lilja [et al.] Side-aspect target strength of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), whitefish (*Coregonus lavaretus*), and pike (*Esox lucius*) // Aquatic Living Resources. 2000. V. 13. Pp. 355-360
9. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных) – М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
10. Шибаев С.В., Новожиллов О.А., Федотова Т.С. Первые результаты количественной оценки воспроизводства леща в р. Промысловой бассейна Куршского залива // IX Балтийский морской форум: материалы. – Калининград, 2021. Т. 3. С. 180-184
11. Шибаев С.В. [и др.] Оценка воспроизводительной способности и возможного эффекта рыбохо-

зяйственной мелиорации на примере р. Промысловой бассейна Куршского залива // Известия КГТУ. 2019. № 55. С. 145-160

LITERATURE AND SOURCES

1. Malyh K.M., Demchenko D.V., Dubynin V.A., Kovalenko M.N. (2020). Estimation of the number of sockeye salmon (*Oncorhynchus nerka*) herds migrating to spawn in the Ozernaya River by hydroacoustic method // Research of aquatic biological resources of Kamchatka and the Northwestern Pacific Ocean. №56. Pp. 63-73. (In Russ.)
2. Borisenko E.S., Pavlov D.S., Kuzishchin K.V. (2022). Hydroacoustic studies of anadromous migration of the mykizhi *Parasalmo mykiss* (Salmonidae) of the Kvachina River (Western Kamchatka) // Questions of ichthyology. V62. № 6. Pp. 770-780. (In Russ.)
3. Gerasimov Yu.V., Borisenko E.S., Bazarova M.I., Stolbunova I.A. (2019). Density and Distribution of Fish in the River with a Pronounced Heterogeneity of the Environment: Hydroacoustic Survey // Biology of inland waters. No. 2. Issue 2. Pp. 68-74. (In Russ.)
4. Aldushin A.V., Novozhilov O.A. (2023). Hydroacoustic assessment of the conditions of spawning migrations of fish on the example of the river Cool Kaliningrad region // Fisheries. No. 6. Pp. 110-113. DOI 10.37663/0131-6184-2023-6-110-114. EDN VTNQOZ. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Aldushin A.V., Aldushina Yu.K. (2024). Characteristics of the fish spawning migration in the rivers of the Vistula Lagoon basin on the example of the Prokhladnaya River. Izvestiya KGTU. No. 72. Pp. 11-25. DOI 10.46845/1997-3071-2024-72-11-25. (In Russ.)
6. Shibaev S.V., Sokolov A.V., Aldushin A.V., Degtev A.I., Novozhilov O.A., Baranovsky P.N., Serpunin G.G., Sauskan V.I. (2019). Assessment of reproductive capacity and possible effect of fishery reclamation on the example of the Commercial river basin of the Curonian Lagoon // News of KSTU. No. 55. Pp. 145-160. (In Russ.)
7. Degtev A.I. [et al.]. (2007). Quantitative assessment of passing fish by the hydroacoustic method in shallow watercourses // Fisheries. № 6. Pp. 102. (In Russ.)
8. J. Lilja [et al.]. (2000). Side-aspect target strength of Atlantic salmon (*Salmo salar*), brown trout (*Salmo trutta*), whitefish (*Coregonus lavaretus*), and pike (*Esox lucius*) // Aquatic Living Resources. V. 13. Pp. 355-360
9. Pravdin I.F. (1966). Guidelines for the study of fish (mainly freshwater) – M.: Food industry. 376 p. (In Russ.)
10. Shibaev S.V., Novozhilov O.A., Fedotova T.S. (2021). The first results of quantitative assessment of bream reproduction in the Commercial river basin of the Curonian Lagoon // IX Baltic Marine Forum: materials. Kaliningrad. Vol. 3. Pp. 180-184. (In Russ.)
11. Shibaev S.V. [et al.]. (2019). Assessment of the reproductive capacity and possible effect of fisheries reclamation on the example of the Commercial river basin of the Curonian Lagoon // Izvestiya KGTU. № 55. Pp. 145-160. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 07.02.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 20.02.2024



Биологические показатели доминирующих видов рыб в северной части Аграханского залива Каспийского моря

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-79-87

Научная статья
УДК 574.52:639.2.053.3

Рабазанов Нухкади Ибрагимович – доктор биологических наук, руководитель, Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук, Заведующий кафедрой ихтиологии, Дагестанский государственный университет (ДГУ), Махачкала, Россия
E-mail: rnuh@mail.ru

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

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

Адреса:

1. Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук – Россия, Республика Дагестан, 367000, г. Махачкала, ул. М. Гаджиева, д. 45
2. Дагестанский государственный университет – Россия, Республика Дагестан, 367000, Махачкала, ул. Гаджиева, д. 43а
3. Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО») – Россия, 105187, Москва, Окружной проезд, д. 19
4. Северо-Восточный государственный университет – Россия, 685000, Магадан, ул. Портовая, д. 13
5. Государственный природный биосферный заповедник «Дагестанский» – Россия, Республика Дагестан, 367010, Махачкала, ул. Гагарина, д. 120

Аннотация. На основе ихтиологических материалов, собранных в 2022-2023 гг. в северной части Аграханского залива Каспийского моря, рассматриваются биологические показатели серебряного карася, красноперки, сазана, воблы, леща. Показано, что в рассматриваемой части Каспийского моря в настоящее время, несмотря на некоторое снижение биологических показателей, состояние группировок доминирующих видов рыб благополучное.

Ключевые слова: северная часть Аграханского залива, серебряный карась, красноперка, сазан, вобла, лещ, возраст, длина, масса

Для цитирования: Рабазанов Н.И., Смирнов А.А., Бархалов Р.М. Биологические показатели доминирующих видов рыб в северной части Аграханского залива Каспийского моря // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 79-87. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-79-87

BIOLOGICAL INDICATORS OF THE DOMINANT FISH SPECIES IN THE NORTHERN PART OF THE AGRAKHAN BAY OF THE CASPIAN SEA

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

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

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

Addresses:

1. Caspian Institute of Biological Resources of Dagestan Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences – 367000, Republic of Dagestan, Makhachkala, M. Gadzhieva str., 45
2. Dagestan State University – Россия, 367000, Republic of Dagestan, Makhachkala, Gadzhieva str., 43a
3. Russian Federate Research Institute of Fisheries and Oceanography (VNIRO Federal State Budgetary Institution) – Россия, 105187, Moscow, Okruzhny Proezd, 19
4. Northeastern State University – Россия, 685000, Magadan, Portovaya str., 13
5. Dagestan State Natural Biosphere Reserve – Россия, Republic of Dagestan, 367010, Makhachkala, Gagarina str., 120

Annotation. Based on ichthyological materials collected in 2022-2023 in the northern part of the Agrakhan Bay of the Caspian Sea, biological indicators of silver carp, rudd, carp, roach, bream are considered. It is shown that in the considered part of the Caspian Sea, at present, despite a slight decrease in biological indicators, the condition of the groups of dominant fish species is favorable.

Keywords: the northern part of the Agrakhan Bay, silver carp, rudd, carp, roach, bream, age, length, weight

For citation: Rabazanov N.I., Smirnov A.A., Barkhalov R.M. Biological indicators of the dominant fish species in the northern part of the Agrakhan Bay of the Caspian Sea // Fisheries. 2024. № 2. Pp. 79-87. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-79-87

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

В пополнении запасов промысловых видов рыб Каспийского бассейна значительное место занимают прибрежные районы Дагестанского побережья, включая Кизлярский и Аграханский заливы. Рассматриваемый

район является высокопродуктивным биологическим участком моря, где проходят пути миграций и расположены места нереста и нагула ценных промысловых рыб [1; 2; 3; 4].

Расположенный в рассматриваемом районе, Аграханский залив – уникальный экологически ценный объект, тесно связанный с паводками в русле р. Терек и уровнем Каспийского моря. Летний катастрофический паводок 1914 г. привел к смещению русла р. Терек на юг и затоплению около 700 км² площади, с образованием на ней стокилометровой цепи постоянных озер и плавней, покрывшихся через несколько лет густыми зарослями тростника. Начался новый цикл дельтообразования – Каргалинский прорыв, который существенно повлиял на гидрохимию, гидрологию, глубины, площадь, очертание берегов, ихтиофауну Аграханского залива. После образования этого прорыва, основной сток р. Терек до 97% поступал в Аграханский залив [5; 6; 7].

В 1946-1949 гг. в «новом» Тереке, который начал выносить в Аграханский залив более 70% взвешенных наносов, окончательно сформировалось мощное русло. К концу 60-х годов прошлого века р. Терек, протекая через Каргалинские плавни, принесла в низовье реки и Аграханский залив около 900 млн т наносов, в результате этого в предустьевом пространстве залива пропускная способность резко снизилась, и вся территория Каргалинских плавней поднялась на 0,5 метра. В итоге, устье оказалось заилено, и в 1977 г. было принято решение через Аграханский полуостров прорыть искусственный канал «Прорезь», который перенаправил сброс терских вод в море с северного (в Северный Каспий) на восточное (в Средний Каспий), разделяя Аграханский залив на две отдельные неравноценные части (Северный Аграхан и Южный Аграхан) [5; 6; 7]. Эти события происходили на фоне сильного падения уровня Каспия, который ускоренно продолжает снижаться и в настоящее время.

В отличие от северной части Аграханского залива (Северный Аграхан), которая связана с морем и имеет черты его водного режима, южная часть (Южный Аграхан) является гидротехнически замкнутым водоемом с искусственно регулируемым (через систему водоподводящих и сбросных сооружений) водным балансом, объемом, уровнем и глубинами [6].

В настоящее время такие экологические факторы, как ухудшение гидрологических условий, снижение уровня воды и обсыхание нерестилищ в Северном Аграхане, негативно сказываются на воспроизводительной способности рыб.

В целях мониторинга биологического состояния рыб Дагестанского побережья Каспия и сохранения биологического разнообразия каспийской фауны, сотрудниками Прикаспийского института биологических ресурсов Дагестанского федерального исследовательского центра Российской академии наук, совместно с сотрудниками Дагестанского государственного университета и федерального заказника «Аграханский», в последние годы регулярно проводится сбор ихтиологических данных на дагестанском побережье Каспийского моря, в частности – в северной части Аграханского залива.

Сбор ихтиологического материала осуществлялся ежемесячно с марта по ноябрь, с использованием ставных сетей (ячеей 60 и 80 мм), вентерей (с длиной крыла 6 м и высотой 1,5 м, размером (шагом) ячеи в крыле 40 мм и в бочке 30 мм; материал – капрон, монополь) и мальковой волокуши (длиной 10 м, крылья с ячейей 6,5 мм; килечная дель, с высотой 1,2 м, в кутке – газовое сито №7), данные обрабатывались по общепринятым ихтиологическим методикам [8; 9; 10].

В последние годы в районе исследований, как по данным наших уловов, так и по литературным сведениям [11; 12], в уловах преобладали такие виды как серебряный карась *Carassius gibelio*, красноперка *Scardinius erithrophthalmus*, сазан *Cyprinus carpio*, вобла *Rutilus caspicus* и лещ *Abramis brama*.

В 2022-2023 гг. для биологических анализов было собрано: серебряного карася 91 экз., красноперки 78 экз., сазана 72 экз., воблы 118 экз., леща 90 экз.

Рассмотрим подробнее их биологические показатели.

Серебряный карась. По данным литературных источников [11] за 2011-2021 гг.,



Серебряный карась

Таблица 1. Биологическая характеристика серебряного карася северной части Аграханского залива в 2022 году / **Table 1.** Biological characteristics of the silver carp in the northern part of the Agrakhan Bay in 2022

Показатели	Возраст, годы							Средние значения
	3	4	5	6	7	8	9	
Длина, см	22,0	25,0	26,1	29,0	31,2	33,3	35,5	27,0
Масса, г	230	352	431	555	700	870	1000	476
% возрастной группы	10,0	24,3	30,0	18,6	10,0	5,7	1,4	5,2
Самки, %	28,6	41,2	57,1	69,2	85,7	100,0	100,0	58,6

Таблица 2. Биологическая характеристика серебряного карася северной части Аграханского залива в 2023 году / **Table 2.** Biological characteristics of the silver carp in the northern part of the Agrakhan Bay in 2023

Показатели	Возраст, годы							Средние значения
	3	4	5	6	7	8	9	
Длина, см	20,5	24,0	26,1	28,2	30,3	32,4	34,5	26,5
Масса, г	215	336	433	562	681	815	950	455
% возрастной группы	13,5	21,5	27,8	17,3	9,6	7,2	3,1	5,1
Самки, %	28,6	41,2	57,3	69,2	85,7	100,0	100,0	58,8

у этого вида произошли положительные изменения в возрастных категориях. Так, если в 2011 г. в уловах попадались 7 возрастных групп (3-9 лет), то через 10 лет карась был представлен уже 11 категориями (3-13 лет). В 2011 г. наибольшая группа по возрасту была представлена 4-6-летками и составляла 71,4%, а в 2021 г. были в целом равномерно представлены все возрастные группы от 13,2 до 5,4%. Значения показателя среднего возраста карася за десятилетие возросли с 5,2 до 8,1 полных года. По нашим данным, в 2016-2021 гг. средний возраст колебался от 4,8 до 5,4 полных лет, средняя длина – от 26,4 (в 2018 г.) до 28,5 см (в 2020 г.), масса – от 520 (в 2018 г.) до 616 г (в 2020 г.).

Этот вид в 2022-2023 гг., по нашим данным, в уловах встречался в возрасте 3-9 полных лет. Доминировали средние возрастные группы. В 2022 г. доля рыб в возрасте 3-6 полных лет составила 82,9% (из которых в возрасте 5 полных лет – 30%), а в возрасте 7-9 полных лет – 17,1%. В 2023 г. особи в возрасте 3-6 полных лет составляли 80,1%, доля рыб в возрасте 5 полных лет уменьшилась до 27,8%, а количество рыб старше 7 полных лет выросло до 19,1%. Средний возраст карася в 2022 г. составил 5,2 полных лет, в 2023 г. – 5,1 полных лет. Средняя длина в 2022 г. была равной 27,0 см, в 2023 г. – 26,5 см, средняя масса

составила 476 г в 2022 г. и 455 г – в 2023. Доля самок составляла 58,6% в 2022 г. и 58,8% – в 2023. Таким образом, биологические показатели этого вида в 2023 г. несколько снизились (табл. 1, 2), однако ранее, в 2011-2022 гг., они были стабильными и показывали устойчивое состояние группировки этого вида [11].

Краснопёрка. В северной части Аграханского залива по численности этот вид занимает второе место после серебряного карася.

В 2011-2016 гг. в научно-исследовательских уловах встречалось семь возрастных категорий краснопёрки (2-8 лет). Основу улова составляли 5-6-годовики. Длина в уловах колебалась от 15,0 до 30,0 см, средняя – 22,8 см; масса – от 90 до 540 г, средняя – 296 г, средний возраст – 5,1 полных лет. В уловах преобладали особи длиной 21,5-25,5 см. Возрастной ряд краснопёрки по годам колебался от 5 до 9 групп, средняя длина варьировала от 21,2 до 25,8 см, масса – от 220 до 385,5 г, средний возраст – от 4,0 до 5,1 полных лет [13].

В 2022 г. в уловах краснопёрка, по нашим данным, встречалась в возрасте 3-6 полных лет, в 2023 г. – 3-8 полных лет. Преобладали рыбы в возрасте 4-5 полных лет, составлявшие 57,4% в 2022 г. и 61,6% – в 2023. Доля

Таблица 3. Биологическая характеристика красноперки северной части Аграханского залива в 2022 году / **Table 3.** Biological characteristics of the rudd of the northern part of the Agrakhan Bay in 2022

Показатели	Возраст, годы				Средние значения
	3	4	5	6	
Длина, см	19,5	22,7	25,0	27,5	23,4
Масса, г	190	255	323	420	283
% возрастной группы	24,6	32,8	24,6	18,0	4,4
Самки, %	20,0	50,0	60,0	72,7	49,2

Таблица 4. Биологическая характеристика красноперки северной части Аграханского залива в 2023 году / **Table 4.** Biological characteristics of the rudd of the northern part of the Agrakhan Bay in 2023

Показатели	Возраст, годы						Средние значения
	3	4	5	6	7	8	
Длина, см	17,0	20,2	23,0	25,0	26,7	28,0	22,0
Масса, г	140	215	288	373	457	540	258
% возрастной группы	20,3	35,1	26,5	9,8	6,9	1,4	4,4
Самки, %	32,3	44,5	58,1	69,0	80,0	100,0	49,2

особей в возрасте 3 полных лет составила 24,6% (2022 г.) и 20,3% – в 2023. Доля рыб старше 6 полных лет не изменилась: 18% – в 2022 г. и 18,1% – в 2023. Средний возраст красноперки в 2022-2023 гг. составил 4,4 полных лет. Средняя длина в 2022 г. была равной 23,4 см, в 2023 г. – 22,0 см, средняя масса составила 283 г в 2022 г. и 258 г – в 2023. Доля самок в 2022-2023 гг. составляла 49,2%.

Таким образом, биологические показатели этого вида в 2023 г. несколько снизились (табл. 3, 4), однако ранее, в 2011-2022 гг., они были стабильными и показывали устойчивое состояние группировки этого вида [11].

Сазан. В северной части Аграханского залива по численности и промысловому запасу этот вид занимает третье место после серебряного карася и красноперки.

По литературным данным [14], в контрольных уловах в 2021 г. этот вид был представлен семью возрастными категориями (2-8 лет), преобладали 3-6-летки, их доля составляла 82%, средний возраст – 4,3 полных года. В 2018 г. средний возраст сазана был выше и составлял 4,9 полных года, возрастная структура была представлена 6 возрастными (3-8 лет), отсутствовали двухлетки, на долю 3-6-леток приходилось 86,3%.

В 2013 г. сазан в уловах был представлен десятью поколениями (3-12 лет), наибольшая доля приходилась на 5-8-летних (85,2%), средний возраст – 6,6 полных года. В целом, за восемь лет произошли возрастные изменения: сократилось количество поколений с 10 до 6, снизился средний возраст отловленных рыб – с 6,6 до 4,3 полных года. Претерпели изменения и размерно-весовые параметры сазана – его длина уменьшилась почти на 10 см (53,9 и 43 см, соответственно), среднее значение массы уменьшилось с 3280 г до 1417 граммов.



Сазан

Таблица 5. Биологическая характеристика сазана северной части Аграханского залива в 2022 году / **Table 5.** Biological characteristics of carp in the northern part of the Agrakhan Bay in 2022

Показатели	Возраст, годы							Средние значения
	2	3	4	5	6	7	8	
Длина, см	30,5	35,1	39,9	44,7	49,4	53,9	58,0	42,6
Масса, г	480	745	1108	1620	2219	2799	3350	1409
% возрастной группы	7,9	13,1	28,2	19,0	16,1	9,3	6,4	4,6
Самки, %	-	24,1	45,4	56,3	67,0	70,8	81,0	41,9

Таблица 6. Биологическая характеристика сазана северной части Аграханского залива в 2023 году / **Table 6.** Biological characteristics of carp in the northern part of the Agrakhan Bay in 2023

Показатели							Средние значения
	3	4	5	6	7	8	
Длина, см	35,0	40,0	45,4	50,5	55,9	60,0	41,3
Масса, г	700	1070	1640	2290	3000	3700	1290
% возрастной группы	26,6	33,8	16,3	10,5	9,6	3,2	4,3
Самки, %	14,1	45,4	56,3	67,0	70,8	81,0	39,9



Вобла

В уловах 2022 г., по нашим данным, этот вид встречался в возрасте 2-8 полных лет,

в 2023 г. – 3-8 полных лет. Преобладали возрастные группы 4-6 полных лет, составлявшие 63,3% в 2022 г. и 60,6% – в 2023. Доля рыб в возрасте 2-3 полных лет составила 21% (2022 г.) и 26,6% – в 2023. Количество особей старше 7 полных лет уменьшилось, с 15,7% в 2022 г. до 12,8% в 2023. Средний возраст сазана в 2022 г. составил 4,6 полных лет, в 2023 г. – 4,3 полных года. Средняя длина в 2022 г. была равной 42,6 см, в 2023 г. – 41,3 см, средняя масса составила 1409 г в 2022 г. и 1290 г – в 2023. Доля самок составляла 41,9% в 2022 г. и 39,9% – в 2023. (табл. 5, 6). Таким образом, снижение биологических показателей этого вида в 2022-2023 гг. продолжилось.

Вобла. По данным Рамазановой Д.Р. с соавторами [14], в уловах 2021 г. вобла была

Таблица 7. Биологическая характеристика воблы северной части Аграханского залива в 2022 году / **Table 7.** Biological characteristics of the roach of the northern part of the Agrakhan Bay in 2022

Показатели							Средние значения
	3	4	5	6	7	8	
Длина, см	17,5	19,7	21,7	23,6	25,5	27,2	20,7
Масса, г	120	166	220	270	328	390	192
% возрастной группы	17,5	41,3	23,2	12,0	4,7	1,3	4,6
Самки, %	20,0	50,8	71,4	83,0	91,3	100	56,8

Таблица 8. Биологическая характеристика воблы северной части Аграханского залива в 2023 году / **Table 8.** Biological characteristics of the roach of the northern part of the Agrakhan Bay in 2023

Показатели	3	4	5	6	7	8	Средние значения
Длина, см	17,0	18,7	20,7	22,7	24,5	26,0	19,6
Масса, г	110	139	190	245	300	370	163
% возрастной группы	12,5	48,5	20,5	11,0	6,0	1,5	4,3
Самки, %	20,0	50,8	71,4	83,0	91,3	100	56,8

представлена шестью поколениями, средний возраст составлял 4,7 года, наибольшая численность приходилась на 3-6-леток (89,2%), В 2018 г. в уловах средний возраст составлял 4,6 года, преобладали 3-6-летки, их доля составляла 92,6%, также, как и в 2013 г. 3-6-летки – 93%, средний возраст – 4,1 года. Таким образом, за 8 лет возрос показатель среднего возраста с 4,1 до 4,7 года, доля старше-возрастных групп снизилась, по сравнению с 2018 и 2013 гг., с 93 до 89,2%. Размерно-весовые показатели с 2013 по 2021 гг. не претерпели значительных изменений и составляли: длина – около 21 см, масса – около 196 граммов.

В 2022-2023 гг., по нашим данным, в уловах этот вид встречался в возрасте 3-8 полных лет. Преобладали средние возрастные



Лещ

группы рыб в возрасте 3-6 полных лет, составлявшие 94% в 2022 г. и 92,5% – в 2023.

Таблица 9. Биологическая характеристика леща северной части Аграханского залива в 2022 году / **Table 9.** Biological characteristics of bream in the northern part of the Agrakhan Bay in 2022

Показатели	2	3	4	5	6	7	Средние значения
Длина, см	23,5	25,0	27,1	28,9	31,1	33,5	27,7
Масса, г	230	289	378	467	570	700	413
% возрастной группы	3,2	25,3	32,5	23,5	10,2	5,3	4,2
Самки, %	-	14,2	44,0	65,9	68,0	72,0	52,3

Таблица 10. Биологическая характеристика леща северной части Аграханского залива в 2023 году / **Table 10.** Biological characteristics of bream in the northern part of the Agrakhan Bay in 2023

Показатели	3	4	5	6	7	Средние значения
Длина, см	25,0	27,5	29,3	31,1	33,0	27,8
Масса, г	290	391	479	568	670	415
% возрастной группы	27,6	35,8	20,9	10,5	5,2	4,2
Самки, %	14,2	44,0	55,9	68,0	72,0	50,5

Доля рыб в возрасте 3 полных лет составила 17,5% (2022 г.) и 12,5% – в 2023. Доля рыб старше 7 полных лет увеличилась с 6% в 2022 г. до 7,5% в 2023. Средний возраст воблы в 2022 г. составил 4,6 полных лет, в 2023 г. – 4,3 полных лет. Средняя длина в 2022 г. была равной 20,7 см, в 2023 г. – 19,6 см, средняя масса составила 192 г в 2022 г. и 163 г – в 2023. Доля самок в 2022-2023 гг. составляла 56,8% (табл. 7, 8). Таким образом, снижение биологических показателей воблы в 2022-2023 гг. продолжилось.

Лещ. В 2016-2021 гг., по литературным данным [10], в уловах отмечено 8 возрастных групп от 3 до 10 полных лет. Средний возраст при этом, по нашим данным, колебался от 4,1 (в 2018 г.) до 5,2 полных лет (в 2016 и 2020 гг.), а средняя длина и масса варьировали от 27,8 до 29,2 см и от 402 до 496 г, соответственно.

В 2022 г. в уловах этот вид встречался в возрасте 2-7 полных лет, в 2023 г. – 3-7 полных лет. Преобладали средние возрастные группы рыб в возрасте 4-6 полных лет, составлявшие 66,2% в 2022 г. и 67,2% – в 2023. Доля рыб в возрасте 8 полных лет незначительно снизилась с 5,3% в 2022 г. до 5,2% в 2023. Средний возраст леща, как в 2022 г., так и в 2023 г. составил 4,2 полных лет. Средняя длина в 2022 г. была равной 27,7 см, в 2023 г. – 27,8 см, средняя масса составила 413 г в 2022 г. и 415 г – в 2023. Доля самок составляла 52,3% в 2022 г. и 50,5% – в 2023. (табл. 9, 10). Таким образом, биологические показатели леща в 2022-2023 гг. имеют тенденцию к росту.

Анализ биологических показателей серебряного карася, красноперки, сазана, воблы северной части Аграханского залива в 2022-2023 гг., показывает, что, по сравнению с данными прошлых лет, у этих видов несколько снизились средние биологические показатели, сократилось количество поколений, однако эти изменения незначительны и в целом, за период 2016-2023 гг., состояние группировок доминирующих видов рыб благополучное.

Биологические показатели леща в 2022-2023 гг. имели тенденцию к росту, состояние группировки этого вида также было благополучным.

Авторы выражают искреннюю признательность сотрудникам Прикаспийского института биологических ресурсов Даге-

станского федерального исследовательского центра Российской академии наук и Дагестанского государственного университета, а также государственным инспекторам федерального заказчика «Аграханский», которые помогали и принимали активное участие в сборе и первичного обработке ихтиологического материала в северной части Аграханского залива в 2022-2023 гг.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

The authors declare that there is no conflict of interest.

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

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Абдусаматов А.С., Гусейнова С.А., Дудурханова Л.А. Анализ состояния запасов и промысла биологических ресурсов западной части Среднего Каспия и перспективы использования их ресурсного потенциала // Юг России: экология, развитие. 2016. Т.11. №2. С. 70-83
2. Абдусаматов А.С. Современное состояние и эколого-экономические перспективы развития рыбного хозяйства Западно-Каспийского региона России // Юг России: экология, развитие. 2007. Т. 2. №3. С. 40-52
3. Бархалов Р.М., Абдусаматов А.С., Столяров И.А., Таилов П.С. Рыбохозяйственное значение дагестанского побережья Каспия и рекомендации по сохранению рыбных запасов // Махачкала: АЛЕФ. 2016. С. 71-121
4. Рабазанов Н.И., Смирнов А.А., Бархалов Р.М. Биологические показатели доминирующих видов рыб в Кизлярском заливе Каспийского моря // Рыбное хозяйство. 2024. №1. С. 73-80. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-1-73-80
5. Магрицкий Д.В., Самохин М.А., Гончаров А.В., Ерина О.Н., Соколов Д.И., Сурков В.В., Терешина М.А., Михайлюкова П.Г., Семенова А.А. Особенности и факторы гидролого-морфологических изменений Аграханского залива в устье р. Терек в XX в. и начале XXI в. // Водные ресурсы. 2022. Т. 49. №5. С. 625-240
6. Магрицкий Д.В., Гончаров А.В., Морейдо В.М., Самохин М.А., Абдусаматов А.С., Купцов С.В., Джамирзоев Г.С., Ерина О.Н., Соколов Д.И., Архипкин В.С., Терешина М.А., Сурков В.В., Се-

- менова А.А. О гидроэкологическом состоянии Аграханского залива и возможности его улучшения // Аридные экосистемы. 2022. Том 28. № 4 (93). С. 163-178
7. Устья рек Каспийского региона: история формирования, современные гидролого-морфологические процессы и опасные гидрологические явления. / под ред. В.Н. Михайлова // М.: ГЕОС. 2013. 701 с.
 8. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб // М. Пищ. пром. 1966. 376 с.
 9. Инструкции по сбору и первичной обработке материалов водных биоресурсов Каспийского бассейна и среды их обитания // Астрахань. КаспНИРХ. 2011. С. 5-104
 10. Бархалов Р.М. Методические указания по сбору и обработке ихтиологического материала // Махачкала. Редакционно-издательский центр ДГПУ. 2014. 108 с.
 11. Васильева Л.М., Рабазанов Н.И., Судакова Н.В., Анохина А.З., Рамазанова Д.М., Бархалов Р.М. Сравнительная оценка современного состояния полупроходных и туводных видов рыб в северной части Аграханского залива // Аридные экосистемы. 2023. Том 29. № 3 (96). С. 140-147
 12. Алиев А.Б., Бархалов Р.М., Шихшабекова Б.И. Современная структура популяции промысловых видов рыб на особо охраняемой природной территории заказника «Аграханский» // Проблемы развития АПК региона. 2021. № 3 (47). С. 111-120
 13. Рабаданалиев З.Р., Бархалов Р.М. Биологическая характеристика краснопёрки *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) в Кизлярском и Аграханском заливах // Труды государственного природного заповедника «Дагестанский». 2017. Вып. 13. С. 81-85
 14. Рамазанова Д.М., Вагабова Н.А.В., Васильева Л.М., Рабазанов Н.И., Бархалов Р.М., Мирзаханов М.К. Современная характеристика ценных промысловых видов рыб в северной части Аграханского залива // Вестник Дагестанского государственного университета. Серия 1. Естественные науки. 2023. Том 38. Вып. 1. С. 88-92
- species in the Kizlyar Bay of the Caspian Sea // Fisheries. No. 1. Pp. 73-80. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-1-73-80. (In Russ., abstract in Eng.)
5. Magritskiy D.V., Samokhin M.A., Goncharov A.V., Erin O.N., Sokolov D.I., Surkov V.V., Tereshina M.A., Mikhailyukova P.G., Semenova A.A. (2022). Features and factors of hydrological and morphological changes in the Agrakhan Bay at the mouth of the Terek River in the XX century and the beginning of the XXI century. // Water resources. Vol. 49. No.5. Pp. 625-240. (In Russ.)
 6. Magritskiy D.V., Goncharov A.V., Moreido V.M., Samokhin M.A., Abdusamadov A.S., Kuptsov S.V., Jamirzoev G.S., Erin O.N., Sokolov D.I., Arkhipkin V.S., Tereshina M.A., Surkov V.V., Semenova A.A. (2022). On the hydroecological state of the Agrakhan Bay and the possibility of its improvement // Arid ecosystems. Volume 28. No. 4 (93). Pp. 163-178. (In Russ.)
 7. Estuaries of the rivers of the Caspian region: the history of formation, modern hydrological and morphological processes and dangerous hydrological phenomena. (2013). / Edited by V.N. Mikhailov // М.: ГЕОС. 701 pages. (In Russ.)
 8. Pravdin I.F. (1966). A guide to the study of fish // M. Pisch. prom. 376 Pp. (In Russ.)
 9. Instructions for the collection and primary processing of materials of aquatic biological resources of the Caspian basin and their habitat. // Astrakhan. KaspNIRKh. 2011 Pp. 5-104. (In Russ.)
 10. Barkhalov R.M. (2014). Methodological guidelines for the collection and processing of ichthyological material // Makhachkala. The DSPU Editorial and Publishing Center. 108 pages. (In Russ.)
 11. Vasilyeva L.M., Rabazanov N.I., Sudakova N.V., Anokhina A.Z., Ramazanov D.M., Barkhalov R.M. (2023). Comparative assessment of the current state of semi-aquatic and semi-aquatic fish species in the northern part of the Agrakhan Bay // Arid ecosystems. Volume 29. No. 3 (96). Pp. 140-147. (In Russ.)
 12. Aliev A.B., Barkhalov R.M., Shikhshabekova B.I. (2021). The modern structure of the population of commercial fish species in the specially protected natural territory of the reserve "Agrakhansky" // Problems of development of the agro-industrial complex of the region. No. 3 (47). Pp. 111-120. (In Russ.)
 13. Rabadanaliev Z.R., Barkhalov R.M. (2017). Biological characteristics of the redfin *Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758) in the Kizlyar and Agrakhan bays // Proceedings of the Dagستان State Nature Reserve. Issue 13. Pp. 81-85. (In Russ.)
 14. Ramazanov D.M., Vagabova N.A.V., Vasilyeva L.M., Rabazanov N.I., Barkhalov R.M., Mirzakhonov M.K. (2023). Modern characteristics of valuable commercial fish species in the northern part of the Agrakhan Bay // Bulletin of Dagestan State University. Series 1. Natural sciences. Volume 38. Issue 1. Pp. 88-92. (In Russ.)

LITERATURE AND SOURCES

1. Abdusamadov A.S., Huseynova S.A., Dudurkhanova L.A. (2016). Analysis of the state of stocks and fisheries of biological resources in the western part of the Middle Caspian Sea and prospects for using their resource potential // South of Russia: ecology, development. Vol. 11. No.2. Pp. 70-83. (In Russ.)
2. Abdusamadov A.S. (2007). The current state and ecological and economic prospects for the development of fisheries in the Western Caspian region of Russia // South of Russia: ecology, development. Vol. 2. No. 3. Pp. 40-52. (In Russ.)
3. Barkhalov R.M., Abdusamadov A.S., Stolyarov I.A., Taibov P.S. (2016). Fisheries importance of the Dagestan coast of the Caspian Sea and recommendations for the conservation of fish stocks // Makhachkala: ALEPH. Pp. 71-121. (In Russ.)
4. Rabazanov N.I., Smirnov A.A., Barkhalov R.M. (2024). Biological indicators of dominant fish

Материал поступил в редакцию/ Received 27.02.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 25.03.2024



Анализ взаимосвязи изменения состава микробиома кишечника и аминокислотного состава печени карпа (*Cyprinus carpio*) на фоне использования в кормлении различных биологически активных добавок

Научная статья
УДК [591.43+597.551.2]:661.155.3

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-88-94

Мирошникова Елена Петровна – доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбург, Россия

E-mail: elenaakva@rambler.ru

Аринжанов Азамат Ерсаинович – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбург, Россия

E-mail: arin.azamat@mail.ru

Сизенцов Алексей Николаевич – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биохимии и микробиологии, Оренбург, Россия

E-mail: asizen@mail.ru

Килякова Юлия Владимировна – кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры, Оренбург, Россия

E-mail: fish-ka06@mail.ru

Оренбургский государственный университет (ФГБОУ ВО «ОГУ»)

Аринжанова Мария Сергеевна – аспирант, младший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Оренбург, Россия

E-mail: marymiroshnikova@mail.ru

Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий
Российской академии наук (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН)

Адреса:

1. Оренбургский государственный университет (ФГБОУ ВО «ОГУ») – Россия, 460018, г. Оренбург, просп. Победы, д. 13;
2. Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук (ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН) – Россия, 460000, г. Оренбург, ул. 9 января д. 29

Аннотация. В работе представлен анализ взаимосвязи изменения состава микробиома кишечника и аминокислотного состава печени карпа на фоне использования в кормлении различных биологически активных добавок: ультрадисперсных частиц (УДЧ) SiO_2 и комплекса незаменимых аминокислот (аргинин, лизин, метионин). Установлено, что включение в рацион рыб исследуемых добавок оказывает влияние на соотношение численности в кишечнике рыб *Proteobacteria*, *Fusobacteria* и *Bacteroidetes*. Анализ аминокислотного состава печени свидетельствует о выраженном стимулирующем действии тестируемых кормовых добавок на синтез и накопление аминокислот.

Ключевые слова: аквакультура, кормление рыб, микробиом, ультрадисперсные частицы, кремний, аминокислоты

Для цитирования: Мирошникова Е.П., Аринжанов А.Е., Сизенцов А.Н., Киликова Ю.В., Аринжанова М.С. Анализ взаимосвязи изменения состава микробиома кишечника и аминокислотного состава печени карпа (*Cyprinus carpio*) на фоне использования в кормлении различных биологически активных добавок // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 88-94. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-88-94

ANALYSIS OF THE RELATIONSHIP BETWEEN CHANGES IN THE COMPOSITION OF THE INTESTINAL MICROBIOME AND THE AMINO ACID COMPOSITION OF THE LIVER OF CARP (*CYPRINUS CARPIO*) AGAINST THE BACKGROUND OF THE USE OF VARIOUS BIOLOGICALLY ACTIVE ADDITIVES IN FEEDING

Elena P. Miroshnikova – Doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture, Orenburg, Russia

Azamat E. Arinzhonov – Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture, Orenburg, Russia

Alexey N. Sizentsov – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biochemistry and Microbiology, Orenburg, Russia

Yulia V. Kilyakova – Candidate of Biological Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Biotechnology of Animal Raw Materials and Aquaculture, Orenburg, Russia

Maria S. Arinzhonova - postgraduate student, Junior Researcher of the Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after Leushin SG, Orenburg, Russia

Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (FSSI FRC BST RAS)

Addresses:

1. Orenburg State University (OSU) – Russia, 460018, Orenburg, Pobedy Ave, 13
2. Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences (FSSI FRC BST RAS) – Russia, 460000, Orenburg, 9 Yanvarya St., 29

Annotation. The paper analyzes the relationship between changes in the composition of the intestinal microbiome and amino acid composition of carp liver against the background of the use of various biologically active additives in feeding: ultradisperse particles (UDP) SiO_2 and a complex of essential amino acids (arginine, lysine, methionine). It was found that inclusion of the studied additives in the fish diet influences the ratio of *Proteobacteria*, *Fusobacteria* and *Bacteroidetes* abundance in the intestines of fish. The analysis of amino acid composition of the liver indicates a pronounced stimulating effect of the tested feed additives on the synthesis and accumulation of amino acids.

Keywords: aquaculture, fish nutrition, microbiome, ultrafine particles, silicon, amino acids

For citation: Miroshnikova E.P., Arinzhanov A.E., Sizentsov A.N., Kilyakova Y.V., Arinzhanova M.S. (2024). Analysis of the relationship between changes in the composition of the intestinal microbiome and the Amino acid composition of the liver carp (*Cyprinus carpio*) against the background of the use of various biologically active additives in feeding // Fisheries. № 2. Pp. 88-94. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-88-94

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

ВВЕДЕНИЕ

В аквакультуре важным является нормирование и соблюдение баланса питательных веществ в рационах рыб. В последние годы ученые и практики активно исследуют влияние и механизм действия тех или иных минеральных веществ, скармливаемых в качестве кормовых добавок животным, птицам и рыбам с целью их выхода за рамки максимальной продуктивности. В связи с чем большой интерес представляет введение в кормовые рационы сравнительно новых форм микроэлементов – ультрадисперсных частиц (УДЧ), уникальность которых заключается в высокой биологической активности и биодоступности для организма, что повышает усвояемость питательных веществ и эффективность кормления [1]. Среди микроэлементов большой интерес представляет кремний (Si) – условно-эссенциальный микроэлемент, который причислен к категории имеющих вероятное физиологическое значение [2]. Кроме того, увеличить эффективность УДЧ могут различные биологически активные вещества, в частности – комплексы аминокислот.

Многочисленные исследования, представленные в современной литературе, свидетельствуют о том, что многие биологически активные кормовые добавки не только стимулируют рост, но и повышают уровень резистентности организма к различным инфекционным заболеваниям. Аминокислоты являются основными питательными веществами в кормлении

рыбы, и выполняют важную роль в потреблении энергии и метаболических изменениях, как в нормальных, так и стрессовых условиях [3; 4]. Именно продуктивность гидробионтов зависит от доступности аминокислот, а их дисбаланс может привести к их использованию для получения энергии, а не для роста [5]. На всасывание аминокислот влияет несколько факторов, таких как их концентрация в просвете кишечника, транспортное средство и способность каждого переносчика, а также количество каждого переносчика, присутствующего в эпителии [6; 7].

В настоящее время имеются ограниченные знания о метаболизме аминокислот в клетках и тканях или о влиянии методов обработки корма, их переваривании и использовании у разных видов рыб [8]. Таким образом, исследование введения в кормовые рационы рыб ультрадисперсных частиц (SiO_2) как совместно, так и отдельно с комплексом аминокислот имеет новизну и представляет большой интерес.

Цель работы – оценить степень влияния кормовых добавок на основе УДЧ SiO_2 и комплекса незаменимых аминокислот (КНА) на структурный микробиом кишечника и аминокислотный состав печени карпа.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проведены на базе кафедры биотехнологии животного сырья и аквакультуры ОГУ в течение 56 суток. Объект исследования – сеголетки карпа *Cyprinus carpio* (Linnaeus, 1758) средней массой 15 граммов. Для проведения эксперимента методом пар-аналогов были сформированы 4 группы ($n=30$), согласно схеме (рис. 1). УДЧ SiO_2 размером 388 нм получены методом плазмохимического синтеза, и их введение осуществлялось после диспергирования при частоте 35 кГц, продолжительностью 30 минут. В качестве КНА использовали гидрохлорид аргинина в дозе 25 г/кг корма, монохлоргидрат лизина – в дозе 21 г/кг корма и метионин кормовой – в дозе 10 г/кг корма. Суточная норма кормления определялась еженедельно с учетом массы рыбы и температуры воды.

Исследование аминокислотного состава печени осуществлялось по стандартным методикам

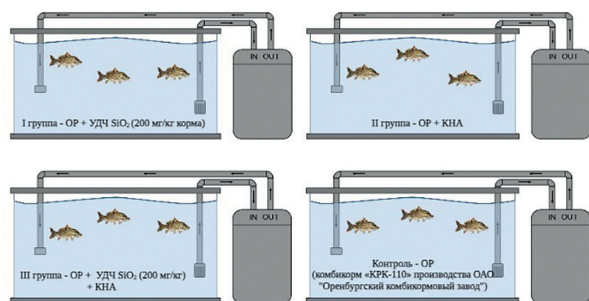


Рисунок 1. Схема эксперимента

Figure 1. Schematic of the experiment

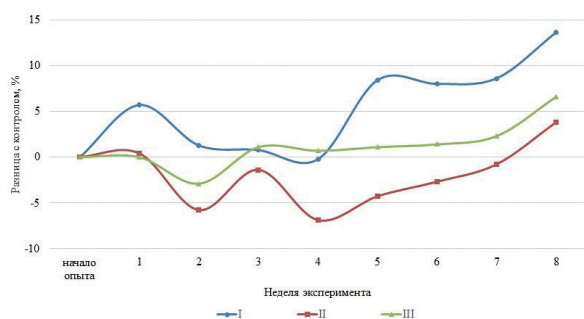


Рисунок 2. Показатели роста рыбы опытных групп по отношению к контрольной группе

Figure 2. Growth performance of fish of experimental groups in relation to the control group

с использованием системы капиллярного электрофореза «Капель-105» (ООО «Люмэкс-маркетинг», Россия), хроматографа газового «Кристалл 2000М» (ЗАО СКБ «Хроматэк», Россия), спектрометра атомно-абсорбционного с пламенной атомизацией «КВАНТ-2» (ООО «КОРТЭК», Россия). Биологическое разнообразие микробиома кишечника рыб проводили по средству выделения ДНК с использованием набора реагентов QIAamp® DNA Mini Kit. Секвенирование образцов выполнено в ЦКП «Персистенция микроорганизмов» Института клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН (г. Оренбург). Результаты исследований обработаны с применением общепринятых методик при помощи приложения «Excel 2010» и «Statistica 10.0».

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные данные интенсивности роста карпа свидетельствуют о неоднозначном влиянии исследуемых добавок. Ростостимулирующий эффект установлен лишь в I и III группах (рис. 2), в рационе которых присутствуют УДЧ SiO_2 , разница по живой массе, относительно контроля, составила 14,1% ($p < 0,05$) и 6,3% ($p < 0,05$), соответственно. Во II группе, на протяжении всего эксперимента, достоверных отличий по динамике живой массы, относительно контроля, не зафиксировано.

Анализ микробиоценоза кишечника рыб показал, что структурный микробиом контрольной группы представлен преимущественно двумя основными филогенетическими группами микроорганизмов *Proteobacteria* (59,40%) и *Fusobacteria* (35,09%). На долю *Spirochaetes* и *Bacteroidetes* приходится 1,99% и 3,07%, соответственно. Величина других представителей (*Firmicutes*, *Verrucomicrobia*, *Actinobacteria*, *Campilobacterota* и *Deinococcus-Thermus*) весьма незначительна и не превышает 1% (рис. 3).

Установлено, что использование в рационе только УДЧ SiO_2 оказывает большое влияние на *Spirochaetes* и *Bacteroidetes*, существенно ингибируя представителей данной популяционной группы и снижая их общую численность до 0,28% и 0,13% от общего числа выделенных микроорганизмов. При этом наблюдается незначительный сдвиг в сторону увеличения представителей филогенетической группы *Fusobacteria* на 6,12% по отношению к показателям интактной группы. Численность микроорганизмов *Proteobacteria* составила 58,01%, что на 1,39% меньше аналогичного показателя контрольной группы.

Использование комплекса незаменимых аминокислот не оказало существенного влия-

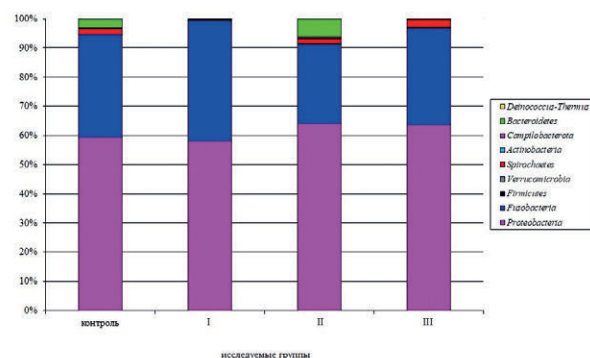


Рисунок 3. Анализ распределения филогенетических групп микроорганизмов кишечника карпа

Figure 3. Analysis of the distribution of phylogenetic groups of carp gut microorganisms

ния на индигенный состав микрофлоры, однако следует отметить более высокие показатели представителей *Proteobacteria* и *Bacteroidetes*, численность которых превысила интактные показатели на 4,54% и 3,24% и составили 63,94% и 6,31%, соответственно. Существенным динамическим изменениям подверглась группа *Fusobacteria*, процент которой существенно снизился по отношению к контрольным значениям на 7,88% (3564 выделенных таксонов). Хотелось бы отметить, что видовое распределение таксономических групп на уровне рода в данной экспериментальной группе имело наиболее близкие показатели в отношении контрольной группы, что гипотетически позволяет нам судить об отсутствии негативного влияния на автохтонную микрофлору кишечника, а незначительные сдвиги внутри филогенетических групп в большей степени обусловлены стимулирующим действием, вводимых

в рацион, аминокислот одних бактериальных штаммов, которые оказывают антагонистическое действие в отношении других представителей резидентной микрофлоры.

В свою очередь, бивалентное использование УДЧ SiO₂ и КНА не оказывает ярко выраженного влияния на основных представителей индигенной микрофлоры кишечника исследуемых рыб. Так, процентное распределение по ключевым филогенетическим группам, регистрируемым в контроле, составило *Proteobacteria* – 63,63%, *Fusobacteria* – 33,12%, *Spirochaetes* – 2,63% и *Bacteroidetes* – 0,07%.

Особый интерес, с позиции системного анализа, представляет филогенетическая группа *Proteobacteria*, на долю которой приходится более 50% от всех выделенных таксонов, независимо от используемых добавок (рис. 4).

Данные свидетельствуют о преобладании двух основных родов *Vibrio* и *Aeromonas*, с относительно близкими значениями, на долю которых в контрольной группе приходится 28,16% и 29,07%. Минимальный уровень отклонения от интактных показателей автохтонной микро-

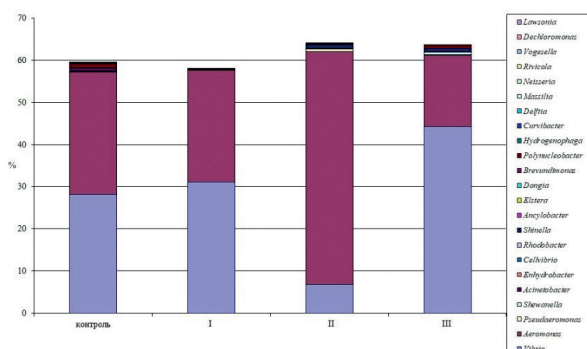


Рисунок 4. Анализ распределения микроорганизмов *Proteobacteria* до уровня рода в кишечнике рыб

Figure 4. Analysis of *Proteobacteria* microbial distribution to genus level in fish intestine

флоры кишечника, класса *Gammaproteobacteria*, регистрировался в I опытной группе, где показатели, указанных ранее родов, составили 31,12% и 26,56%, соответственно.

Максимальные различия в сторону увеличения одного из указанных родов регистрировались во II и III опытных группах. В частности, на фоне применения КНА отмечается существенный сдвиг в сторону рода *Aeromonas* – 55,25% против 6,82%, приходящихся на долю *Vibrio*. Совместное использование в рационе УДЧ SiO₂ и КНА оказывало выраженный стимулирующий

эффект в отношении родовой группы *Vibrio*, с увеличением численности до 14999,3 выделенных таксонов, против 10025,3 в интактной группе, что, в свою очередь, обуславливало более высокий показатель, достигающий 44,22% от общего числа всех идентифицированных таксонов. На долю *Aeromonas* в данной группе приходится 16,92%, остальные родовые группы, независимо от уровня кормления, имели незначительный показатель распределения (менее 1%), и их суммарный показатель в контроле составил 2,22%, а в опытных группах – 0,33%, 1,87% и 2,49%, соответственно.

Системный анализ распределения аминокислот в печени рыб свидетельствует об относительно высоком корректирующем потенциале УДЧ SiO₂ и КНА при совместном использовании, так в III группе зарегистрированы стабильно высокие показатели всех исследуемых аминокислот, по отношению к показателям интактной группы (рис. 5): аланин на 18,18% ($p < 0,01$), тирозин – 18,45% ($p < 0,001$), фенилаланин – 18,52% ($p < 0,01$), лейцин и изолейцин – 16,36% ($p < 0,05$), метионин – 20,46% ($p < 0,01$), пролин – 19,23% ($p < 0,01$), треонин – 17,18% ($p < 0,01$), серин – 10,92% ($p < 0,05$), глицин – 14,80% ($p < 0,05$). Максимальные показатели содержания аргинина и лизина зарегистрированы во II группе на 42,31% ($p < 0,001$) и на 38,20% ($p < 0,001$), соответственно, по отношению к контролю. Столь высокий процент накопления мы связываем с тем, что данные аминокислоты использовались в качестве основного компонента кормовой добавки, используемой в данной группе, при этом следует отметить, что уровень метионина в этой группе имел идентичный уровень с показателями I опытной группы и превышал контроль на 17,05% ($p < 0,01$).

Анализ корреляционной зависимости (табл. 1) показателей основных филогенетических групп структурного микробиома кишечника с аминокислотным составом печени исследуемых рыб свидетельствует о наличии выраженной прямой зависимости между *Proteobacteria* и тирозином, фенилаланином и лейцином ($p < 0,05$), *Firmicutes* положительно коррелирует с аланином, аргинином, лизином, метионином, валином, пролином, треонином, серином ($p < 0,01$), *Actinobacteria*, *Campilobacterota*, *Bacteroidetes* и *Deinococcus-Thermus* – с аргинином ($p < 0,05$).

Полученные в ходе экспериментальных исследований данные по оценке содержания аминокислот в тканях печени свидетельствует о выраженном стимулирующем действии тестируемых кормовых добавок на синтез и накопление аминокислот, исключение составил

более низкий уровень аргинина (на 5,77%) в I группе, по отношению к контролю.

Аминокислоты являются первичными метаболитами, обеспечивающими разнообразные физиологические процессы в организме. Стоит отметить, что бактериальные популяции, в процессе своей жизнедеятельности, способны синтезировать различные аминокислоты, обеспечивая тем самым устойчивый рост колоний, что, в свою очередь, позволяет нам с высокой долей уверенности судить о высокой степени взаимосвязи между аминокислотным составом организма хозяина и резидентной микрофлорой желудочно-кишечного тракта [9].

Обобщая вышеизложенное, следует отметить, что максимальные достоверные значения практически всех исследуемых аминокислот регистрировались в III опытной группе, характеризующейся высоким уровнем бактерий рода *Vibrio*, присутствие которого значительно увеличивает содержание отдельных первичных метаболитов [10].

Таким образом можно заключить, что основу структурного микробиома подопытных рыб составляют *Proteobacteria*, *Fusobacteria*

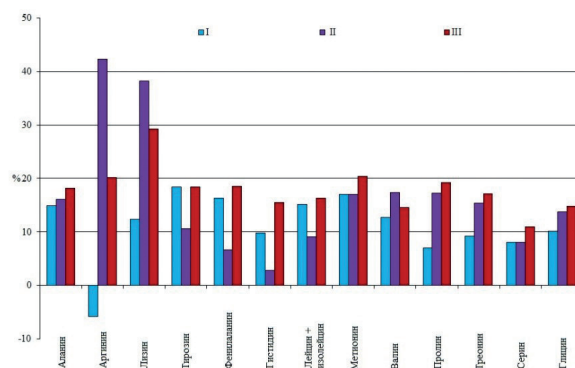


Рисунок 5. Анализ распределения аминокислотного состава печени карпа опытных групп относительно показателей интактной группы

Figure 5. Analysis of the distribution of amino acid composition of carp liver of experimental groups relative to intact group parameters

и *Bacteroidetes*. Использование в рационе УДЧ SiO_2 влияет на увеличение процентного соотношения численности *Fusobacteria* на 6,12% и сниже-

Таблица 1. Анализ корреляционной зависимости основных филогенетических групп структурного микробиома кишечника с показателями аминокислотного состава печени рыб / **Table 1.** Analysis of correlation dependence of the main phylogenetic groups of the intestinal structural microbiome with indices of amino acid composition of fish liver

	<i>Proteobacteria</i>	<i>Fusobacteria</i>	<i>Firmicutes</i>	<i>Verrucomicrobia</i>	<i>Spirochaetes</i>	<i>Actinobacteria</i>	<i>Campilobacterota</i>	<i>Bacteroidetes</i>	<i>Deinococcus-Thermus</i>
Аргинин	-0,64*	-0,90**	0,94**	-0,09	0,26	0,61*	0,60*	0,66*	0,62*
Аланин	0,29	-0,11	0,73**	0,39	-0,17	-0,32	0,07	-0,22	-0,28
Валин	0,15	-0,26	0,86**	0,46	-0,24	-0,19	0,32	0,04	-0,03
Лизин	-0,28	-0,65**	0,98**	0,13	0,09	0,24	0,43	0,32	0,26
Лейцин + изолейцин	0,56*	0,24	0,40	0,38	-0,21	-0,59*	-0,28	-0,59*	-0,64*
Гистидин	0,45	0,24	0,16	0,01	0,14	-0,46	-0,63*	-0,79**	-0,81**
Глицин	0,12	-0,28	0,82	0,28	-0,06	-0,16	0,13	-0,10	-0,16
Пролин	-0,21	-0,56*	0,89**	-0,01	0,24	0,17	0,13	0,05	0,01
Метионин	0,33	-0,07	0,69**	0,39	-0,18	-0,36	0,02	-0,28	-0,34
Серин	0,28	-0,09	0,67**	0,28	-0,07	-0,32	-0,08	-0,33	-0,39
Тирозин	0,61*	0,28	0,38	0,43	-0,27	-0,63*	-0,25	-0,59*	-0,64*
Треонин	-0,03	-0,41	0,85**	0,14	0,09	-0,01	0,11	-0,05	-0,10
Фенилаланин	0,60*	0,33	0,23	0,27	-0,12	-0,62*	-0,46	-0,73**	-0,77**

Примечание: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

Note: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$

ния *Spirochaetes* и *Bacteroidetes* на 1,71% и 2,88%, по отношению к контролю. Использование КНА в кормлении рыб не оказывает существенного влияния на индигенный состав микрофлоры, так как видовое распределение таксономических групп на уровне рода, в данной экспериментальной группе, имело наиболее близкие показатели в отношении интактной группы, однако в данной группе существенно увеличивается численность представителей *Proteobacteria* и *Bacteroidetes* – 4,54% и 3,24%, на фоне снижения *Fusobacteria* на 7,88%. Комбинированное использование кормовых добавок УДЧ SiO₂ с КНА не оказывает ярко выраженного влияния на основных представителей индигенной микрофлоры кишечника исследуемых рыб. Процентное распределение микробиома кишечника по ключевым филогенетическим группам составило *Proteobacteria* – 63,63%, *Fusobacteria* – 33,12%, *Spirochaetes* – 2,63% и *Bacteroidetes* – 0,07%. Максимальный уровень содержания большинства из определяемых аминокислот в печени регистрируется в группе с комплексным использованием УДЧ SiO₂ и КНА, что, на наш взгляд, обусловлено значительным увеличением численности бактерий рода *Vibrio*. Хотелось бы отметить, что если рассматривать анализируемые показатели исключительно с позиций интенсивности роста рыб, то использование УДЧ SiO₂ является наиболее перспективным. Однако совместное использование УДЧ SiO₂ с КНА в кормлении рыб не только стимулирует рост, но и не оказывает выраженного ингибирующего действия на основных представителей структурного микробиома (*Proteobacteria* и *Fusobacteria*) и обеспечивает более высокие показатели синтеза и накопления аминокислот.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Исследования выполнены при финансовой поддержке Российского научного фонда (проект №23-76-10054)

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад авторов в работу: **Аринжанов А.Е.** – идея работы, сбор и анализ данных, подготовка статьи; **Мирошникова Е.П.** – подготовка и окончательная проверка статьи; **Сизенцов А.Н.** – сбор и обработка материалов, подготовка статьи; **Килиякова Ю.В.** – сбор и обработка материалов; **М.С. Аринжанова** – сбор и обработка материалов.

The authors declare that there is no conflict of interest.

The authors' contribution to the work: **A.E. Arinzhanov** – the idea of the work, data collection and analysis, preparation of the article; **E.P. Miroshnikova** – preparation and final revision of the article; **A.N. Sizentsov** – collection and processing of materials, preparation of the article; **Y.V. Kilyakova** – collection and processing of materials; **M.S. Arinzhanova** – collection and processing of materials.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Scott A., Vadalasetty K.P., Chwalibog A. [et al.]. Copper nanoparticles as an alternative feed additive in poultry diet: a review // *Nanotechnology Reviews*. 2017. Vol.7. Pp. 69-93. DOI 10.1515/NTREV-2017-0159
2. Squitti R., Negrouk V., Perera M., Llabre M.M. [et al.]. Serum copper profile in patients with type 1 diabetes in comparison to other metals // *J. Trace. Elem. Med. Biol.* 2019. Vol.56. Pp.156-161. DOI 10.1016/j.jtemb.2019.08.011
3. Унжаков А.Р., Чернобровкина Н.П., Робонен Е.В. Роль L-аргинина в метаболизме животных (обзор) // *Проблемы биологии продуктивных животных*. 2021. № 2. С.38-51. DOI 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2021.2.38-51
4. Dong Y.W., Jiang W.D., Wu P., Liu Y. [et al.]. Novel Insight Into Nutritional Regulation in Enhancement of Immune Status and Mediation of Inflammation Dynamics Integrated Study in vivo and in vitro of Teleost Grass Carp (*Ctenopharyngodon idella*): Administration of Threonine // *Front. Immunol.* 2022. Vol.13:770969. DOI 10.3389/fimmu.2022.770969
5. Canada P., Engrola S., Richard N., Lopes A.F. [et al.]. Dietary indispensable amino acids profile affects protein utilization and growth of Senegalese sole larvae // *Fish. Physiol. Biochem.* 2016. Vol.42. №6. Pp.1493-1508. DOI 10.1007/s10695-016-0235-1
6. Li X., Zheng S., Wu G. Nutrition and Functions of Amino Acids in Fish // *Adv. Exp. Med. Biol.* 2021a. Vol.1285. Pp.133-168. DOI 10.1007/978-3-030-54462-1_8
7. Teodósio R., Aragão C., Conceição L.E.C., Dias J. [et al.]. Metabolic Fate Is Defined by Amino Acid Nature in Gilthead Seabream Fed Different Diet Formulations // *Animals (Basel)*. – 2022. Vol.12. №13.1713. DOI 10.3390/ani12131713
8. Li P., Wu G. Composition of amino acids and related nitrogenous nutrients in feedstuffs for animal diets // *Amino Acids*. 2020. Vol.52. №4. Pp. 523-542. DOI 10.1007/s00726-020-02833-4
9. Li X., Han T., Zheng S., Wu G. Nutrition and Functions of Amino Acids in Aquatic Crustaceans // *Adv. Exp. Med. Biol.* 2021. Vol.1285. Pp. 169-198. DOI 10.1007/978-3-030-54462-1_9
10. Sun H., Zhu C., Fu X., Khattak S. [et al.]. Effects of intestinal microbiota on physiological metabolism and pathogenicity of *Vibrio* // *Front. Microbiol.* 2022. Vol.13:947767. DOI 10.3389/fmicb.2022.947767

LITERATURE AND SOURCES

1. Scott A., Vadalasetty K.P., Chwalibog A. [et al.]. (2017). Copper nanoparticles as an alternative feed additive in poultry diet: a review // *Nanotechnology Reviews*. Vol.7. Pp. 69-93. DOI 10.1515/NTREV-2017-0159
2. Squitti R., Negrouk V., Perera M., Llabre M.M. [et al.]. (2019). Serum copper profile in patients with type 1 diabetes in comparison to other metals // *J. Trace. Elem. Med. Biol.* Vol.56. Pp. 156-161. DOI 10.1016/j.jtemb.2019.08.011
3. Unzhakov A.R., Chernobrovkina N.P., Robonen E.V. (2021). The role of L-arginine in animal metabolism (review) // *Problems of productive animals*. Vol.2. Pp. 38-51 DOI 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2021.2.38-51. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 28.02.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 02.04.2024



Опыт выращивания приморского гребешка в донном вольере на рыбоводном участке в бухте Козьмина залива Находка. Рекомендации по установке

Обзорная статья
УДК 639.4

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-95-101

Бровкина Елена Павловна – Старший преподаватель кафедры «Промышленное рыболовство» ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет», Владивосток, Россия
E-mail: lenabrovkina@mail.ru

Костина Елена Андреевна – начальник участка обслуживания гидробиотехнических сооружений ООО «Транснефть – Порт Козьмино», Приморский край, г. Находка, Россия
E-mail: kostinaea@npk.transneft.ru

Адреса:

1. ФГБОУ ВО «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет» – Россия, 690087, Приморский край, г. Владивосток, Луговая ул., д. 526
2. ООО «Транснефть – Порт Козьмино» – Россия, 692941, Приморский край, г. Находка, мкр. Врангель, ул. Нижне-Набережная, д. 78

Аннотация. В статье рассмотрен опыт выращивания приморского гребешка в донном вольере на рыбоводном участке в бухте Козьмина залива Находка, даны рекомендации по установке и обслуживанию донного вольера.

Вольер был сконструирован и установлен в 2014 году. Он прошел апробацию в бухте Козьмина, позволил эффективно выращивать гребешка донным способом на небольшой территории. Основная задача данного проекта – удержать высаживаемый гребешок на конкретном донном участке. В качестве материала для стенки вольера использовали капроновую дель. Для обеспечения плавучести в данной конструкции применялись ПВХ наплава. Задача удержания вольера на заданном месте была, по большей части, решена использованием гравитационных якорей

ГБТС. Монтаж и ремонт вольера описан в 5 и 6 пунктах данной статьи. За восемь лет после установки вольера на донный участок было высажено более 800 тыс. особей гребешка приморского и уже на протяжении нескольких лет проводится постепенное изъятие товарной продукции. Вольер в бухте Козьмина выстоял при прохождении разрушительных тайфунов, которые обрушивались на Приморье в последние годы (в том числе тайфуна Майсак 2020 г.). В результате проведенных работ на рыбоводном участке сформирован своеобразный кластер: на элементы ГБТС, садки, внешнюю оболочку коллекторов также высаживается спат гребешка, который при откреплении автоматически уже оказывается в вольере. Данный кластер можно дополнять небольшими искусственными укрытиями (рифами) для трепанга и объектами, подходящими для района установки, чтобы получить устойчивое поликультурное хозяйство.

Ключевые слова: гребешок приморский, марикультура, донный вольер, выращивание, кластер, ГБТС

Для цитирования: Бровкина Е.П., Костина Е.А. Опыт выращивания приморского гребешка в донном вольере на рыбоводном участке в бухте Козьмина залива Находка. Рекомендации по установке // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 95-101. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-95-101

THE EXPERIENCE OF GROWING A SEASIDE SCALLOP IN A BOTTOM AVIARY AT A FISH BREEDING SITE IN THE KOZMINA BAY OF NAKHODKA BAY. INSTALLATION RECOMMENDATIONS

Elena P. Brovkina – Senior Lecturer at the Department of Industrial Fisheries, Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

Elena A. Kostina – Head of the Maintenance section for Hydrobiotechnical Structures of Transneft Kozmino Port LLC, Primorsky Krai, Nakhodka, Russia

Addresses:

1. **Far Eastern State Technical Fisheries University** – 52b, Lugovaya str., Primorsky Krai, Vladivostok, 690087, Russia

2. **Transneft – Kozmino Port LLC** – Russia, 692941, Primorsky Krai, Nakhodka, md. Wrangel, Nizhne-Naberezhnye Chelny str., 78

Annotation. The article discusses the experience of growing a seaside scallop in a bottom aviary at a fish hatchery in the Kozmina Bay of Nakhodka Bay, and provides recommendations for installing and maintaining a bottom aviary.

The aviary was designed and installed in 2014. It has been tested in Kozmina Bay, and has made it possible to effectively grow scallops by bottom method in a small area. The main task of this project is to keep the planted scallop in a specific bottom area. Nylon fabric was used as a material for the wall of the enclosure. To ensure buoyancy, PVC surfacing was used in this design. The task of keeping the aviary in a given place was, for the most part, solved using gravity anchors of the GBTS. Installation and repair of the enclosure is described in paragraphs 5 and 6 of this article. In the eight years after the installation of the aviary, more than 800 thousand individuals of the Primorsky scallop were planted on the bottom area and for several years the gradual withdrawal of marketable products has been carried out. The aviary in Kozmina Bay withstood the passage of destructive typhoons that struck Primorye in recent years (including typhoon Maysak 2020). As a result of the work carried out at the fish breeding site, a kind of cluster was formed: scallop spat is also planted on the elements of GBTS, cages, the outer shell of collectors, which, when detached, automatically turns out to be in the aviary. This cluster can be supplemented with small artificial shelters (reefs) for trepang and facilities suitable for the installation area in order to obtain a sustainable multicultural economy.

Keywords: seaside scallop, mariculture, bottom aviary, cultivation, cluster, GBTS

For citation: Brovkina E.P., Kostina E.A. The experience of growing a seaside scallop in a bottom aviary at a fish breeding site in the Kozmina Bay of Nakhodka Bay. Installation recommendations // Fisheries. 2024. № 2. Pp. 95-101. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-95-101

Рисунки – авторские / The drawings were made by the author

ВВЕДЕНИЕ

Нефтеналивной терминал ООО «Транснефть – Порт Козьмино» в бухте Козьмина залива Находка введен в эксплуатацию в 2009 году. С момента его запуска состояние акватории бухты Козьмина – предмет неустанного контроля экологов предприятия.

Для отслеживания экологической ситуации в акватории, специалистами ООО «Транснефть – Порт Козьмино» разработан и внедрен проект комплексного мониторинга состояния морской экосистемы при помощи ее непосредственных обитателей – морских гидробионтов. Технология данного экологического мониторинга разработана совместно с ООО «НИИ Транснефть» (г. Москва) и учеными Тихоокеанского филиала ФГБНУ «ВНИРО» (г. Владивосток) [1].

Программа комплексного экологического мониторинга представляет собой систему регулярных наблюдений за состоянием естественной экосистемы бухты Козьмина и специально культивируемых на участке гидробионтов, в том числе – гребешка приморского.

Для культивирования морских гидробионтов с 2012 г. за предприятием закреплён небольшой рыбоводный участок в непосредственной близости (около 250 м) к нефтеналивному терминалу.

Конечно, основная цель данного проекта – комплексный экологический мониторинг состояния бухты. Но при этом участок получен и функционирует как стандартный рыбоводный участок, специализирующийся на товарном выращивании гребешка приморского.

На базе участка был сконструирован и прошёл апробацию (с 2014 г.) своеобразный комплекс, позволяющий эффективно выращивать гребешка донным способом на небольшой территории.

ВВОДНЫЕ ДАННЫЕ

Площадь участка марикультуры в бухте Козьмина 7,49 га. Он находится с южной стороны и имеет небольшой уклон к центру бухты. Глубины меняются примерно с 8 до 18 метров. Грунт в основной части представлен илистым песком. Южная граница участка окаймлена свалом, сформированным крупными валунами. Грунт подходит для выращивания гребешка на дне практически по всей площади.

На участке марикультуры планировалось выращивание гидробионтов на двух ярусах: подвесная культура на п-образных гибких установках (10 шт.) и донная культура на дне плантации.

Так как площадь участка небольшая, а грунты вокруг вполне подходят для жизни гребеш-

ка, существовала большая вероятность смещения выращиваемых особей за периметр РВУ. Выемка же собственного гребешка, ушедшего с участка, законодательством не предусмотрена.

Для того, чтобы избежать потерь при выращивании гребешка на дне, в 2014 г. на участке марикультуры был проведен монтаж донного ограждения – вольера. Основная задача данного проекта – удерживать высаживаемый гребешок на конкретном донном участке.

ОСНОВНАЯ ИДЕЯ

Вольер располагается в месте, где условия (грунты, температурный режим, соленость, волновые нагрузки) подходят для выращивания гребешка на дне. Лучшим критерием может служить наличие естественного поселения гидробионта.

Донный вольер должен огораживать достаточно большую площадь. Согласно справочникам [2; 3; 4] молодь гребешка расселяют на дно с плотностью 40-60 экз/м². Для расчета можно использовать среднюю рекомендуемую плотность отсадки гребешка на дно – 50 экз/м². Таким образом, для высадки 1 млн особей требуется огородить около 2 га.

Высота стенки 0,7-1 м, материал – дельс ячеей не более 30-50 мм.

В толще воды стенка поддерживается наплавами, которые желательно разместить равномерно и через небольшие промежутки, чтобы избежать провисания стенки.

На грунте ограждение вольера удерживается равномерно распределенным грузом. Груз должен быть гибким, позволяя нижней подбуре четко следовать изгибам дна.

Во избежание подвижек стенки, при серьезных волновых воздействиях, вольер по периметру необходимо надежно закрепить.

ИСПОЛНЕНИЕ

При установке вольера стоит проанализировать условия существующего участка, чтобы найти способы минимизировать затраты и облегчить установку. Местом расположения вольера был выбран участок с установленными гибкими п-образными ГБТС, на которых выращивается садковый гребешок и мидия, а также вешиваются гребешковые коллекторы, предназначенные для сбора спата. Хребтины смонтированы с расстоянием в 17-20 м друг от друга, а якоря одной хребтины отстоят примерно на 200 метров. Глубина в месте постановки от 8 до 18 метров. Размер участка под вольер получился примерно 170х180 м, и соответственно его площадь составила около 3,06 га. С южной стороны участка расположен



«свал глубин» – место, где глубина довольно резко уменьшается по направлению к берегу. Свал представлен крупновалунным грунтом и исключает движение гребешка в данном направлении. Соответственно, стенку вольтера необходимо было монтировать только с трех сторон.

В качестве материала для стенки вольтера использовали капроновую дель. Выбор в пользу капрона был сделан по следующим причинам. Капрон – материал прочный и стойкий к воздействию морской среды. При необходимости можно недорого найти куски дель бывшие в употреблении, например, ставные неводы. С точки зрения рационального использования ресурсов, данное направление очень оправдано. Старые неводы пускаются в дело и служат еще много лет. Большие порывы дель легко ремонтируются, а мелкие

не влияют на эксплуатацию – гребешок не может целенаправленно искать выход из вольтера. При необходимости куски вольтера можно достать для очистки и высушить на берегу – капрон практически не разрушается на солнце при атмосферных воздействиях. Впоследствии можно выставлять вольтер на то же место или перенести.

Для обеспечения плавучести в данной конструкции применялись ПВХ наплавывы, которые обычно используют для ставных и закидных неводов. Можно использовать любые наплавывы небольшого размера. Для лучшего крепления наплавывов, дель по верхней части посадили на подбору (веревка диаметром ≈ 10 мм). Наплавывы можно нанизать на подбору, но тогда необходимо четко соотнести подъемную силу с прижимающей, чтобы наплавывы не приподняли участок стенки над грунтом. Целесообразно их нанизать на подбору через один. А другую часть закрепить за подбору отдельно. В таком случае, при необходимости снизить плавучесть, водолаз просто отрежет лишние наплавывы.

Равномерное прилегание стенки к грунту обеспечивает груз, распределенный по нижней подборе сетного полотна. Для этой цели удобно использовать старые цепи. Но необходимого эффекта легко добиться, используя небольшие камни, которые равномерно вшивают в нижнюю часть сетного полотна, или что-то иное. Подобное распределение груза позволяет добиться хорошего прилегания стенки к грунту даже с довольно сложным профилем дна. Со временем нижняя подборка может замываться в грунт, что уменьшает возможность ее смещения.

Задача удержания вольтера на заданном месте была, по большей части, решена использованием гравитационных якорей ГБТС. Обе короткие стенки крепились нижней подборкой к якорям с внешней стороны. По длинной стороне крепление проводилось посредством отдельных бетонных грузов весом 25-40 кг. В качестве грузов можно использовать мешки из дель с камнями. Грузы распределяли с расстоянием 20-30 м друг от друга. На этом участке местами грунт был более рыхлым и некоторые грузы со временем немного затянуло, что добавило прочности конструкции.

МОНТАЖ

Установку вольтерного ограждения необходимо было провести с небольшой лодки типа СЛК-580 (в обиходе ее часто называют «Ламинария»). Она имеет габариты 5,8 на 1,94 м, ровную палубу без надстроек и передвигается при помощи подвесного двигателя мощностью 9-30 л.с. Лодка очень удобна для

проведения некоторых работ на небольшом удалении от берега. Выставляли ограждение вольера силами двух человек (плюс один на моторе) и одного водолаза.

Последовательность работ:

1. Изготовление стенок вольера;
2. Разметка места установки;
3. Перевоз и установка элементов стенки;
4. Закрепление элементов на дне и между собой, контрольный осмотр, регулировка плавучести (при необходимости).

Для удобства погрузки и установки, стенку монтировали из отдельных элементов. Каждая часть была длиной 40-50 метров. Изготовление проводили на берегу и на нижней и верхней подборе оставляли свободными части веревки по 1,5-2 метра. Эти отрезки необходимы для крепления к первым гравитационным якорям и соединения элементов между собой.

Разметка для установки проводилась на воде в безветренную погоду. Гравитационные якоря водолаз отметил буйками. По длинной стенке, непосредственно с лодки, были разме-

щены бетонные грузы вольера, отмеченные также буйками. Все веревки выбираются на полную длину (отслеживается, чтобы веревка уходила в воду отвесно), для обозначения точного места нахождения якоря (груза).

При загрузке элемента стенки в лодку, его ровно расправляют, избегая скручивания. Каждый кусок (40-50 м) грузили отдельно – так оказалось проще устанавливать. При спуске с лодки на буйке первого якоря водолаз уходит с веревкой от нижней подборы. Сетную стенку аккуратно стравливают (на глубину погружения) не допуская перекручивания. Водолаз привязывает подбору к якорю и, направляя стенку вольера по его внешней стороне, дает сигнал к началу движения. Лодка движется задним ходом к буйке следующего якоря, а стенка вольера, расправляясь, подается через носовую часть – так удобней регулировать скорость (т.е. силу натяжения) и избегать попадания веревки на винт двигателя. Непосредственно во время установки дополнительно крепить к якорям стенку не нужно – она хорошо удерживается.



Рисунок. Стенка вольера, 6 лет эксплуатации

Figure. Enclosure wall, 6 years of operation

живается на дне грузом нижней подборы. Водолаз просто направляет стенку вдоль якорей. Но при перерыве работ (даже на ночь) необходимо окончательно прикрепить элемент стенки к держащим якорям.

После размещения стенки ее необходимо надежно закрепить к якорям и связать элементы стенки между собой. Сшивать элементы стенки между собой необходимости нет, достаточно связать подборы и закрепить сетное полотно в нескольких местах. Одновременно проводится контроль плавучести стенки на предмет прилегания нижней подборы к грунту. При необходимости некоторые наплавы можно срезать.

ЭКСПЛУАТАЦИЯ

За десять лет, после установки вольера на донный участок, было высажено около миллиона особей гребешка приморского и уже на протяжении нескольких лет проводится постепенное изъятие товарной продукции. Гребешок на участке заметно тяготеет к глубине 12-18 м, и несомненно ушел бы за периметр РВУ, будь у него такая возможность. Плотность гребешка внутри вольера местами превышает 20 экз./м² в то время, когда за ограждением попадают лишь отдельные особи. При такой плотности водолаз проводил эффективный сбор гребешка даже практически при полном отсутствии видимости – наощупь.

Обрастатели

Сначала были опасения, что стенки вольера со временем обрастут и будет необходимость его чистить. При изготовлении рассматривалась возможность извлечения элементов вольера для просушки и чистки. Но за десять лет дель обросла совсем несущественно. Наиболее заметные поселенцы – отдельные асцидии (булавовидная и пурпурная), а морские ежи, звезды и трепанги определили себе дополнительную кормовую площадку. Но даже в случае сильного обрастания (например, мидией или баянусами), которое сможет положить участок ограждения на дно, уйти гребешку будет затруднительно. В такой ситуации, скорее всего, образуется стенка из донных прикрепленных гидробионтов – искусственный риф, и пересечь ее гребешку будет практически невозможно.

Водоросли

Весной и в начале лета дно участка иногда зарастает водорослями (в основном – десмо-рестия *Desmarestia viridis*), проективное покрытие которых иногда превышает 60-80%. Водоросли могут захлестнуть и, местами, положить на дно отдельные участки ограждения. Но гребешок не может покинуть территорию

вольера, т.к. среди водорослей его движения затруднены. Когда водоросли исчезают с участка (обычно к середине лета участок практически полностью освобождается от водорослей) сетное ограждение расправляется.

Осьминоги

Некоторый урон выращиваемому гребешку могут нанести осьминоги. Они охотно селятся под якорями и грузами, и питаются недалеко от жилища. Урон от отдельных особей не так велик, но количество осьминогов на участке может увеличиться, так что требуется некоторый контроль.

Ремонт

Некоторой сложностью оказалось то, что часть пенопластовых наплавов через несколько лет потеряла плавучесть. В основном это произошло на глубинной части вольера (более 12 м), где давление на наплавы было наибольшим. Значительный участок стенки залег на дно и даже местами был занесен илом. Гребешок начал выходить за пределы вольера. Необходимо было провести ремонт – поднять сетку обратно.

Для проведения ремонта использовали материалы, которые находились на участке: кухтыли от хребтин с двумя ушками (Ø 300 мм), капроновый фал (Ø 6 мм) и грузы для притопления хребтин (массой ≈ 24 кг). Массу груза желательнее подобрать такой, чтобы она обеспечивала погружение кухтыля, но с небольшим запасом – чтобы кухтыль опускался на дно плавно. К кухтылю подвязывали пять веревок: центральную (на оба ушка) и по две отдельно в каждое. Длина центральной и крайних веревок составляла 4-4,5 м, средних – 3-3,5 метра. При такой длине веревок, один кухтыль устойчиво удерживает участок стенки около 10-12 метров. Водолаз опускался на стенку вольера, подбирая точку для крепления и выпускал сигнальный буюк. Кухтыль с подвязанными веревками и закрепленным грузом аккуратно опускали водолазу на специальной веревке с карабином, ориентируясь на расположение пузырей. При хорошей видимости водолазу не составляет труда увидеть спускаемый груз, а вес небольшого груза позволяет маневрировать. Установив груз, водолаз поднимает дель и крепит верхнюю подбору к петле на центральной веревке. Затем последовательно крепит средние и крайние веревки, стараясь обеспечить равномерное натяжение.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ПЕРСПЕКТИВА

Выращивание гребешка в подобном вольере – разновидность донного культивирования. Здесь используются плотности посадки, как при стандартном пастбищном выращивании. Но можно достоверно утверждать, что выживаемость гребешка в вольере существенно пре-

высила нормативную выживаемость для донного выращивания. При четырехлетнем цикле удобно выращивать каждое поколение в своем вольере, расселяя годовика в полном объеме (близком к максимальной ёмкости вольера) на площадку с товарным гребешком, который изымается в текущем году.

Но на рассматриваемом РВУ количество ежегодно расселяемой молоди не обеспечивает полной загрузки данной площади. И гребешок каждую весну расселяется в имеющийся вольер, а водолаз летом изымает наиболее крупных особей, оставляя на дорастивание молодых и тугорослых.

Вольер в бухте Козьмина выстоял при прохождении разрушительных тайфунов, которые обрушивались на Приморье в последние годы (в том числе тайфуна Майсак 2020 г.).

В результате проведенных работ на рыбоводном участке сформирован своеобразный кластер.

Верхний ярус ГБТС позволяет разместить гребешковые коллекторы в необходимом объеме (на данном участке можно бы было разместить не менее 16 тыс. мешочных коллекторов) или дополнительно проводить выращивание других объектов (на нашем участке дополнительно выращивается тихоокеанская мидия (*Mytilus trossulus*). Осенью с коллекторов собирают молодь гребешка, и она зимует в садках на этих же хребтинах. Весной подросший гребешок расселяем на дно непосредственно из садков с борта лодки. Гребешок не перевозят, он не поддается стрессу, активен и начинает разбегаться сразу при оседании на дно (проводилось водолазное наблюдение за расселяемой молодью). Сейчас на участке нет большого количества наиболее опасных морских звезд, большая часть их представлена патирией гребешковой. Патирия не так активно охотится за гребешком и нападает в основном на ослабленную и снулую молодь. В такой ситуации участок можно даже специально не готовить для расселения, защищая морских звезд.

На элементы ГБТС, садки, внешнюю оболочку коллекторов также садится спат гребешка, который при откреплении автоматически уже оказывается в вольере.

Наличие ГБТС существенно облегчает разметку площадки и обеспечивает надежное крепление вольера.

При расположении кластера на песчаных и песчано-илистых грунтах элементы вольера и ГБТС станут отличной площадкой для трепанга, обеспечив его укрытием. А двустворчатые моллюски, при культивировании их на установках, будут поставлять питание. При отсутствии установок расселять на такие грунты

молодь трепанга не целесообразно. А данный кластер можно дополнять небольшими искусственными укрытиями (рифами) для трепанга. Но при их расположении необходимо учитывать отторгаемую у гребешка площадь и притопление хребтин (чтобы притапливающие груза не цеплялись за укрытия).

Данный кластер можно дополнять другими объектами, подходящими для района установки, и получить устойчивое поликультурное хозяйство.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклада авторов в работу: Костина Е.А. – идея работы, сбор и анализ данных, написание статьи; Бровкина Е.П. – анализ данных, подготовка статьи к публикации.

The authors declare that there is no conflict of interest.

The authors declare that there is no conflict of interest. The authors' contribution to the work: Kostina E.A. – the idea of the work, data collection and analysis, writing the article; Brovkina E.P. – data analysis, preparation of the article for publication.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Выходцева Н.А., Костина Е.А., Уколова Е.С. Биомониторинг акватории бухты Козьмина в районе нефтеналивного терминала ООО «Спецморнефтепорт Козьмино» // Наука и технологии трубопроводного транспорта нефти и нефтепродуктов. 2014. №1(13). С. 86-91
2. Справочник по культивированию беспозвоночных в южном Приморье / Сост. А.В. Кучерявенко, Г.С. Гаврилова, М.Б. Бирюлина. Владивосток: ТИНРО-центр. 2002
3. Инструкция по технологии садкового и донного культивирования приморского гребешка / сост. А.В. Кучерявенко, А.П. Жук. – Владивосток: ТИНРО-центр. 2011. 49 с.
4. Ким Г.Н., Лескова С.Е., Матросова И.В. Марикультура: учеб. пособие / М.: Моркнига. 2014. 273 с.

LITERATURE AND SOURCES

1. Vykhotseva N.A., Kostina E.A., Ukolova E.S. (2014). Biomonitoring of the Kozmina Bay water area in the area of the oil loading terminal of LLC "Spetsmornefteport Kozmino" // Science and technology of pipeline transportation of oil and petroleum products. No.1 (13). Pp. 86-91 (In Russ., abstract in Eng.)
2. Handbook of invertebrate cultivation in southern Primorye / Comp. A.V. Kucheryavenko, G.S. Gavrilova, M.B. Biryulina. Vladivostok: TINRO-center. 2002. (In Russ.)
3. Instructions on the technology of cage and bottom cultivation of the seaside scallop / comp. A.V. Kucheryavenko, A.P. Zhuk. – Vladivostok: TINRO-center. 2011. 49 p. (In Russ.)
4. Kim G.N., Leskova S.E., Matrosova I.V. (2014). Mari-culture: studies. the manual / M.: Morkniga. 273 p. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 29.11.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 05.04.2024



Гидродинамика плетеных безузловых делей

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-102-109

Научная статья
УДК 639.2.081: 639.3

Недоступ Александр Алексеевич – кандидат технических наук, доцент, заведующий кафедрой промышленного рыболовства, Калининград, Россия
E-mail: nedostup@klgtu.ru

Ражев Алексей Олегович – кандидат технических наук, ведущий научный сотрудник, Калининград, Россия
E-mail: aleksej.razhev@klgtu.ru

Насенков Павел Владимирович – старший преподаватель кафедры промышленного рыболовства, Калининград, Россия
E-mail: pavel.nasenkov@klgtu.ru

Сергеев Егор Ильич – аспирант кафедры промышленного рыболовства, Калининград, Россия
E-mail: pyrojaeger@gmail.com

Пивоварова Юлия Сергеевна – аспирантка кафедры промышленного рыболовства, Калининград, Россия
E-mail: yuliya.pivovarova@klgtu.ru

Волошин Артур Александрович – магистрант кафедры промышленного рыболовства, Калининград, Россия
E-mail: arthur.voloschin@yandex.ru

Калининградский государственный технический университет (ФГБОУ ВО «КГТУ»)

Адрес: Россия, 236022, г. Калининград, Советский проспект, д. 1

Аннотация. Сетные плетеные безузловые конструкции представляют собой орудия рыболовства и садки аквакультуры. Это сетные полотна, изготавливающиеся из высокопрочных нитей, веревок и шнуров без использования узлов. В качестве материала служат полиамидные и полиэтиленовые волокна. Производятся безузловые дели на специальных вязальных фабриках, которые работают в соответствии с технологией фиксации ячеек. На последнем этапе производства делей, они подвергаются термической обработке, что обеспечивает им дополнительную прочность. Они надежнее, вес из-за отсутствия узловых соединений меньше, риск травмирования рыбы минимален, также проточность таких делей лучше, а водоросли и другие микроорганизмы не прирастают к ним. Безузловые сети имеют широкое применение в изготовлении садков, селективных вставок тралов, неводов и ловушек.

В статье рассмотрено применение численного метода для определения гидродинамических характеристик сетных полотен безузлового плетения при помощи разработанного авторами программного обеспечения. Была выполнена схематизация безузловой дели для создания математической модели, основанной на дифференциальных уравнениях в частных производных Навье-Стокса. Были установлены начальные и граничные условия для заданной расчетной области. Расчет проводился на регулярной расчетной сетке по неявной конечно-разностной схеме с применением методов покоординатного расщепления, линеаризации нелинейных уравнений с последующей коррекцией нелинейных коэффициентов, решением полученных трехдиагональных систем методом прогонки. Приводятся результаты численных экспериментов в виде визуализации давления на поверхности разных безузловых делей при различных углах атаки.

Ключевые слова: безузловая дель, программное обеспечение, гидродинамика, цифровые технологии

Для цитирования: Недоступ А.А., Ражев А.О., Насенков П.В., Сергеев Е.И., Пивоварова Ю. С., Волошин А.А. Гидродинамика плетеных безузловых делей // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 102-109.
DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-102-109

HYDRODYNAMICS OF BRAIDED NETTINGS KNOTLESS

Alexander A. Nedostup – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Industrial Fisheries, Kaliningrad, Russia

Alexey O. Razhev – Candidate of Technical Sciences, Leading Researcher, Kaliningrad, Russia

Pavel V. Nasenkov – Senior lecturer at the Department of Industrial Fisheries, Kaliningrad, Russia

Egor I. Sergeev – postgraduate student of the Department of Industrial Fisheries, Kaliningrad, Russia

Yulia S. Pivovarova – postgraduate student of the Department of Industrial Fisheries, Kaliningrad, Russia

Artur A. Voloshin – Master's student of the Department of Industrial Fisheries, Kaliningrad, Russia

Kaliningrad State Technical University (KSTU)

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

Annotation. Netting knotless represent fishing implements and aquaculture cages. These are mesh fabrics made of high-strength yarns without the use of knots. Polyamide and polyethylene fibers serve as the material. Nettings knotless fabrics are produced in special knitting factories that work in accordance with the technology of fixing cells. At the last stage of production, the products are subjected to heat treatment, which provides additional strength to the nettings. Such nets are superior to their nodular analogues. They are more reliable, the weight due to the lack of nodal connections is less, the risk of injury to fish is minimal, also the flow rate of such connections is better, and algae and other microorganisms do not grow to them. Netting knotless are widely used in the manufacture of cages, selective inserts of trawls, seines and traps. The article considers the application of a numerical method to determine the hydrodynamic characteristics of knotless netting using software developed by the authors. The schematization of the netting knotless was performed to create a mathematical model based on Navier-Stokes partial differential equations. The initial and boundary conditions for a given computational domain were established. The calculation was carried out on a regular computational grid using an implicit finite-difference scheme using methods of coordinate splitting, linearization of nonlinear equations with subsequent correction of nonlinear coefficients, and solution of the obtained tridiagonal systems by the run-through method. The results of numerical experiments are presented in the form of visualization of pressure on the surface of various mesh structures at different angles of attack.

Keywords: netting knotless, software, hydrodynamics, digital technologies

For citation: Nedostup A.A., Razhev A.O., Nasenkov P.V., Sergeev E.I., Pivovarova Yu. S., Voloshin A.A. Hydrodynamics of braided netting knotless // Fisheries. 2024. № 2. Pp. 102-109. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-102-109

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

Сетные конструкции, а именно плетеные безузловые дели широко применяются в орудиях промышленного рыболовства [1; 2] и в садках аквакультуры [3-5]. Также применяются безузловые дели в различных инженерных сооружениях [6]. Безузловая дель изготавливается из высокопрочных полиамидных и полиэтиленовых и других нитей, веревок и шнуров без использования узлов. Она производится на специализированном вязальном оборудовании, в соответствии с технологией фиксации ячеек. На заключительном этапе производства всю продукцию подвергают термообработке, что придает безузловымделям дополнительную прочность. Безузловые дели имеют множество преимуществ перед узловыми аналогами. Они на 15-20% меньше ве-

сят, что уменьшает силу гидродинамического сопротивления и значительно снижает затраты на материалы. Вероятность повреждений вылавливаемых объектов сводится к минимуму, а прочность дели выше из-за отсутствия уязвимых соединений, которые в процессе эксплуатации имеют риск ослабнуть и распусться. Также проточность безузловых делей лучше, а водоросли и другие микроорганизмы не прирастают. Технология производства таких делей имеет широкое применение в изготовлении садков, селективных вставок тралов, закидных и ставных неводов, мереж и ловушек.

Сетчатые конструкции, имеющие малые числа модуля упругости E (поперечного и продольного), принято называть сетными кон-

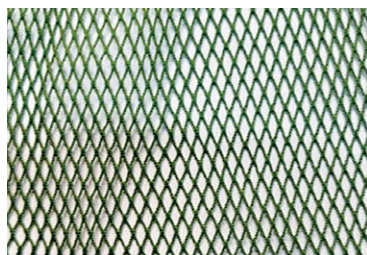


Рисунок 1.
Безузловая
плетеная дель
T0

Figure 1.
Knotless
braided
webbing T0



Рисунок 2. Садки аквакультуры

Figure 2. Knotless braided webbing T0

струкциями. В данном случае исследуются дель для рыболовства и рыбоводства.

В рыболовной промышленности безузловые дель успешно используются в селективных вставках, а также концевых частях для уменьшения гидродопора. Главная проблема применения безузловых делей – это низкая ремонтопригодность. Ремонтировать такую дель невозможно, следует только заменять элементы.

На рисунке 1 изображена деталь куклы безузловой дель. На рисунке 2 изображены садки аквакультуры, изготовленные из безузловой дель.

В орудиях промышленного рыболовства применяются плетеные безузловые дель с поворотом: T0, T45 и T90. Их продольный модуль упругости соответствует значениям ниток и веревок и составляет $E \leq 2$ ГПа.

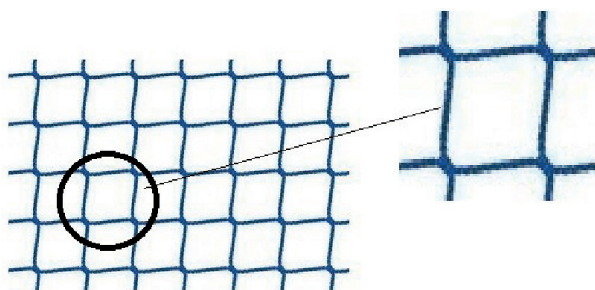


Рисунок 3. Схематизация плетеной безузловой дель T45

Figure 3. Schematization of braided knotless webbing T45

Во время ведения промысла на дель действуют гидродинамические силы, создающие натяжение в сетной конструкции. Важным является изучение таких гидродинамических характеристик как поля давлений и скоростей. С этой целью следует применять метод физического эксперимента [7-8] и метод численного эксперимента [9-10].

Физический эксперимент требует дорогостоящего оборудования, к примеру, гидроканал, а также инструменты типа PIV [11] для определения скорости частиц воды вокруг и рядом с безузловой делью, а также – для определения полей давлений, которые необходимы для расчета гидродинамики безузловых конструкций.

Численный эксперимент является более доступным, но имеет свои трудности. Для его проведения необходимо воспользоваться специальной компьютерной программой, которая будет включать в себя все возможные взаимодействия сетного полотна с водной средой. Создание такой программы требует высоких математических познаний в сочетании с навыками программирования. Применение алгоритмов численного эксперимента и имитационного моделирования основываются на решении уравнения Навье-Стокса и уравнения неразрывности [12].

Рассмотрим схематизацию плетеных безузловых делей T45 (рис. 3).

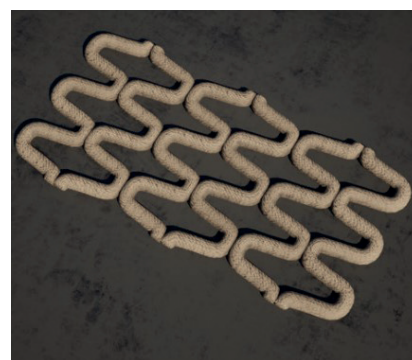
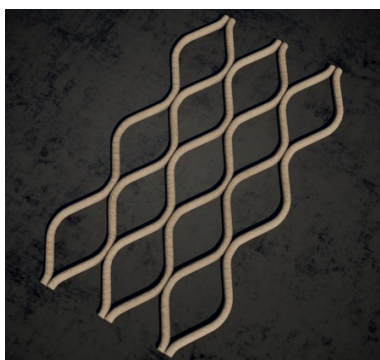
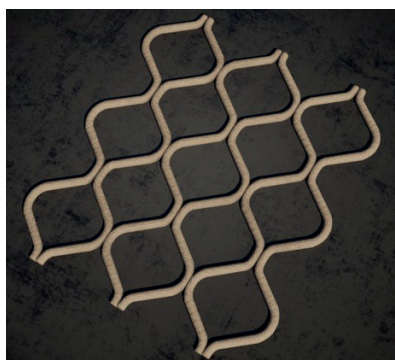
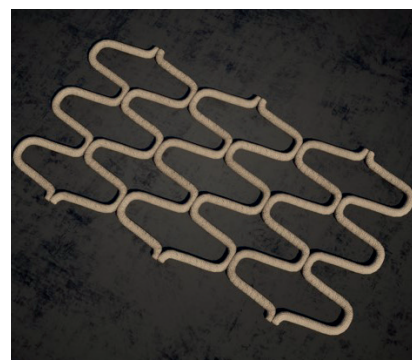
Подготовка 3D моделей представлена на рисунках 4-6.

В данной работе был осуществлен численный эксперимент, для проведения которого использовалась компьютерная программа «Гидродинамика плетеной безузловой дель», разработанная авторами. Программа была написана на языке программирования C++ и создана посредством визуальной среды разработки Embarcadero RAD Studio. Интерфейс данной платформы имеет стандартные операционные системы, что облегчает работу в ней. Пользователям не требуется дополнительных навыков для ее освоения.

Программное обеспечение «Гидродинамика плетеной безузловой дель» специально предназначено для проведения расчетов и анализа гидродинамического поведения безузловых делей, с акцентом на расчет сетчатых конструкций. Через графический интерфейс программы пользователь может легко выполнять расчеты и анализ гидродинамических процессов, используя численные методы моделирования и учитывая особенности сетчатых конструкций.

Алгоритм расчета включает следующие основные шаги:

1. Представить в дискретном виде простран-

а) посадка $u_x = 0,454$ а) посадка $u_x = 0,707$ а) посадка $u_x = 0,898$ **Рисунок 4.** Участок безузловой дели $d/a=0,51$ / **Figure 4.** Part of the nodeless webbing $d/a=0,51$ а) посадка $u_x = 0,454$ а) посадка $u_x = 0,707$ а) посадка $u_x = 0,898$ **Рисунок 5.** Участок безузловой дели $d/a=0,25$ / **Figure 5.** Part of the nodeless webbing $d/a=0,25$ а) посадка $u_x = 0,809$ а) посадка $u_x = 0,707$ а) посадка $u_x = 0,898$ **Рисунок 6.** Участок безузловой дели $d/a=0,13$ / **Figure 6.** Part of the nodeless webbing $d/a=0,13$

ственные производные уравнений Навье-Стокса и уравнения неразрывности с использованием конечно-разностного метода.

2. Сформировать системы линейных алге-

браических уравнений, на основе полученных дискретизированных уравнений.

3. Применить неявный метод для решения системы уравнений, что позволяет эффектив-

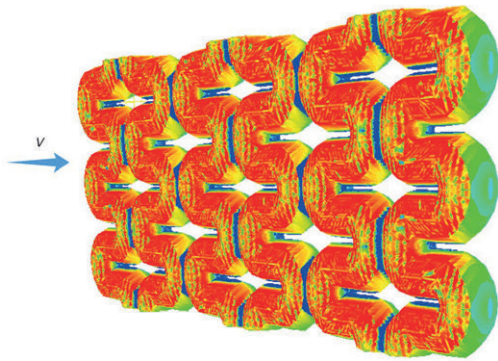


Рисунок 7. Компьютерная модель плетеной безузловой дели ($d/a=0,5$, $u_x=0,898$, 9 ячеей), вектор скорости потока направлен к плоскости ячейи под углом 90°

Figure 7. Computer model of a braided knotless net ($d/a=0,5$, $u_x=0,898$, 9 mesh), flow velocity vector is directed to the mesh plane at angle of 90°

но учитывать временные и пространственные изменения полей скоростей и давлений.

4. Установить ограничения первого рода на границах расчетной области и на поверхности имитационной модели сетки для учета заданных граничных условий.

Расчет выполнялся с использованием неявно-конечно-разностного метода на регулярной расчетной сетке. На границах расчетной сетки и на поверхности плетеной безузловой дели были установлены начальные условия и ограничения первого рода по полю скоростей и давлений.

Ниже приведены основные уравнения гидродинамики, используемые при расчете:

1. Уравнение сохранения массы (уравнение неразрывности) с введенным в него компонентом искусственной сжимаемости среды:

$$\frac{\partial p}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = \alpha \rho \nabla \cdot \mathbf{v}, \quad (1)$$

где p – давление воды; t – время; ρ – плотность воды; $\mathbf{v}$ – вектор скорости потока относительно дели; α – коэффициент искусственной сжимаемости среды.

2. Уравнения сохранения импульса по направлениям x, y, z (уравнение Навье-Стокса):

$$\frac{\partial (\rho v_x)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v_x \mathbf{v}) = \mu \nabla^2 v_x - \frac{\partial p}{\partial x}, \quad (2)$$

$$\frac{\partial (\rho v_y)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v_y \mathbf{v}) = \mu \nabla^2 v_y - \frac{\partial p}{\partial y}, \quad (3)$$

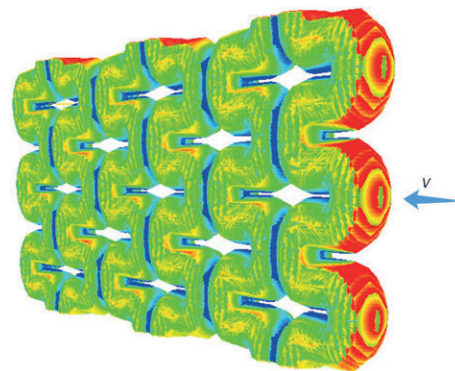


Рисунок 8. Компьютерная модель плетеной безузловой дели ($d/a=0,5$, $u_x=0,898$, 9 ячеей), вектор скорости потока направлен к плоскости ячейи под углом 10°

Figure 8. Computer model of a braided knotless net ($d/a=0,5$, $u_x=0,898$, 9 mesh), flow velocity vector is directed to the mesh plane at angle of 10°

Таблица 1. Характеристики плетеных безузловых делей ПА /

Table 1. Characteristics of braided knotless panels

Вид элемента	Модуль упругости E ГПа	Диаметр d , мм	Шаг ячейи a , мм	Отношение d/a
Плетеный шнур ПА (гипотетический)	2,0	2,0	4,0	0,5
Плетеный шнур ПА		1,0	4,0	0,25
Плетеный шнур ПА		1,0	8,0	0,125

Таблица 2. Характеристики потока / **Table 2.** Flow characteristics

Жидкость	Плотность ρ , кг/м ³	Коэффициент кинематической вязкости ν , м ² /с	Скорость потока по оси ОХ v , м/с	Температура T , °С
вода	1000	$1,3 \cdot 10^{-6}$	1,0	18



$$\frac{\partial(\rho v_z)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho v_z \mathbf{v}) = \mu \nabla^2 v_z - \frac{\partial p}{\partial z}, \quad (4)$$

где v_x – компонента вектора скорости $\mathbf{v}$ по направлению x ; v_y – компонента вектора скорости $\mathbf{v}$ по направлению y ; v_z – компонента вектора скорости $\mathbf{v}$ по направлению z ; μ – динамическая вязкость воды.

В процессе расчета был применен метод по координатного расщепления уравнений (2) – (4). Этот метод позволяет упростить сложные уравнения и решать их последовательно по каждому направлению x , y и z . Каждое уравнение Навье-Стокса разбивается на три и решается отдельно. В результате расщепления мы приходим к системе уравнений для проекций скорости и давления в каждой точке вычислительной сетки и по каждому направлению.

Далее следует процесс преобразования полученных нелинейных уравнений в линейные с выделением нелинейных коэффициентов для дальнейшего упрощения решения задачи. Получаем трехдиагональную систему линейных алгебраических уравнений вида (5), для решения которой применяется метод прогонки (метод Томаса).

$$a_i x_{i-1} + b_i x_i + c_i x_{i+1} = d_i, \quad (5)$$

где a_i, b_i, c_i – коэффициенты трехдиагональной матрицы; x_i – неизвестные; d_i – правая часть системы уравнений.

Алгоритм метода прогонки состоит из двух шагов:

1. Прямой проход. На данном шаге выполняется вычисление параметров прогонки β_i и γ_i с использованием рекуррентных соотношений

$$\beta_i = \frac{c_i}{b_i - a_i \beta_{i-1}}, \quad \gamma_i = \frac{d_i - a_i \gamma_{i-1}}{b_i - a_i \beta_{i-1}}, \quad (6)$$

при $i = 2, 3, \dots, n-1$ и начальных $\beta_1 = c_1/b_1$; $\gamma_1 = d_1/b_1$, где n – размер системы уравнений (количество уравнений и неизвестных).

2. Обратный проход. На данном шаге выполняется вычисление неизвестных x_i с использованием рекуррентного соотношения

$$x_i = \beta_i x_{i+1} + \gamma_i, \quad (7)$$

при $i = n-1, n-2, \dots, 1$ и начальной $x_n = \gamma_n$.

Таким образом, получив значения параметров прогонки на прямом проходе, мы можем затем вычислить все неизвестные x_i на обратном проходе. Метод прогонки имеет линейную сложность относительно размера системы n и обеспечивает эффективное ре-

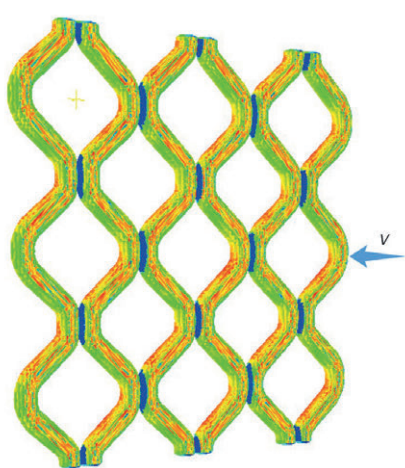


Рисунок 9. Компьютерная модель плетеной безузловой дели ($d/a=0,25$, $u_x=0,707$, 9 ячей), вектор скорости потока направлен к плоскости ячеи под углом 90°

Figure 9. Computer model of a braided knotless net ($d/a=0,25$, $u_x=0,707$, 9 mesh), flow velocity vector is directed to the mesh plane at angle of 90°

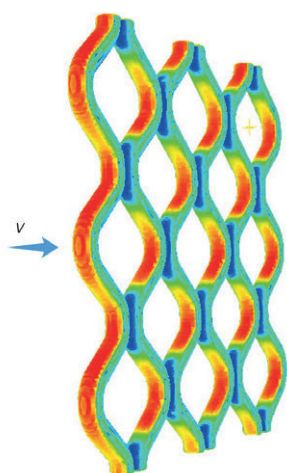


Рисунок 10. Компьютерная модель плетеной безузловой дели ($d/a=0,25$, $u_x=0,707$, 9 ячей), вектор скорости потока направлен к плоскости ячеи под углом 15°

Figure 10. Computer model of a braided knotless net ($d/a=0,25$, $u_x=0,707$, 9 mesh), flow velocity vector is directed to the mesh plane at angle of 15°

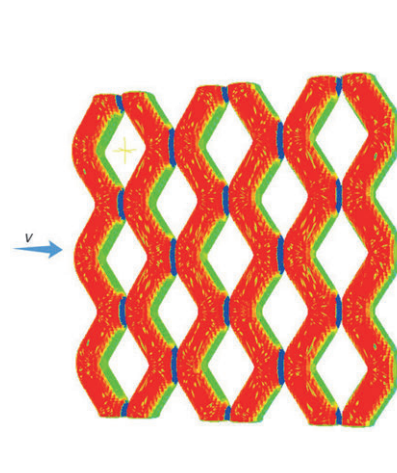


Рисунок 11. Компьютерная модель плетеной безузловой дели ($d/a=0,5$, $u_x=0,707$, 9 ячей), вектор скорости потока направлен к плоскости ячеи под углом 90°

Figure 11. Computer model of a braided knotless net ($d/a=0,5$, $u_x=0,707$, 9 mesh), flow velocity vector is directed to the mesh plane at angle of 90°

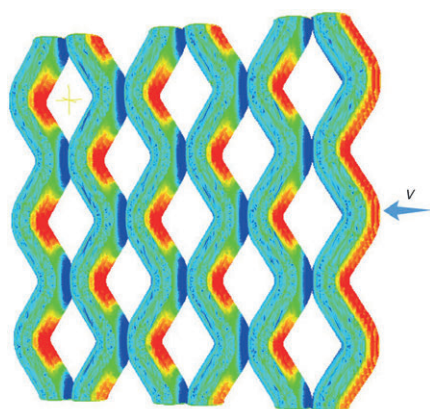


Рисунок 12. Компьютерная модель плетеной безузловой дели ($d/a=0,5$, $u_x=0,707$, 9 ячеей), вектор скорости потока направлен к плоскости ячеей под углом 15°

Figure 12. Computer model of a braided knotless net ($d/a=0,5$, $u_x=0,707$, 9 mesh), flow velocity vector is directed to the mesh plane at angle of 15°

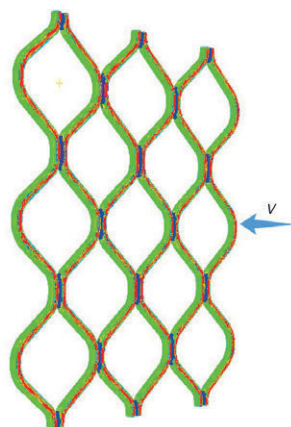


Рисунок 13. Компьютерная модель плетеной безузловой дели ($d/a=0,125$, $u_x=0,707$, 9 ячеей), вектор скорости потока направлен к плоскости ячеей под углом 90°

Figure 13. Computer model of a braided knotless net ($d/a=0,125$, $u_x=0,707$, 9 mesh), flow velocity vector is directed to the mesh plane at angle of 90°

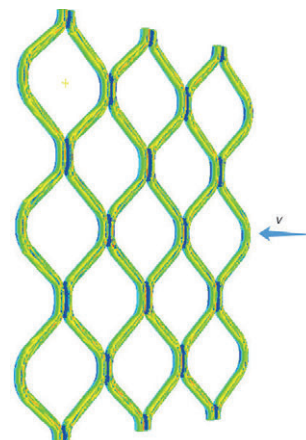


Рисунок 14. Компьютерная модель плетеной безузловой дели ($d/a=0,125$, $u_x=0,707$, 9 ячеей), вектор скорости потока направлен к плоскости ячеей под углом 10°

Figure 14. Computer model of a braided knotless net ($d/a=0,125$, $u_x=0,707$, 9 mesh), flow velocity vector is directed to the mesh plane at angle of 10°

шение трехдиагональных систем линейных уравнений.

Применение покоординатного расщепления облегчает решение сложной системы уравнений Навье-Стокса, разбивая ее на более простые подзадачи и позволяя использовать эффективные методы численного решения.

В таблице 1 приводятся характеристики плетеных безузловых делей, изготовленных из полиамида (ПА).

Характеристики потока приведены в таблице 2.

На рисунке 7 изображен результат компьютерного моделирования плетеной безузловой дели, где $d/a=0,5$, а посадка $u_x=0,898$ (см. рис. 4б). Данная модель выполнена с условием, что вектор скорости потока v направлен к плоскости ячеей перпендикулярно.

Эта же сеть смоделирована при условии, что вектор скорости потока v направлен к плоскости ячеей под углом 10° (рис. 8).

На рисунках 9 и 10 показаны результаты компьютерного моделирования плетеной безузловой дели, где $d/a=0,25$, а посадка $u_x=0,707$ (см. рис. 5б). Модели выполнены при различных углах атаки.

На рисунках 11 и 12 показаны результаты компьютерного моделирования плетеной безузловой дели, где $d/a=0,5$, а посадка $u_x=0,707$

(см. рис. 4б). Модели выполнены при различных углах атаки.

На рисунках 13 и 14 показаны результаты компьютерного моделирования плетеной безузловой дели, где $d/a=0,125$, а посадка $u_x=0,707$ (см. рис. 6б). Модели выполнены при различных углах атаки.

Результаты проведенных экспериментальных исследований сопоставимы с эмпирическими данными, полученными учеными из разных стран. Насколько численная модель соответствует физической главным образом зависит от корректности разработанной программы. Она должна учитывать все факторы взаимодействия окружающей среды с сетчатой конструкцией [13-14].

Исследование выполнено в рамках выполнения государственного задания по теме «Разработка физических, математических и предсказательных моделей процессов эксплуатации донного и разноглубинного траловых комплексов».

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: Недоступ А.А. – идея статьи, окончательная ее проверка; Ражев А.О. – идея статьи, сбор и анализ данных; Насенков П.В. – сбор

и анализ данных, подготовка статьи; **Сергеев Е.И.** – подготовка трехмерных моделей; **Пивоварова Ю.С.** – экспериментальные исследования; **Волошин А.А.** – экспериментальные исследования.

The authors declare that there is no conflict of interest.

*Contribution to the work of the authors: **Nedostup A.A.** – the idea of the article, its final verification; **Razhev A.O.** – the idea of the article, data collection and analysis; **Nasenkov P.V.** – data collection and analysis, preparation of the article; **Sergeev E.I.** – preparation of three-dimensional models; **Pivovarova Y.S.** – experimental studies; **Voloshin A.A.** – experimental research.*

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Недоступ А.А., Разжев А.О. Моделирование орудий и процессов рыболовства. Часть I: учебное пособие. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ». 2019. 433 с.
2. Недоступ А.А. Разжев А.О. Моделирование орудий и процессов рыболовства. Часть II: учебное пособие. – Калининград: Издательство ФГБОУ ВО «КГТУ». 2019. 444 с.
3. Fredriksson D.W., Swift M.R., Irish J.D., Tsukrov I., Celikkol B. Fish cage and mooring system dynamics using physical and numerical models with field measurements // Aquacult. Eng. 27. 2003. Pp.117-146
4. Lader P.F., Enerhaug B. Experimental investigation of forces and geometry of a net cage in uniform flow // IEEE J. Oceanic Eng. 30 (1). 2005. Pp. 79-84
5. Suhey J.D. Kim N.H., Niezrecki C. Numerical modeling and design of inflatable structures application to open-ocean-aquaculture cages // Aquacult. Eng. 33. 2005. Pp. 285-303
6. Недоступ А.А., Разжев А.О., Сергеев Е.И. Численные эксперименты в гидродинамике сетчатых конструкций // Седьмая международная научно-практическая конференция «Имитационное и комплексное моделирование морской техники и морских транспортных систем» (ИКМ МТМТС-2023). Труды конференции (ISBN 978-5-6050031-8-2). – СПб.: ИПК «НП-Принт». 2023. С.155-162
7. Недоступ А.А. Экспериментальная гидромеханика орудий рыболовства. – М.: Моркнига. 2014. 363 с.
8. Белов В.А. Гидродинамика нитей, сетей и сетных орудий лова. – Калининград: Изд. ОАО МариНПО и Калининградского технического университета. 2000. 202 с.
9. Недоступ А.А., Разжев А.О. Математическая модель взаимодействия распорной траловой доски с водной средой // Морские интеллектуальные технологии. 2017. Т.1. №3 (37). С. 154-157
10. Zhou C., Xu L., Hu F., Qu X. Hydrodynamic characteristics of knotless nylon netting normal to free stream and effect of inclination // Ocean Eng. 2015. 110. Pp. 89-97
11. Ахметбеков Е.К., Бильский А.В., Ложкин Ю.А., Маркович Д.М., Токарев М.П., Тюрюшкин А.Н. Система управления экспериментом и обработки данных, полученных методами цифровой трассерной визуализации (ActualFlow). // Вычислительные методы и программирование. 2006. Т. 7 С. 79-85
12. Деги Д.В., Старченко А.В. Численное решение уравнений Навье-Стокса на компьютерах с параллельной архитектурой // Вестник Томского госу-

дарственного университета. Математика и механика. 2012. № 2. С. 88-98

13. Zou B., Thierry N.N.B., Tang H., Xu L., Zhou C., Wang X., Dong S., Hu F. Flow field and drag characteristics of netting of cruciform structures with various sizes of knot structure using CFD models. // Appl. Ocean Res. 2021. 106. 102466
14. You X., Hu F., Takahashi Y., Shiode D., Dong S. Resistance performance and uidow investigation of trawl plane netting at small angles of attack // Ocean Eng. 2021. 236. 109525

LITERATURE AND SOURCES

1. Nedostup A.A., Razhev A.O. (2019). Modeling of fishing tools and processes. Part I: My opinion. – Kaliningrad: Publishing House of the Federal State Budgetary Educational Institution “KSTU”. 433 p. (In Russ.)
2. Nedostup A.A. Razhev A.O. (2019). Modeling of fishing tools and processes. Part II: General opinion. – Kaliningrad: Publishing House of the Federal State Budgetary Educational Institution “KSTU”. 444 p. (In Russ.)
3. Fredriksson D.V., Swift M.R., Irish J.D., Tsukrov I., Chelikkol B. (2003). Dynamics of fish cages and mooring systems using physical and numerical models with field measurements // Aquacult. Eng. 27. Pp.117-146
4. Lader P.S., Shengaug B. (2005). Experimental study of the force and geometry of a mesh frame in the open sea // IEEE J. Oceanic Eng. 30 (1). Pp. 79-84
5. Sukhi J.D., Kim N.H., Nezretsky S. (2005). Numerical modeling and design of inflatable structures in relation to aquaculture cages in the open ocean // Aquacult. Eng. 33. Pp. 285-303
6. Nedostup A.A., Razhev A.O., Sergeev E.I. (2023). Numerical experiments in the hydrodynamics of mesh structures // The seventh International scientific and practical conference “Simulation and integrated modeling of marine equipment and marine transport systems” (ICM MTMTS-2023). Proceedings of the conference (ISBN 978-5-6050031-8-2). – St. Petersburg: IPK NP-Print. Pp.155-162. (In Russ.)
7. Nedostup A.A. (2014). Experimental hydromechanics of fishing gear. – М.: Morkniga. 363 p. (In Russ.)
8. Belov V.A. (2000). Hydrodynamics of threads, nets and net fishing gear. – Kaliningrad: Ed. JSC MariNPO and Kaliningrad Technical University. 202 p. (In Russ.)
9. Nedostup A.A., Razhev A.O. (2017). Mathematical model of interaction of a spacer trawl board with an aquatic environment // Marine intelligent technologies. Vol.1. No.3 (37). Pp. 154-157. (In Russ.)
10. Zhou S., Xu L., Hu F., Qu H. (2015). Hydrodynamic characteristics of a nylon mesh without nodes perpendicular to free flow and the influence of inclination // Ocean eng. 110. Pp. 89-97
11. Akhmetbekov E.K., Bilsky A.V., Yu Lozhkin.A., Markovich D.M., Tokarev M.P., Tyuryushkin A.N. (2006). Experiment control system and data processing obtained by digital tracer visualization (ActualFlow) methods. // Computational methods and programming. Vol. 7. Pp. 79-85. (In Russ.)
12. Degi D.V., Starchenko A.V. (2012). Numerical solution of the Navier-Stokes equations on computers with parallel architecture // Bulletin of Tomsk State University. Mathematics and mechanics. № 2. Pp. 88-98. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 22.02.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 05.04.2024



Криоконсервация спермы осетрообразных рыб: современное состояние и перспективы. Часть 1

Продолжение в следующем номере

Обзорная статья
УДК 57.086.13:639.3.034:597.423

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-110-122

Докина Ольга Борисовна – кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник лаборатории криобиологии
E-mail: olgadokina@mail.ru

Ковалев Константин Викторович – кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий лабораторией криобиологии
E-mail: silur5@mail.ru

Пронина Наталья Дмитриевна – главный специалист лаборатории криобиологии,
E-mail: proninatasha@rambler.ru

Филиал по пресноводному рыбному хозяйству ФГБНУ «ВНИРО» («ВНИИПРХ»)

Адрес: Россия, 141821, Московская область, Дмитровский городской округ, пос. Рыбное, д. 40А

Аннотация. Проведен анализ опубликованной информации в области криоконсервации спермы осетрообразных рыб. В представленном обзоре кратко прослеживается исторический опыт разработки способов криоконсервации и детально рассматривается современное состояние исследований за последние два десятилетия. Систематизированы технологические подходы, выявлены наиболее перспективные тенденции развития и существующие проблемы.

Ключевые слова: криоконсервация, криопротектор, криоконсервированная сперма, осетровые рыбы, осетрообразные рыбы

Для цитирования: Докина О.Б., Ковалев К.В., Пронина Н.Д. Криоконсервация спермы осетрообразных рыб: современное состояние и перспективы // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 110-122.

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-110-122

CRYOPRESERVATION OF ACIPENSERIFORMES SPERM: CURRENT STATUS AND PERSPECTIVES

Olga B. Dokina – Candidate of Chemical Sciences, Leading Researcher at the Laboratory of Cryobiology

Konstantin V. Kovalev – Candidate of Agricultural Sciences, Head of the Cryobiology Laboratory

Natalia D. Pronina – chief Specialist of the Cryobiology Laboratory

Freshwater Fisheries Branch of VNIRO («VNIIPRH»)

Address: Russia, Moscow region, Dmitrovsky city district, 141821, village Rybnoye, 40A

Annotation. An analysis of published information in the field of cryopreservation of acipenseriformes sperm was carried out. The presented review briefly traces the historical experience in the development of cryopreservation methods and examines in detail the current state of research over the past two decades. Technological approaches are systematized, the most promising development trends and existing problems are identified.

Keywords: cryopreservation, cryoprotectant, cryopreserved sperm, sturgeons, acipenseriformes

For citation: Dokina O.B., Kovalev K.V., Pronina N.D. Cryopreservation of acipenseriformes sperm: current state and prospects // Fisheries. 2024. № 2. Pp.110-122. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-110-122

ВВЕДЕНИЕ

Котряду осетрообразных (*Acipenseriformes*) – одной из самых древних групп хрящевых ганоидов, обитающей только в Северном полушарии, принадлежат рыбы семейства осетровых (*Acipenseridae*): осетры (*Acipenser*), белуги (*Huso*), американские лопатоносы (*Scaphirhynchus*), лжелопатоносы (*Pseudoscaphirhynchus*) и семейства веслоносов (*Polyodontidae*). Столетиями эти рыбы высоко ценились за их деликатесное малокожное мясо и икру. В настоящее время большинство видов сократилось до очень малых популяций и находится под угрозой исчезновения из-за сверхэксплуатации, загрязнения и разрушения мест обитания. Развитие технологий искусственного воспроизводства позволило запустить программы их восстановления и выращивать некоторые виды в хозяйствах для пищевого потребления.

Активно развиваемая во всем мире криоконсервация спермы рыб может способствовать улучшению работы рыбоводных хозяйств, обеспечивая круглогодичное, исключаяющее риск несвоевременного созревания производителей, снабжение репродуктивными клетками самцов из криобанков, гибридизацию, половую манипуляцию (андрогенез и гиногенез), обмен генетическим материалом между хозяйствами, введение генов от диких рыб в рыбоводные популяции и развитие генетически полноценного потомства. В ряде случаев криоконсервация спермы может оказаться безальтернативным методом сохранения и восстановления исчезающих видов.

При разработке технологий криоконсервации должны учитываться уникальные особенности спермы осетрообразных, отличающие ее от спермы костистых рыб, включающие морфологию (наличие у сперматозоида вытянутого цилиндрического ядра, верхушечной функциональной акросомы, средней части с несколькими митохондриями), физиологию (низкая концентрация и продолжительная подвижность спермы, акросомная реакция) и биохимию (низкое содержание протеина, низкая осмоляльность семенной плазмы, наличие акрозина).

Исследования в области криоконсервации спермы осетрообразных рыб уже более полувека проводятся в России, Украине, ряде стран Европы, Иране, Китае и США. Наибольшие успехи в разработке технологий и изучении различных аспектов процесса криоконсервации были достигнуты в последние два десятилетия. В настоящей работе предпринята попытка более обширного охвата опубликованного материала последнего периода, чем это было сделано в предыдущих обзорах [1-5].

Исторический опыт разработки способов криоконсервации спермы осетрообразных рыб

Большинство исследований в данной области, проведенных в XX в., было выполнено на сперме осетровых рыб, начиная от первой попытки криоконсервации, предпринятой в Советском Союзе в конце 60-х годов И.А. Бурцевым и Е.В. Себряковой [6]. Сперму белуги (*H. huso*), калуги (*H. dauricus*) и стерляди (*A. ruthenus*) в криоза-

щитной среде, содержащей 7% сахарозы или лактозы, 10% желтка куриного яйца и 5% глицерина, а также сперму бестера (белуга × стерлядь) в 0,4% растворе NaCl с 14% глицерина замораживали в гранулах по 0,1-0,2 мл на сухом льду и через 2-3 мин. переносили в жидкий азот (LN₂). Результатами опытов, в которых варьировались соотношения разбавления спермы средой, время эквilibрации получаемой суспензии, время хранения в LN₂ и составы растворов для активации оттаявшей спермы, было получение после размораживания от 10 до 100% подвижных клеток, однако оплодотворение ими икры во всех случаях не превышало 1%.

Большого успеха в середине 70-х годов прошлого века впервые добились украинские ученые Института проблем криобиологии и криомедицины (ИПККиК) АН УССР, получив 50-60% поступательно движущихся клеток после криоконсервации спермы севрюги (*A. stellatus*) и русского осетра (*A. gueldenstaedti*) в среде на основе трис-буфера с диметилсульфоксидом (ДМСО) и желтком. Сперма севрюги после 7-23 дней хранения в LN₂ оплодотворяла 63% икры по сравнению с 77% оплодотворения свежей спермой в контроле [7; 8].

Итогом дальнейших исследований, проведенных этим коллективом под руководством Е.Ф. Копейки на разных видах осетровых (белуге, русском осетре, сибирском осетре (*A. baeri*), сахалинском осетре (*A. medirostris*), шипе (*A. nudiventris*), стерляди, севрюге) [9-15], стало представление обобщенных технологических рекомендаций по криоконсервации спермы. Было установлено, что предпочтительными компонентами криопротекторной среды являются 10-15% ДМСО, 100-150 мМ трис-HCl, pH 8.1, 10-15% желтка. При этом наиболее успешным было замораживание спермы в 0,5-1,5 мл полипропиленовых ампулах в парах LN₂ по трехэтапной программе [16; 17]. Одновременно сообщалось о сохранении подвижности у 30-40% сперматозоидов сибирского осетра и севрюги и 15-20% сперматозоидов сахалинского осетра после криоконсервации в среде с 20мМ трис-HCl буфера, pH 8.0, 15% ДМСО и 18% желтка по трехэтапной программе: со скоростью 2-5 °C/мин от 5 до -15°C, 20-25°C/мин от -15 до -70 °C с последующим погружением в LN₂. Авторы предполагали, что низкая криорезистентность спермы сахалинского осетра может быть связана с обнаруженными в ней пониженным содержанием фосфатидилэтаноламина и фосфатидилхолина и высокой активностью фосфолипазы, приводящей к повреждению мембран [18; 19]. По той же технологии (с концентрациями ДМСО 14,4-24% и желтка 9,6%) была заморожена сперма атлантического осетра (*A. sturio*) с по-

лучением после оттаивания 10-15% подвижных клеток (по сравнению с 50% в нативной сперме) и 23,2-38,3% оплодотворения икры (по сравнению с 43% в контроле) [20].

В этот же период, с использованием подобного трехэтапного режима замораживания, исследовательским коллективом под руководством Л.И. Цветковой во Всероссийском НИИ прудового рыбного хозяйства (ВНИИПРХ) была криоконсервирована сперма сибирского осетра и стерляди, разбавленная в соотношении 1:1 протективной средой, содержащей 15% ДМСО и 20% желтка в растворе 118 мМ трис-HCl и 23,4 мМ сахарозы, pH 8.0, впоследствии упоминаемое как оригинальный разбавитель Цветковой. После одного года хранения размороженная сперма сибирского осетра с подвижностью 23±9% оплодотворила 53±8% икры, а сперма стерляди с подвижностью 15±11% – 23±11% икры [21].

В дальнейшем концентрации криопротекторов в среде варьировались в пределах 12-18% для ДМСО и 10-20% для желтка, а pH трис-буферного раствора – в пределах 7,8-8,2. Детальное описание разработанного протокола содержалось в изданном институтом методическом пособии по криоконсервации спермы рыб [22]. Достаточно высокая эффективность протокола подтверждалась в опытах по осеменению в производственных условиях массовых партий икры (180-550 г) криоконсервированной спермой сибирских осетров ленской популяции. В одном из опытов оплодотворение составило 68% по сравнению с 82% для нативной спермы в контроле, выход личинок соответственно – 36% по сравнению с 45% в контроле [23]. В другом опыте, при использовании наиболее пригодных активаторов подвижности: воды и 0,7% раствора сахарозы в трис-буфере, pH 7, оплодотворение достигало, соответственно, 75,6% и 78,7% по сравнению с 89,7% в контроле [24]. В опытах по осеменению икры белуги и русского осетра спермой белуги, криоконсервированной по данному протоколу, заметное повышение процента оплодотворения и выхода личинок давало использование в качестве активатора эпина (раствора фитогормона эпибрасинолида в концентрации 10⁻⁷ мг/л) [25]. С использованием данного протокола была успешно криоконсервирована сперма веслоноса (*Polyodon spathula*), обеспечившая после размораживания оплодотворение 42,3% икры по сравнению с 94,1% для нативной спермы в контроле [26-28]. Разработанный протокол применялся с целью сохранения генетического разнообразия осетрообразных рыб в основанном в 1988-89 гг. во ВНИИПРХ низкотемпературном генном банке спермы рыб [29].

В экспериментах по криоконсервации спермы белуги, проведенных по аналогичной технологии исследователями из Института биофизики клетки РАН и ВНИИПРХ, наиболее высокая сохранность клеток обеспечивалась при использовании медленного трехэтапного режима замораживания и ДМСО в концентрации 12% в среде, содержащей 0,05-0,1 М трис-HCl, 5 мг/мл маннита, 10% желтка, pH 8-8.5. Быстрое замораживание, а также применение антифризных белков оказались не эффективны. Размороженная сперма от двух лучших самцов оплодотворила в среднем 43% икры, что составило 68% от заводского контроля [30; 31].

О предпочтительности медленного замораживания (со скоростью 4 °С/мин), при криоконсервации спермы осетровых в трис-буферном растворе (pH 7.96) с 37,1% сахарозы и 5,7% ДМСО, сообщалось также И.С. Трукшиным [32].

Польскими криобиологами [33] была криоконсервирована сперма озерного осетра (*A. fulvescens*), разбавленная в соотношении 1:3 водным раствором 0,6 М сахарозы с 10% ДМСО, посредством замораживания в 0,1 мл гранулах на сухом льду с последующим хранением их в пластиковых ампулах в LN₂ (по технологии, рекомендованной для криоконсервации спермы радужной форели [34]). Размороженная в активизирующем буферном растворе (20 мМ трис, 30 мМ глицина, 10 мМ NaCl, pH 9), сперма сохраняла 14% подвижных клеток по сравнению с 45,9% у свежей. Добавление 5 мМ теофиллина в активатор способствовало повышению подвижности оттаявшей спермы. Обнаружена значимая корреляция между подвижностью и акрозино-подобной активностью, которая может быть показателем повреждения акросомы и акросомной реакции.

Используя эту же технологию, С.И. Савушкина и А.С. Ерохин [35] получили в размороженной сперме русского осетра в среднем 30,8% подвижных клеток, стерляди – 24,2%. Добавление в криозащитную среду 10% желтка и антиоксиданта бутилгидроксианола в концентрации 0,04 мг/мл увеличило подвижность до 50% у осетра и до 60% у стерляди.

С использованием медленных поэтапных режимов замораживания немецким исследователям [36; 37] удалось криоконсервировать сперму стерляди, разбавленную в соотношении 1:1 раствором 10 мМ трис, 25 мМ NaCl, pH 8.5 с этиленгликолем (в конечных концентрациях 12,5% или 17,5%), в 0,25 мл соломинках. После оплодотворения икры оттаявшей спермой с подвижностью 27% выход личинок достигал 94,4%, что, по мнению авторов, указывало на более высокую эффективность действия этиленгликоля по сравнению с ДМСО.

В США [38] была криоконсервирована сперма веслоноса, разбавленная защитной средой в соотношении 3:1, в больших соломинках объемом 5 мл, в раздробленном сухом льду в течение 15 мин. с последующим погружением в LN₂. Среда готовилась, исходя из пропорции: 1,6 мл ДМСО, 4,4 мл многокомпонентного разбавителя Эрдела, Грэма [39] для спермы лососевых рыб с пенициллином-стрептомицином, 300 мОсмоль/кг, pH 7.6 и 4 мл раствора трегалозы с концентрацией 100 мг на 1 мл разбавителя. Конечная концентрация криопротектора ДМСО в суспензии сперма-среда была 0,6 М (около 4%). Выклев из икры, оплодотворенной размороженной спермой (с подвижностью 25-50%), составлял в среднем 16,3% по сравнению с 90,8% в контроле. Предполагалось, что низкий выклев являлся результатом повреждения акросом сперматозоидов во время замораживания или оттаивания и, возможно, был бы выше при увеличении соотношения сперма:икра при осеменении. Наблюдаемое авторами под электронным микроскопом повреждение акросом могло происходить также в результате преждевременной акросомной реакции [40].

Продолжением этого исследования, проведенного совместно с польскими криобиологами [41], стало определение акрозино-подобной активности спермы веслоноса, криоконсервированной по протоколу, описанному выше для спермы озерного осетра [33]. Эта активность наблюдалась в оптимальном интервале pH 8.0-8.5 и была выше в цельной сперме, чем в сперматозоидах, что может быть следствием повреждения акросом и объяснять слабую оплодотворяющую способность размороженной спермы при хорошей сохранности аппарата подвижности.

Как показали рассмотренные публикации, к началу XXI в. большинство протоколов криоконсервации спермы было разработано для европейских видов осетровых. Для них было характерно применение криозащитных сред на основе трис-HCl-буферных растворов, в которых самым распространенным проникающим криопротектором был ДМСО. В качестве непроникающих криопротекторов чаще всего применялись желток и сахара. Обычным было соотношение разбавления спермы средой 1:1. Замораживание полученной суспензии сперма-среда происходило, в основном, в полипропиленовых пробирках (ампулах) объемом 0,5-2,5 мл по трехэтапной программе или в гранулах объемом 0,1 мл на сухом льду с последующим хранением в LN₂. Отмечалась предпочтительность медленного режима замораживания. Оттаивание проводилось обычно в водяной бане при 40°C. Корреляции между подвижностью и оплодотворяющей способностью размороженной спермы, как правило, не наблюдалось. Начато изучение криоповреждений

сперматозоидов во взаимосвязи с повышением активности некоторых ферментов в сперме. Первые опыты по оплодотворению промышленных партий икры криоконсервированной спермой, с получением приемлемых результатов, показали пригодность криотехнологий для целей воспроизводства.

Современное состояние исследований в области криоконсервации спермы осетрообразных рыб

В последние два десятилетия к изучению процесса и совершенствованию технологий криоконсервации спермы осетрообразных рыб подключилось много исследовательских коллективов из Европы и Азии. Количество публикаций по данной тематике возросло в несколько раз по сравнению с рассмотренным предыдущим периодом.

I. Современный этап начался с сообщения венгерских криобиологов [42; 43] о значительно более сильном криопротективном действии метанола по сравнению с ДМСО и диметилацетамидом (ДМАА), обнаруженном при криоконсервации спермы стерляди. Использование 10% метанола в 30 мМ трис-буферном растворе с 23,4 мМ сахарозы и 0,25 мМ KCl, pH 8.0, впоследствии упоминаемом как модифицированный разбавитель Цветковой, позволило получить самые высокие показатели подвижности размороженной спермы ($46 \pm 23\%$) и оплодотворения ею икры ($22 \pm 15\%$ по сравнению с $28 \pm 16\%$ в контроле). ДМСО и ДМАА обеспечили соответственно $2 \pm 4\%$ и 0% оплодотворения.

Эффективность применения метанола была подтверждена в совместной работе с польскими криобиологами [44] по криоконсервации спермы сибирского осетра, при сравнении протективного действия сред, полученных добавлением 10% этого криопротектора к трем разбавителям: 30 мМ трис, 23,4 мМ сахарозы, 0,25 мМ KCl, pH 8.0 [43], 10 мМ трис, 25 мМ NaCl, pH 8.5 [37] и 20 мМ трис, 400 мМ сахарозы, pH 8.0. После разбавления нативной спермы, каждой из полученных сред в соотношении 1:1, конечная концентрация метанола составляла 5%. Сперма, замороженная в 0,25 мл соломинках в 4 см над поверхностью LN₂ в течение 10 мин. с последующим погружением, после оттаивания при 40 °C за 6 с., сохраняла около 15% подвижных клеток и после оплодотворения икры обеспечила выклев соответственно приведенным средам: $29,6 \pm 5\%$, $18,2 \pm 2,4\%$ и $6 \pm 3\%$. Результаты для первых двух сред были близки к процентам выклева в контроле после оплодотворения нативной спермой двух самцов: 17,9% и 26%.

В проведенном, совместно с австрийскими учеными [45], исследовании по разработке

протокола криоконсервации спермы стерляди лучший результат по оплодотворению икры (32,7% по сравнению с 33,9% в контроле) также был достигнут в случае добавления 7,5% метанола (в сравнении с 7,5 или 10% ДМСО) к выбранному оптимальному разбавителю, содержащему 10 мМ трис, 50 мМ NaCl, 5 мМ KCl, pH 8.5. Сперма, разбавленная полученной протективной средой в соотношении 1:2, замораживалась в 0,5 мл соломинках в оптимальном режиме: в 4 см над поверхностью LN₂ в течение 10 мин. с последующим погружением. Оттаивание было оптимальным при 25 °C за 30 секунд. Отмечалось, что в случае использования среды с 7,5% и 10% ДМСО подвижность и скорость размороженной спермы были выше, чем для среды с метанолом, а оплодотворяющая способность ниже (10,3% и 6,9%, соответственно).

Последующие исследования венгерских ученых, направленные на совершенствование технологии криоконсервации спермы осетрообразных рыб, были связаны, в основном, с подбором наиболее подходящего разбавителя и оптимальной концентрации выявленного эффективного криопротектора метанола. Сперма стерляди, сибирского, русского и атлантического осетров, разбавленная в соотношении 1:1 модифицированным разбавителем Цветковой, содержащим 10% метанола, была заморожена в 0,5 мл соломинках на полистироловой рамке толщиной 3 см на поверхности LN₂ в течение 3 мин. с последующим погружением. После оплодотворения икры стерляди размороженной (при 40 °C за 13 с) спермой перечисленных видов было получено соответственно 31, 50, 17 и 34% выклева личинок гибридов (по сравнению с 44% в контроле) [46; 47]. Показавшие свою эффективность параметры протокола: соотношение разбавления, режим замораживания и оттаивания применялись в дальнейших исследованиях.

В совместных работах с исследователями из США [48-50] по криоконсервации спермы североамериканских видов осетрообразных сравнивалось действие оригинального и модифицированного разбавителей Цветковой (обозначаемых авторами oT и mT) и сбалансированного солевого разбавителя Хэнкса (HBSS) в сочетании с разными конечными концентрациями метанола и ДМСО в суспензии сперма-среда. Использование сочетания mT с 5% метанола обеспечивало с размороженной спермой тупорылого осетра (*A. brevirostrum*) наиболее высокие оплодотворение и выклев: в одном опыте соответственно – $40 \pm 15\%$ и $31 \pm 15\%$, в другом – $18 \pm 11\%$ и $17 \pm 12\%$. При этом наибольшая подвижность наблюдалась у спермы, криоконсервированной с ДМСО, что

подтверждало ранее [44] сделанный вывод о том, что подвижность не прогнозирует успех оплодотворения. Отмечалось также, что присутствие ДМСО значительно повышало осмолальность разбавителей, а применение ОТ давало значительно более низкие оплодотворение и выклев, чем мТ, также из-за более высокой осмолальности. При криоконсервации спермы белого лопатоноса (*S. albus*), по-видимому, очень высокого качества, не было выявлено значимых различий между разбавителями (мТ и HBSS) и концентрациями метанола. Оплодотворение (79-88%) во всех случаях было на уровне нативного контроля (89%), однако выклев был лучше с мТ и 5% метанола (71-73%, в контроле 80%) [48]. Сперма веслоноса, криоконсервированная в мТ с 10% метанола, имела самые высокие подвижность ($85 \pm 5\%$) и оплодотворяющую способность ($80 \pm 3\%$) [49]. Замороженные образцы спермы этих трех видов использовались далее для изучения зависимости между выживаемостью (целостностью мембран клеток, определявшейся методом проточной цитометрии) и оплодотворяющей способностью. Отмечалось, что выживаемость часто коррелировала с подвижностью оттаявшей спермы, но не со степенью оплодотворения, и не должна применяться для прогнозирования успеха при разработке методов криоконсервации. Для этих видов рыб криозащитные среды (разбавитель+криопротектор), изоосмотичные семенной плазме, обеспечивали наиболее высокие степени оплодотворения и выклева, не связанные с подвижностью размороженной спермы [50]. При исследовании возможности криоконсервирования больших объемов спермы веслоноса для промышленного использования, сравнивались концентрации метанола 5 и 10% в сочетании с мТ и временем охлаждения (5 и 7 мин.) 5 мл-соломинок на рамке в 3 см над LN_2 , а также различные соотношения сперма: икра по влиянию на оплодотворяющую способность размороженной спермы. Оптимальными параметрами были 5% метанола и 5 мин. охлаждения. Лучший выклев ($69 \pm 6\%$) был достигнут при оплодотворении 40 г икры оттаявшей спермой из трех соломинок (7,5 мл), что мало отличалось от выклева в контроле ($77 \pm 6\%$) при использовании 5 мл свежей спермы. Авторы пришли к выводу, что для получения выклева, подобного контролю, объем размороженной спермы, по сравнению со свежей, должен быть увеличен по меньшей мере на 30% [51].

Проведенные исследования позволили венгерским криобиологам [2] рекомендовать детальный протокол криоконсервации спермы осетровых, в котором, в частности, предлага-

лось разбавление спермы в соотношении 1:1 разбавителем мТ и метанолом с его конечной концентрацией 5 или 10% (например, 9 мл разбавителя, 1 мл метанола и 10 мл спермы), замораживание в 0,5 мл-соломинках, укладываемых на рамке высотой 3 см на расстоянии 4-5 мм друг от друга, в течение 3 мин (со скоростью $\sim 70^\circ C/мин$) с последующим погружением в LN_2 и оттаивание при $40^\circ C$ в течение 13 секунд. (Возможно замораживание в 1,2 мл-соломинках и 5 мл-макротрубочках в течение 5 мин. с оттаиванием, соответственно, за 20 и 40 с). Для оплодотворения авторы предпочитают использовать удобное на практике соотношение: размороженная сперма из одной 0,5 мл-соломинки после активации технологической водой добавляется к 5 г икры. Ранее рекомендовалось 200-кратное разбавление спермы водой для предотвращения полиспермии [52], однако современными исследованиями [53] показано, что у осетровых для этой цели служит эффективная система акросомной реакции. Поэтому для успешного оплодотворения должны использоваться более низкие разбавления.

Подобный протокол и, в первую очередь, разбавитель мТ и метанол, применялись на современном этапе многими исследовательскими коллективами в Европе, Азии и США для криоконсервации спермы различных видов осетровых.

Сперма озерного осетра, разбавленная мТ с 10% метанола (со ссылкой на [44], но с указанной концентрацией 5 mM KCl) и замороженная в 0,25 мл-соломинках, после оттаивания сохраняла $19 \pm 18\%$ подвижных клеток, но результаты оплодотворения были низкими из-за длительной транспортировки (14-15 ч.) и ухудшения качества икры. Определение повреждения ДНК не показало значительного различия между свежей и криоконсервированной спермой [54].

Замороженная по тому же протоколу сперма стерляди показывала подвижность около 40%, при использовании в среде как 10% метанола, так и 10% ДМСО, что указывало на похожие повреждения аппарата подвижности. Доля клеток с поврежденной акросомой (фиксируемая по специфическому окрашиванию с помощью флуоресцентной микроскопии) была в два раза выше в сперме, криоконсервированной с ДМСО (12%), чем криоконсервированной с метанолом (6%) и свежей (5%). Но общее небольшое окрашивание не позволяло сделать вывод о том, что повреждение акросом является причиной низких степеней оплодотворения, обычно получаемых с ДМСО. Авторы предположили, что воздействие ДМСО на акросому способно вызывать преждевременную акросомную реакцию [55].

В совместном исследовании, с участием криобиологов из США, России, Чехии, Венгрии и Франции, выбранная, в результате сравнения разных концентраций компонентов и криопротекторов, протективная среда подобного состава (20 мМ трис, pH 8,0, 30 мМ сахарозы, 0,5 мМ KCl, 8% метанола) обеспечила при криоконсервации спермы веслоноса получение лучших результатов по подвижности (82% по сравнению с 98% в контроле) и оплодотворяющей способности (>80%). Замораживание спермы, разбавленной средой в соотношении 1:1, осуществлялось в 2 мл-пробирках в программируемом замораживателе поэтапно: от 0 до -5°C со скоростью 3 °C/мин, от -5 до -15°C – 5 °C/мин, от -15 до -25 °C – 10 °C/мин, от -25 до -80 °C – 20 °C/мин и после 5 мин. выдерживания при -80 °C погружение в LN₂ [56].

Замороженная по этой же программе в 0,5 мл-соломинках сперма веслоноса имела наименьшие повреждения ДНК в случае использования подобного разбавителя (20 мМ трис, pH 8,5, 75 мМ сахарозы, 0,5 мМ KCl), метанола в конечной концентрации 8% и соотношения разбавления 1:3 [57].

Сравнение действия четырех криопротекторов: ДМСО, ДМАА, этиленгликоля и метанола, добавляемых в концентрациях 5 или 10% к разбавителю подобного состава (25 мМ трис, pH 8,5, 30 мМ сахарозы, 1 мМ KCl), при замораживании спермы стерляди в 0,5 мл-соломинках в 3 см над поверхностью LN₂ в течение 20 мин., показало предпочтительность метанола и ДМАА, непригодность этиленгликоля и отсутствие зависимости между параметрами подвижности и оплодотворяющей способностью размороженной спермы. Лучший выклев обеспечивали среда с 10% метанола (32±17% по сравнению с 61±8% в контроле), что, вероятно, связано с его малым молекулярным весом и высокой проницаемостью мембран для этого криопротектора, и среда с 5% ДМАА (23±3%). ДМСО давал очень низкое оплодотворение, что подтверждало наблюдаемый ранее [45; 48-50; 56] феномен, объясняемый, в частности, преждевременной акросомной реакцией [55]. Из-за возможного подобного действия на акросому ДМАА рекомендовано использовать в малых концентрациях [58].

Повторное сравнение этих криопротекторов в концентрации 10% в среде в том же протоколе подтвердило выводы предыдущего исследования. Этиленгликоль обеспечивал сохранение около 17% подвижных клеток в размороженной сперме стерляди по сравнению с 43-47% для остальных криопротекторов. Сперма, криоконсервированная с метанолом, была наиболее устойчива к окислительному стрессу. В образцах спермы, замороженных с этиленгликолем или ДМСО, обнаружено зна-

чительное повышение активности супероксиддисмутазы и глутатионредуктазы. В случае использования этиленгликоля, оттаявшая сперма оказалась наиболее чувствительна к действию свободных радикалов. В ней в наибольшей степени наблюдались перекисление липидов, содержание карбонильных производных протеинов и фрагментация ДНК [59].

Впоследствии, при криоконсервации по тому же протоколу спермы корейского (*A. dabryanus*), китайского (*A. sinensis*) и сибирского осетров, исследовалось влияние добавок антиоксидантов (каталазы, глутатиона, цистеина и аскорбиновой кислоты) к той же среде с 10% метанола. Выявлены наиболее эффективные концентрации каталазы, глутатиона и аскорбиновой кислоты (25 U/мл, 0,25-0,5 мг/мл и 0,5 мг/мл, соответственно), в которых эти вещества повышали в оттаявшей сперме процент клеток с интактной мембраной или акросомой у трех видов осетров, а также – процент подвижных клеток у китайского осетра. Цистеин не проявил протективного действия против активных форм кислорода. Комбинации антиоксидантов не показали положительного синергического эффекта [60].

Разбавитель mT с 10% метанола и замораживание в 0,25 мл-соломинках в 4 см над LN₂ в течение 3 мин., с последующим погружением, применялись в исследовании устойчивости криоконсервированной спермы сибирского осетра к ионам тяжелых металлов. Свежая сперма разбавлялась в соотношении 2:1 семенной плазмой (контроль) и семенной плазмой, содержащей хлориды ртути и кадмия (опыты), и инкубировалась в течение 4 ч. при 4 °C. Подвижность размороженной спермы (в контроле около 60%) снижалась ~ в 2 раза при воздействии 1 мг/л Hg²⁺ и 10 мг/л Cd²⁺. Снижались также скорость движения и выживаемость. При оплодотворении икры размороженной спермой, в контроле получено около 80% выклева личинок. Его резкое снижение (~ в 10 раз) происходило при воздействии 10 мг/л Hg²⁺, однако присутствие Cd²⁺ в концентрациях 1–100 мг/л не влияло на выклев [61].

Использование того же протокола (разбавитель mT с 10% метанола, 0,5 мл-соломинки, 3 см над LN₂ в течение 20 мин.) обеспечило сохранение у криоконсервированной спермы стерляди 5-67% подвижных клеток (по сравнению с 26-100% – у нативной) и 13-76% оплодотворения, в зависимости от разных способов сбора спермы (за три раза с разными временными интервалами через 12 и 36 ч. после гормональной стимуляции) [62]. Таким же образом криокон-

сервировалась сперма стерляди, полученная обычным сцеживанием (подвижность нативной $92 \pm 8\%$), и тестикулярная сперма, созревшая *in vitro* в течение 25 мин. инкубации в супернатанте (при разбавлении 1:50), полученном после двойного центрифугирования семенной жидкости из уrogenитального канала (подвижность нативной $80 \pm 9\%$). После размораживания эти два вида спермы почти не отличались по подвижности (соответственно, 57 и 48%) и оплодотворяющей способности (соответственно, 48 и 39%), что демонстрировало возможность успешной криоконсервации спермы, полученной из семенников погибших самцов [63].

В аналогичных протоколах (разбавитель mT, 0,25 мл-соломинки) сравнивалось действие разных концентраций криопротекторов (5, 10 и 20% ДМСО или метанола) и различных соотношений разбавления спермы средой (1:0.5; 1:1; 1:2; 1:5) при криоконсервации спермы севрюги [64] и белуги [65; 66]. Во всех случаях наиболее высокую подвижность размороженной спермы обеспечивало применение 10% криопротектора и разбавления 1:1. Впоследствии, при криоконсервации спермы персидского осетра (*A. persicus*) по тому же протоколу, подобное сравнение криопротекторов и соотношений разбавления показало, по уровню подвижности оттаявшей спермы, предпочтительность использования 15% метанола при разбавлении спермы средой 1:1 и непригодность этиленгликоля и глицерина. Эквилибрация суспензии сперма-среда более 20 мин. и соотношения разбавления большие, чем 1:3, снижали подвижность размороженной спермы. К повышению этого показателя приводило добавление в среду бычьего сывороточного альбумина (BSA) в концентрации 10 мг/мл, но никакого влияния не оказывало добавление аскорбиновой кислоты в различных концентрациях. Авторами рекомендовано в протоколе криоконсервации спермы персидского осетра применение разбавителя mT с добавлением 15% метанола и 10 мг/мл BSA, соотношения разбавления 1:1, 5 мин. эквиляции и замораживания в 0,25 мл-соломинках в 3 см над LN_2 в течение 10 мин. с последующим погружением. Замороженная по этому протоколу сперма сохраняла 32% подвижных клеток и обеспечила 30% оплодотворения икры и 28% выклева личинок [67].

С применением подобного протокола (разбавитель mT с 10% метанола, 0,5 мл-соломинки, 3 см над LN_2 в течение 10 мин.) была показана возможность хранения оттаявшей спермы при 4 °C до 30 мин. почти без снижения качества. Сперма персидского осетра и белуги сразу после размораживания показывали подвижность 83-85%, оплодотворяющую способность – 75-85% и выклев – 73-78%, а через 30 мин. хранения,

соответственно: 78%, 70-78% и 68-72% [68; 69]. Добавка к разбавителю mT 10 mM глутамин, в том же протоколе криоконсервации, обеспечивала для размороженной спермы персидского осетра значительное повышение подвижности: от 50% (без добавления глутамин) до 95%, оплодотворяющей способности: от 55% до 90% и выклева: от 52% до 85% [70]. Замораживание 0,5 мл-соломинок, в программируемом замораживателе при оптимальной скорости 40 °C/мин., позволило получить для оттаявшей спермы белуги подвижность 69%, оплодотворяющую способность – 72% и выклев – 65% [71], а для персидского осетра, соответственно: 60, 60 и 60% [72].

С помощью CASA (computer-assisted semen analysis) анализировались параметры движения спермы, криоконсервированной по тому же протоколу (mT с 10% метанола, 0,25 мл-соломинки). Отмечалось, что в оттаявшей сперме, по сравнению с нативной, многие параметры снизились, в том числе – наиболее важные для оплодотворения икры: процент подвижных клеток (с 41,3 до 25,3% – у сибирского осетра, с 44,8 до 26,8% – у стерляди) и скорость криволинейного движения, что, по мнению авторов, возможно, связано с повреждениями средней части и хвоста сперматозоидов [73].

В сперме русского осетра, замороженной таким же образом, подвижность клеток снизилась с 95 до 65% (и до 0% в случае отсутствия криопротектора в среде). При этом в клетках снизилась, а в семенной плазме заметно повысилась активность многих ферментов: метаболических (аденозинтрифосфатазы, креатинкиназы, сукцинатдегидрогеназы, лактатдегидрогеназы) и антиокислительных (супероксиддисмутаза, каталазы, глутатионпероксидазы), что связывалось с повреждениями мембран и митохондрий, переокислением липидов мембран. Значительные различия в активности ферментов наблюдались в вариантах замораживания с криопротектором и без него. Мембраны клеток были намного больше повреждены в случае отсутствия криопротектора [74].

При криоконсервации спермы стерляди, по рассматриваемому протоколу (mT с 10% метанола, 0,5 мл-соломинки), сравнивалась эффективность двух приспособлений с неконтролируемым охлаждением (до погружения в LN_2): наиболее часто используемой полистироловой рамки толщиной 3 см с горизонтальной укладкой 6 или 60 соломинок, плавающей на поверхности LN_2 в течение 10 мин., и сухого цилиндрического сосуда (внутри переносного сосуда Дьюара с LN_2) с вертикальным размещением в его средней части 60 соломинок, не соприкасающихся со стенками и между собой, на 10 минут. Самые низкие скорости замораживания спермы в разных температурных интервалах

наблюдались при тесном расположении 60 соломинок на рамке. В остальных вариантах (6 соломинок на рамке, центр и периферия сухого сосуда) скорости были намного выше и отличались незначительно, что отражалось в получении близких значений оплодотворяющей способности оттаявшей спермы (48,8-59,4%) и выклева (46-59%), по сравнению с аналогичными показателями в случае 60 соломинок на рамке: $9,7 \pm 2,7\%$ и $11,7 \pm 4,2\%$, соответственно. Авторы считают предпочтительным использование сухого сосуда, так как он обеспечивает более стабильные условия охлаждения. В нем оптимальная скорость замораживания спермы стерляди составляла $53^\circ\text{C}/\text{мин.}$ для 60 соломинок [75].

С использованием того же протокола (мТ с 10% метанола, 0,5 мл-соломинки, 3 см над LN_2 в течение 10 мин.) исследовалось влияние добавляемых в среду антифризных протеинов (AFP) на криозащиту сперматозоидов стерляди. В сперме, замороженной без добавления AFP, после оттаивания сохранялось $44 \pm 9\%$ подвижных клеток, с добавлением 10 мкг/мл AFP I – $56 \pm 15\%$, с добавлением 1 мкг/мл AFP III – $58 \pm 14\%$, однако, ввиду незначимости различий, было предположено, что влияние AFP не зависит от их концентрации в среде. Проточная цитометрия показала целостность мембран у $26,6 \pm 14\%$ клеток спермы, криоконсервированной без AFP. Существенно выше был процент клеток с интактной мембраной после добавления 10 мкг/мл AFP I или AFP III ($65,4 \pm 12$ и $62,9 \pm 12\%$, соответственно) [76]. В другой серии аналогичных опытов авторы не обнаружили положительного влияния AFP ни на подвижность (не было значимых различий в скоростях движения клеток), ни на оплодотворяющую способность размороженной спермы (45-50% во всех вариантах) [77].

При использовании рассматриваемого протокола было обнаружено сильное влияние криоконсервации на протеом семенной плазмы и спермы стерляди. В основном изменения наблюдались у протеинов, связанных с метаболизмом, откликом на стресс и цитоскелетом [78].

При криоконсервации спермы персидского осетра, разбавленной мТ с 10% метанола, сравнивались два способа замораживания: наиболее распространенный (замораживание в 0,5 мл-соломинках на рамке в 4 см над LN_2 в течение 3 мин. с последующим погружением) и капельная витрификация (накапывание суспензии сперма-среда прямо в LN_2 и через 5 мин. сбор полученных шариков диаметром 5 мм охлажденным пинцетом в охлажденные 2 мл-криопробирки для хранения). Подвижность оттаявшей спермы оказалась в обоих случаях практически одинаковой (9 и 10%,

соответственно), однако продолжительность подвижности была выше после капельной витрификации. Оценка уровней метаболитов в сперме, с помощью ПМР-спектроскопии, показала значимые отличия для некоторых из них (ацетата, креатинфосфата, бетаина, β -аланина и триметиламин-N-оксида), связанных с энергетикой сперматозоидов, восстановительным балансом и компенсацией гипоксии, подтверждающие более высокую эффективность капельной витрификации для криозащиты [79]. Около 16% подвижности наблюдалось во всех образцах спермы персидского осетра, разбавленной 100 мМ трис-HCl буферным раствором, pH 8 с добавлением AFP III в оптимальной концентрации 10 мкМ и замороженной методом капельной витрификации, после разных сроков хранения (48 ч., 30 и 120 дней) [80].

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Вклад в работу авторов: **О.Б. Докина** – идея работы, поиск источников, написание статьи, **К.В. Ковалев** – участие в поиске источников, окончательная проверка статьи, **Н.Д. Пронина** – участие в поиске источников.

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, search for sources, writing an article, K.V. Kovalev – participation in the search for sources, final verification of the article, N.D. Pronina – participation in the search for sources.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Mims S.D., Tsvetkova L.I., Wayman W.R. [et al.]. Cryopreservation of sturgeon and paddlefish sperm / Cryopreservation in aquatic species, 2nd Edition / T.R. Tiersch and C.C. Green (eds). World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. 2011. Pp. 366-380
2. Horvath A., Chevre P., Urbanyi B. Sperm cryopreservation in sturgeon with a special focus on *A. sturio*. // Biology and conservation of the European sturgeon *Acipenser sturio* L., 1758. / P. Williot et al. (eds). 2011. P. 465-475. DOI 10.1007/978-3-642-20611-5_35
3. Alavi S.M.H., Hatef A., Psenicka M. [et al.]. Sperm biology and control of reproduction in sturgeon: (II) sperm morphology, acrosome reaction, motility and cryopreservation // Rev. Fish Biol. Fisheries. 2012. V. 22. P. 861-886. DOI 10.1007/s11160-012-9270-x
4. Исаев Д.А., Шафеев Р.А. Криоконсервация спермы осетровых рыб: текущее состояние и перспективы // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2016. № 5. С. 65-73
5. Ciereszko A., Psenicka M. Siberian sturgeon sperm cryoconservation // The Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869) / P. Williot P. et al. (eds). 2018. P. 49-57. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-61676-6> (Дата обращения 10.11.2022)
6. Бурцев И.А., Серебрякова Е.В. Первый опыт глубокого замораживания спермы осетровых рыб // Труды молодых ученых ВНИРО. 1969. Вып. 1. С. 94-100

7. Авторское свидетельство № 591164 СССР. Способ консервирования спермы рыб: опубл. 1978 / Пушкарь Н.С., Иткин Ю.А., Копейка Е.Ф. [и др.]
8. Пушкарь Н.С., Белоус А.М., Копейка Е.Ф. [и др.] Низкотемпературная консервация спермы осетровых // Осетровое хозяйство внутренних водоемов СССР: тезисы и рефераты II всесоюзного совещания (Астрахань, 26 февраля-2 марта 1979). С. 220
9. Авторское свидетельство № 786947 СССР. Способ консервирования спермы рыб: опубл. 1980 / Пушкарь Н.С., Белоус А.М., Новиков А.Н. [и др.]
10. Пушкарь Н.С., Иткин Ю.А., Копейка Е.Ф. I. Методы криоконсервации спермы рыб // Биологические исследования. 1980. Т. 46. С. 12-24
11. Пушкарь Н.С., Белоус А.М., Новиков А.Н. II. Методы криоконсервации спермы рыб / Н.С. Пушкарь // Биологические исследования. 1980. Т. 46. С. 25-32
12. Копейка Е.Ф., Новиков А.Н. Криоконсервирование спермы рыб // Криоконсервирование клеточных суспензий. Под ред. А.А. Цуцаевой. – Киев: Наукова Думка, 1983. С. 204-215
13. Дрокин С.И., Черепанов В.В., Копейка Е.Ф. [и др.] Сахалинский осетр: как сохранить генофонд // Рыбное хозяйство. 1991. № 7. С. 38-39
14. Drokin S.I., Cherepanov V.V., Kopeika E.F. [et al.]. Cryopreservation of the sperm of Sakhalin sturgeon (*Acipenser medirostris micadoi*): problems and prospects for cryopreserved sperm collection from rare and endangered sturgeon species // Int. Symp. Sturgeons (Moscow-Kostroma- Moscow, Russia, 6-11 Sept. 1993): Abstr. Bull. /VNIRO. Moscow. 1993. Pp. 64-65
15. Cherepanov V.V., Drokin S.I., Ochkur C.I., [et al.]. Freezing of sperm of Azov-Black sea acipenserids // Int. Symp. Sturgeons (Moscow-Kostroma- Moscow, Russia, 6-11 Sept. 1993): Abstr. Bull. /VNIRO. Moscow. 1993. Pp. 63-64
16. Cherepanov V.V., Kopeika E.F. Cryopreservation and low temperature storage of sperm of sturgeons at the Institute for problems of cryobiology & cryomedicine of the National Academy of sciences of the Ukraine // 3rd Int. Symp. Sturgeon (Piacenza, Italy, 8-11 July 1997): Book Abstr. 1997. Pp. 119-120
17. Cherepanov V.V., Kopeika E.F. Cryopreservation and low temperature storage of sturgeon sperm // J. Appl. Ichthyol. 1999. V. 15. Pp. 310-311
18. Drokin S.I., Kopeika E.F. Cryopreservation and phospholipid content of spermatozoa of some sturgeon species // 3rd Int. Symp. Sturgeon (Piacenza, Italy, 8-11 July 1997): Book Abstr. 1997. Pp. 143-144
19. Drokin S.I., Kopeika E.F. Cryopreservation and phospholipids content of spermatozoa of some sturgeon species // J. Appl. Ichthyol. 1999. V. 15. P. 311
20. Kopeika E.F., Williot P., Goncharov B.V. Cryopreservation of Atlantic sturgeon *Acipenser sturio* L., 1758 sperm: First results and associated problems // Symp. Conservation of the Atlantic sturgeon *Acipenser sturio* L., 1758 in Europe (Madrid, 6-11 Sept. 1999) / Bol. Inst. Oceanogr. 2000. V. 16. No. 1-4. Pp. 167-173
21. Tsvetkova L.I., Cosson J., Linhart O. [et al.] Motility and fertilizing capacity of fresh and frozen-thawed spermatozoa in sturgeons *Acipenser Baeri* and *A. ruthenus* // J. Appl. Ichthyol. 1996. V. 12. Pp. 107-112
22. Цветкова Л.И., Савушкина С.И., Тумарева Л.Н. [и др.]. Методическое пособие по криоконсервации спермы карпа, лососевых и осетровых видов рыб – М., ВНИИПРХ. 1997. 10 с
23. Савушкина С.И., Цветкова Л.И. Эффективность использования дефростированной спермы при воспроизводстве осетровых рыб // Проблемы сохранения геномов лососевых и осетровых рыб: Рыбное хозяйство. Аналитическая информация, сер. Аквакультура. – М.: Экинас. 1998. Вып. 1. С. 33-36
24. Цветкова Л.И., Докина О.Б., Пронина Н.Д. [и др.]. Использование криоконсервированной спермы для осеменения больших партий икры сибирского осетра // Проблемы сохранения геномов рыб: Рыбное хозяйство. Информационный пакет, сер. Аквакультура. – М.: Экинас. 1999. Вып. 1. С. 24-29
25. Тихомиров А.М., Цветкова Л.И., Витвицкая Л.В. [и др.]. Разработка способов криоконсервации спермы белуги и осеменения криоконсервированным материалом икры белуги и русского осетра // Консервация генетических ресурсов: материалы XV рабочего совещания (Пущино, 13-15 октября 1998). С. 90-93
26. Пронина Н.Д. Цветкова Л.И., Докина О.Б. Криоконсервация спермы веслоноса // Проблемы экологии и биоразнообразия водных и прибрежно-водных экосистем: тезисы докладов XI всероссийской конференции молодых ученых (Борок, 14-16 сентября 1999). 1999. С. 61-62
27. Цветкова Л.И., Пронина Н.Д., Докина О.Б. [и др.]. Использование криоконсервированной спермы для осеменения икры веслоноса // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: материалы докладов второго международного симпозиума (Адлер, 4-7 октября 1999). Краснодар. 1999. С. 110-111
28. Багров А.М., Цветкова Л.И., Докина О.Б. [и др.]. Криоконсервация спермы веслоноса // Вестник РАСХН. 2000. № 4. С. 44-47
29. Цветкова Л.И., Гахова Э.Н., Утешев В.К. [и др.]. Создание низкотемпературных коллекций рыб и амфибий // Консервация генетических ресурсов: материалы XIV рабочего совещания (Пущино, 28-30 мая 1996). 1996. С. 89-92.
30. Андреев А.А., Витвицкая Л.В., Цветкова Л.И. [и др.]. Криоконсервация спермы белорыбицы и белуги // Консервация генетических ресурсов: материалы XIV рабочего совещания (Пущино, 28-30 мая 1996). 1996. С. 96-98
31. Ананьев В.И., Андреев А.А., Голованова Т.С. [и др.]. Опыт криоконсервации спермы белорыбицы и белуги // Проблемы сохранения геномов лососевых и осетровых рыб. Рыбное хозяйство. Аналитическая информация, сер. Аквакультура. – М.: Экинас. 1998. Вып. 1. С. 25-36
32. Trukshin I.S. Effect of cooling rates on the motility and fertility of two sturgeon species sperm after cryopreservation // 6th Int. Symp. on the Reproductive Physiology of Fish (Bergen, Norway, 4-9 July 1999): Proceedings. 2000. P. 417
33. Ciereszko A., Toth G., Christ S. [et al.]. Effect of cryopreservation and theophylline on motility characteristics of lake sturgeon (*Acipenser fulvescens*) spermatozoa // Theriogenology. 1996. V. 45. P. 665-672
34. Holtz W. Cryopreservation of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) sperm: practical recommendations // Aquaculture. 1993. V. 110. P. 97-100

35. Савушкина С.И., Ерохин А.С. Опыт совершенствования способов криоконсервации спермы русского осетра и стерляди // Проблемы сохранения геномов рыб: Рыбное хозяйство. Информационный пакет, сер. Аквакультура. – М.: Экинас. 1999. Вып. 1. С. 43-45
36. Jahnichen H., Warnecke W., Trölsch E. [et al.]. Motility and fertilizing capability of cryopreserved *Acipenser ruthenus* L. sperm // 3rd Int. Symp. Sturgeon (Piacenza, Italy, 8-11 July 1997): Book Abstr. 1997. Pp. 201-202
37. Jahnichen H., Warnecke W., Trölsch E. [et al.]. Motility and fertilizing capability of cryopreserved *Acipenser ruthenus* L. sperm // J. Appl. Ichthyol. 1999. V. 15. Pp. 204-206
38. Brown G.G., Mims S.D. Cryopreservation of paddlefish *Polyodon spathula* milt // J. World Aquacult. Soc. 1999. V. 30. No. 2. Pp. 245-249
39. Erdahl A.W., Erdahl D.A., Graham E.F. Some factors affecting the preservation of salmonid spermatozoa // Aquaculture. 1984. V. 43. Pp. 341-350
40. Mims S.D., Tsvetkova L.I., Brown G.G. [et al.]. Cryopreservation of sperm of sturgeon and paddlefish // Cryopreservation in aquatic species / T.R. Tiersch and P.M. Mazik (eds). World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. 2000. Pp. 123-129
41. Ciereszko A., Dabrowski K., Mims S.D. [et al.]. Characteristics of sperm acrosin-like activity of paddlefish (*Polyodon spathula* Walbaum) // Comp. Biochem. Physiol. 2000. Part B 125. Pp. 197-203
42. Horvath A., Urbanyi B. Cryopreservation sterlet (*Acipenser ruthenus*) sperm // 6th Int. Symp. on the Reproductive Physiology of Fish (Bergen, Norway, 4-9 July 1999): Proceedings. 2000. P. 441
43. Urbanyi B., Horvath A., Bercsenyi M. Androgenesis on sterlet (*Acipenser ruthenus*) using fresh and cryopreserved sperm // 6th Int. Symp. on the Reproductive Physiology of Fish (Bergen, Norway, 4-9 July 1999): Proceedings. 2000. P. 440
44. Glogowski J., Kolman R., Szczepkowski M. [et al.]. Fertilization rate of Siberian sturgeon (*Acipenser baeri*, Brandt) milt cryopreserved with methanol // Aquaculture. 2002. V. 211. Pp. 367-373
45. Lahnsteiner F., Berger B., Horvath A. [et al.]. Studies on the semen biology and sperm cryopreservation in the sterlet, *Acipenser ruthenus* L. // Aquacult. Res. 2004. V. 35. Pp. 519-528
46. Urbanyi B., Horvath A. Hatching of sturgeon hybrids using cryopreserved sperm // Aquaculture America 2002, World Aquaculture Society (San Diego, California, USA, 27-30 January 2002): Book Abstr. 2002. P. 654
47. Urbanyi B., Horvath A., Kowacs B. Successful hybridization of *Acipenser* species using cryopreserved sperm // Aquacult. Int. 2004. V. 12. Pp. 47-56
48. Horvath A., Wayman W.R., Urbanyi B. [et al.]. The relationship of the cryoprotectants methanol and dimethyl sulfoxide and hyperosmotic extenders on sperm cryopreservation of two North-American sturgeon species // Aquaculture. 2005. V. 247. Pp. 243-251. doi:10.1016/j.aquaculture.2005.02.007
49. Horvath A., Urbanyi B., Mims S.D. [et al.]. Improved cryopreservation of sperm paddlefish (*Polyodon spathula*) // J. World Aquacult. Soc. 2006. V. 37. No. 4. Pp. 356-362
50. Horvath A., Wayman W.R., Dean J.C. [et al.]. Viability and fertilizing capacity of cryopreserved sperm from three North American acipenseriform species: a retrospective study // J. Appl. Ichthyol. 2008. V. 24. Pp. 443-449. doi:10.1111/j.1439-0426.2008.01134.x
51. Horvath A., Urbanyi B., Wang C. [et al.]. Cryopreservation of paddlefish sperm in 5-mL straws // J. Appl. Ichthyol. 2010. V. 26. Pp. 715-719. doi:10.1111/j.1439-0426.2010.01551.x
52. Dettlaff T.A., Ginsburg A.S., Schmalhausen O.I. Sturgeon Fishes, Developmental Biology and Aquaculture. – Berlin, Heidelberg, SpringerVerlag. 1993
53. Psenicka M., Rodina M., Linhart O. Ultrastructural study on the fertilization process in sturgeon (*Acipenser*), function of the acrosome and prevention of polyspermy // Anim. Reprod. Sci. 2010. V. 117. Pp. 147-154
54. Ciereszko A., Dabrowski K., Froschauer J. [et al.]. Cryopreservation of semen from lake sturgeon // Trans. Am. Fish. Soc. 2006. V. 135. Pp. 232-240. doi:10.1577/T04-160.1
55. Psenicka M., Dietrich G.J., Wojtczak M. [et al.]. Acrosome staining and motility characteristics of sterlet spermatozoa after cryopreservation with use of methanol and DMSO // Cryobiology. 2008. V. 56. Pp. 251-253. doi:10.1016/j.cryobiol.2008.03.006
56. Linhart O., Mims S.D., Gomelsky B. [et al.]. Effect of cryoprotectants and male on motility parameters and fertilization rate in paddlefish (*Polyodon spathula*) frozen-thawed spermatozoa // J. Appl. Ichthyol. 2006. V. 22. Suppl. 1. Pp. 389-394.
57. Li P., Wei Q., Liu L. DNA integrity of *Polyodon spathula* cryopreserved sperm // J. Appl. Ichthyol. 2008. V. 24. Pp. 121-125. doi:10.1111/j.1439-0426.2007.01025.x
58. Boryshpolets S., Dzyuba B., Rodina M. [et al.]. Cryopreservation of sterlet (*Acipenser ruthenus*) spermatozoa using different cryoprotectants // J. Appl. Ichthyol. 2011. V. 27. P. 1147-1149. doi:10.1111/j.1439-0426.2011.01866.x
59. Shaliutina-Kolesova A., Cosson J., Lebeda I. [et al.]. The influence of cryoprotectants on sturgeon (*Acipenser ruthenus*) sperm quality, DNA integrity, antioxidant responses, and resistance to oxidative stress // Anim. Reprod. Sci. 2015. V. 159. Pp. 66-76. http://dx.doi.org/10.1016/j.anireprosci.2015.05.014. (Дата обращения 10.11.2022)
60. Li P., Xi M.D., Du H. [et al.]. Antioxidant supplementation, effect on post-thaw spermatozoan function in three sturgeon species // Reprod. Dom. Anim. 2018. V.53. Pp. 287-295. doi:10.1111/rda.13103
61. Dietrich G.J., Ciereszko A., Kowalski R.K. [et al.]. Motility and fertilizing capacity of frozen/thawed sperm of Siberian sturgeon after a short-time exposure of fresh semen to mercury and cadmium // J. Appl. Ichthyol. 2012. V. 28. Pp. 973-977. doi:10.1111/jai.12062
62. Dzyuba B., Boryshpolets S., Shaliutina A. [et al.]. Spermatozoa motility, cryoresistance, and fertilizing ability in sterlet *Acipenser ruthenus* during sequential stripping // Aquaculture. 2012. V. 356-357. Pp. 272-278. doi:10.1016/j.aquaculture.2012.05.006
63. Dzyuba B., Boryshpolets S., Cosson J. [et al.]. Motility and fertilization ability of sterlet *Acipenser ruthenus* testicular sperm after cryopreservation // Cryobiology. 2014. V. 69. Pp. 339-341. http://dx.doi.org/10.1016/j.cryobiol.2014.07.008. (Дата обращения 10.11.2022)
64. Sadeghi A., Imanpoor M.R., Shahriari R. [et al.]. Cryopreservation of stellate (*Acipenser stellatus*)

- sperm: Effect of different concentrations of DMSO and dilution rates on sperm mobility and motility duration after long-term storage // Global Veterinaria. 2013. V. 10 (1). Pp. 26-30. doi:10.5829/idosi.gv.2013.10.1.7195
65. Sadeghi A., Imanpoor M.R., Taghizadeh V. [et al.]. Cryopreservation of beluga (*Huso huso*) sperm: Effect of different concentrations of DMSO and dilution rates on sperm mobility and motility duration after short-term storage // Global Veterinaria. 2013. V. 10 (1). Pp. 46-50. doi:10.5829/idosi.gv.2013.10.1.66229
 66. Sadeghi A., Imanpoor M.R., Taghizadeh V. [et al.]. Cryopreservation of beluga (*Huso huso*) sperm: Effect of different concentrations of methanol (MeOH) and dilution rates on sperm mobility and motility duration after long-term storage // World. J. Zool. 2013. V. 8 (2). Pp. 159-162. doi:10.5829/idosi.wjz.2013.8.2.66227
 67. Shalvei F., Sadeghi A., Zadmajid V. Cryopreservation of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) sperm: effects of cryoprotectants, antioxidant, membrane stabilizer, equilibration time and dilution ratio on sperm motility and fertility // Aquacult. Res. 2017. V. 48. Pp. 1031-1040. doi:10.1111/are.12946
 68. Aramli M.S., Nazari R.M., Ciereszko A. Motility and fertility of cryopreserved semen in Persian sturgeon, *Acipenser persicus*, stored for 30 to 60 min after thawing // Cryobiology. 2014. V. 69. Pp. 500-502. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.cryobiol.2014.10.006
 69. Aramli M.S., Nazari R.M., Gharibi M.R. Effect of post-thaw storage time on motility and fertility of cryopreserved beluga sturgeon (*Huso huso*) sperm // Reprod. Dom. Anim. 2015. V. 50. No. 2. Pp. 349-352. doi:10.1111/rda.12484
 70. Aramli M.S., Golshahi K., Nazari R.M. [et al.]. Influence of glutamine supplementation on motility and fertilization success of frozen-thawed Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) sperm // Reprod. Dom. Anim. 2016. doi:10.1111/rda.12704
 71. Aramli M.S., Golshahi K., Nazari R.M. [et al.]. Effect of freezing rate on motility, adenosine triphosphate content and fertilizability in beluga sturgeon (*Huso huso*) spermatozoa // Cryobiology. 2015. V. 70. Pp. 170-174. http://dx.doi.org/10.1016/j.cryobiol.2015.02.001. (Дата обращения 10.11.2022)
 72. Aramli M.S., Golshahi K., Nazari R.M. [et al.]. Effect of freezing rate for cryopreservation of Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) spermatozoa // Theriogenology. 2016. V. 85. Pp. 734-739. http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2015.10.018. (Дата обращения 10.11.2022)
 73. Siczynski P., Cejko B.I., Grygoruk C. [et al.]. Cryopreservation of Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869) and sterlet (*Acipenser ruthenus*, Linnaeus, 1758) semen and its influence on sperm motility parameters assessed using a computer-assisted sperm analysis (CASA) system // J. Appl. Ichthyol. 2015. V. 31. Suppl. 1. Pp. 99-103. doi:10.1111/jai.12719
 74. Huang X.-R., Zhuang P., Zhang L.-Z. [et al.]. Effect of cryopreservation on the enzyme activity of Russian sturgeon (*Acipenser gueldenstaedtii* Brandt & Ratzeburg, 1833) semen // J. Appl. Ichthyol. 2014. V. 30. Pp. 1585-1589. doi:10.1111/jai.12608
 75. Horokhovatskyi Y., Rodina M., Dadras H. [et al.]. Consequences of uncontrolled cooling during sterlet (*Acipenser ruthenus*) sperm cryopreservation on post-thaw motility and fertilizing ability // Theriogenology. 2017. V. 95. Pp. 89-95. http://dx.doi.org/10.1016/j.theriogenology.2017.03.007. (Дата обращения 10.11.2022)
 76. Xin M., Shaliutina-Kolesova A., Dzyuba B. [et al.]. Protective role of antifreeze proteins on sterlet (*Acipenser ruthenus*) sperm during cryopreservation // Fish Physiol. Biochem. 2018. V. 44. No 6. Pp. 1527-1533. https://doi.org/10.1007/s10695-018-0538-5. (Дата обращения 10.11.2022)
 77. Xin M., Tuckova V., Rodina M. [et al.]. Effects of antifreeze proteins on cryopreserved sterlet (*Acipenser ruthenus*) sperm motility variables and fertilization capacity // Anim. Reprod. Sci. 2018. V. 196. Pp. 143-149. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.07.007. (Дата обращения 10.11.2022)
 78. Xin M., Shaliutina-Kolesova A., Boryshpolets S. [et al.]. Impact of cryopreservation on sterlet, *Acipenser ruthenus* sperm motility and proteome // Anim. Reprod. Sci. 2018. V. 192. Pp. 280-289. https://doi.org/10.1016/j.anireprosci.2018.03.025. (Дата обращения 10.11.2022)
 79. Abed-Elmdoust A., Rahimi R., Farahmand H. [et al.]. Droplet vitrification versus straw cryopreservation for spermatozoa banking in Persian sturgeon (*Acipenser persicus*) from metabolite point of view // Theriogenology. 2019. V. 129. Pp. 110-115. doi:10.1016/j.theriogenology.2019.02.031
 80. Abed-Elmdoust A., Farahmand H., Amiri B.M. [et al.]. Novel droplet vitrification combined with fish antifreeze protein type III enhances cryoprotection of semen in wild endangered Persian sturgeon *Acipenser persicus* (Borodin, 1897) // Aquacult. Res. 2015. V. 46. No 10. Pp. 2392-2397. doi:10.1111/are.12397

LITERATURE AND SOURCES

1. Mims S.D., Tsvetkova L.I., Wayman W.R. [et al.]. (2011). Cryopreservation of sturgeon and paddlefish sperm / Cryo-preservation in aquatic species, 2nd Edition / T.R. Tiersch and C.C. Green (eds). - World Aquaculture Society, Baton Rouge, Louisiana, USA. Pp. 366-380
2. Horvah A., Chevre P., Urbanyi B. [et al. (eds)] (2011). Sperm cryopreservation in sturgeon with a special focus on *A. sturio* // Biology and conservation of the European sturgeon *Acipenser sturio* L., 1758. P. 465-475. DOI 10.1007/978-3-642-20611-5_35
3. Alavi S.M.H., Hatef A., Psenicka M. [et al.]. (2012). Sperm biology and control of reproduction in sturgeon: (II) sperm morphology, acrosome reaction, motility and cryopreservation // Rev. Fish Biol. Fisheries. V. 22. Pp. 861-886. DOI 10.1007/s11160-012-9270-x
4. Isaev D.A., Shafei R.A. (2016). Cryopreservation of sperm of sturgeon fish: current state and prospects / D.A. Isaev, R.A. Shafei // Fish farming and fisheries. No. 5. Pp. 65-73. (In Russ.)
5. Ciereszko A., Psenicka M. (2018). Siberian sturgeon sperm cryoconservation // The Siberian sturgeon (*Acipenser baerii*, Brandt, 1869) / P. Williot P. et al. (eds). Pp. 49-57. https://doi.org/10.1007/978-3-319-61676-6 (Date of application. 10.11.2022)

6. Burtsev I.A., Serebryakova E.V. (1969). The first experience of deep freezing of sperm of sturgeon fish // Proceedings of young scientists VNIRO. Issue 1. Pp. 94-100. (In Russ.)
7. Pushkar N.S., Itkin Yu.A., Kopeika E.F. [et al.]. (1978). Copyright certificate No. 591164 USSR. The method of pre-serving fish sperm. / (In Russ.)
8. Pushkar N.S., Belous A.M., Kopeika E.F. [et al.] (1979). Low-temperature preservation of sturgeon sperm // Sturgeon farming of inland reservoirs of the USSR: theses and abstracts of the II All-Union meeting (Astrakhan, February 26-March 2, 1979). Pp. 220. (In Russ.)
9. Pushkar N.S., Belous A.M., Novikov A.N. [et al.]. (1980). Copyright certificate No. 786947 USSR. Method of preserv-ing fish sperm. (In Russ.)
10. Pushkar N.S., Itkin Yu.A., Kopeika E.F. (1980). I. Methods of cryopreservation of fish sperm // Biological research. Vol. 46. Pp. 12-24. (In Russ.)
11. Pushkar N.S., Belous A.M., Novikov A.N. (1980). II. Methods of cryopreservation of fish sperm // Biological re-search. Vol. 46. Pp. 25-32. (In Russ.)
12. Kopeika E.F., Novikov A.N. (1983). Cryopreservation of fish sperm // Cryopreservation of cell suspensions. Edited by A.A. Tsutsayeva. – Kiev: Naukova Dumka. Pp. 204-215. (In Russ.)
13. Drokin S.I., Cherepanov V.V., Kopeika E.F. [et al.] (1991). Sakhalin sturgeon: how to preserve the gene pool // Fish-eries. No. 7. Pp. 38-39. (In Russ.)
14. Drokin S.I., Cherepanov V.V., Kopeika E.F. [et al.] (1993). Cryopreservation of the sperm of Sakhalin sturgeon (*Acipenser medirostris micadoi*): problems and prospects for cryopreserved sperm collection from rare and endangered stur-geon species // Int. Symp. Sturgeons (Moscow-Kostroma- Moscow, Russia, 6-11 Sept. 1993): Abstr. Bull. / VNIRO. Moscow. Pp. 64-65
15. Cherepanov V.V., Drokin S.I., Ochkur C.I., [et al.] (1993). Freezing of sperm of Azov-Black sea acipenserids // Int. Symp. Sturgeons (Moscow-Kostroma-Moscow, Russia, 6-11 Sept. 1993): Abstr. Bull. / VNIRO. Moscow. Pp. 63-64
16. Cherepanov V.V., Kopeika E.F. (1997). Cryopreservation and low temperature storage of sperm of sturgeons at the In-stitute for problems of cryobiology & cryomedicine of the National Academy of sciences of the Ukraine // 3rd Int. Symp. Sturgeon (Piacenza, Italy, 8-11 July 1997): Book Abstr. 1997. Pp. 119-120
17. Cherepanov V.V., Kopeika E.F. (1999). Cryopreservation and low temperature storage of sturgeon sperm // J. Appl. Ichthyol. V. 15. Pp. 310-311
18. Drokin S.I., Kopeika E.F. (1997). Cryopreservation and phospholipid content of spermatozoa of some sturgeon spe-cies // 3rd Int. Symp. Sturgeon (Piacenza, Italy, 8-11 July 1997): Book Abstr. Pp. 143-144
19. Drokin S.I., Kopeika E.F. (1999). Cryopreservation and phospholipids content of spermatozoa of some sturgeon spe-cies // J. Appl. Ichthyol. V. 15. P. 311
20. Kopeika E.F., Williot P., Goncharov B.V. (2000). Cryopreservation of Atlantic sturgeon *Acipenser sturio* L., 1758 sperm: First results and associated problems // Symp. Conservation of the Atlantic sturgeon *Acipenser sturio* L., 1758 in Eu-rope (Madrid, 6-11 Sept. 1999) / Bol. Inst. Esp. Oceanogr. V. 16. No. 1-4. Pp. 167-173
21. Tsvetkova L.I., Cosson J., Linhart O. [et al.]. (1996). Motility and fertilizing capacity of fresh and frozen-thawed spermatozoa in sturgeons *Acipenser Baeri* and *A. ruthenus* // J. Appl. Ichthyol. V. 12. Pp. 107-112
22. Tsvetkova L.I., Savushkina S.I., Titareva L.N. [et al.]. (1997). Methodical manual on cryopreservation of sperm of carp, salmon and sturgeon species of fish – M., VNIIPRH. 10 p. (In Russ.)
23. Savushkina S.I., Tsvetkova L.I. (1998). The effectiveness of using defrosted sperm in the reproduction of sturgeon fish // Problems of preserving the genomes of salmon and sturgeon fish: Fisheries. Analytical information, ser. Aquaculture. – M.: Ekinas. Issue 1. Pp. 33-36. (In Russ.)
24. Tsvetkova L.I., Dokina O.B., Pronina N.D. [et al.]. (1999). The use of cryopreserved sperm for insemination of large batches of Siberian sturgeon eggs // Problems of conservation of fish genomes: Fisheries. Information package, ser. Aqua-culture. – M.: Ekinas. Issue 1. Pp. 24-29. (In Russ.)
25. Tikhomirov A.M., Tsvetkova L.I., Vitvitskaya L.V. [et al.]. (1998). Development of methods for cryopreservation of beluga sperm and insemination with cryopreserved material of beluga and Russian sturgeon eggs // Conservation of genetic resources: proceedings of the XV workshop (Pushchino, October 13-15, 1998). Pp. 90-93. (In Russ.)
26. Pronina N.D. Tsvetkova L.I., Dokina O.B. (1999). Cryopreservation of paddlefish sperm // Problems of ecology and bio-diversity of aquatic and coastal aquatic ecosystems: abstracts of the XI All-Russian Conference of Young Scientists (Borok, September 14-16, 1999). Pp. 61-62. (In Russ.)
27. Tsvetkova L.I., Pronina N.D., Dokina O.B. [et al.]. (1999). The use of cryopreserved sperm for insemination of oarfish eggs // Resource-saving technologies in aquaculture: proceedings of the second International Symposium (Adler, October 4-7, 1999). Krasnodar. Pp. 110-111. (In Russ.)
28. Bagrov A.M., Tsvetkova L.I., Dokina O.B. [et al.]. (2000). Cryopreservation of oarfish sperm // Bulletin of RAS. No. 4. Pp. 44-47. (In Russ.)
29. Tsvetkova L.I., Gakhova E.N., Uteshev V.K. [et al.]. (1996). Creation of low-temperature collections of fish and am-phibians // Conservation of genetic resources: materials of the XIV workshop (Pushchino, May 28-30, 1996). Pp. 89-92. (In Russ.)
30. Andreev A.A., Vitvitskaya L.V., Tsvetkova L.I. [et al.]. (1996). Cryopreservation paddlefish sperm of white fish and beluga // Conservation of genetic resources: materials of the XIV workshop (Pushchino, May 28-30, 1996). Pp. 96-98. (In Russ.)
31. Ananyev V.I., Andreev A.A., Golovanova T.S. [et al.]. (1998). The experience of cryopreservation of sperm of white-fish and beluga // Problems of preserving the genomes of salmon and sturgeon fish. Fisheries. Analytical information, ser. Aquaculture. – M.: Ekinas. Issue 1. Pp. 25-36. (In Russ.)
35. Savushkina S.I., Erokhin A.S. (1999). Experience in improving methods of cryopreservation of sperm of Russian sturgeon and sterlet // Problems of conservation of fish genomes: Fisheries. Information package, ser. Aquaculture. – M.: Ekinas. Issue 1. Pp. 43-45. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 10.10.2023
Принят к публикации / Accepted for publication 07.02.2024



Обоснование способа производства консервов типа «Шпроты в масле»

DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-123-129

Научная статья
УДК 664.951.3; 664.951.6

Ким Эдуард Николаевич – доктор технических наук, профессор;

Зяц Евгений Александрович – аспирант кафедры «Технология продуктов питания»
Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета
(ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»), Владивосток, Россия

E-mail: www.ganya_nic.ru@mail.ru

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет
(ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз»)

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

Аннотация. Целью работы является способ производства консервов типа «Шпроты в масле» из рыб дальневосточного бассейна, обеспечивающий получение высококачественного копченого продукта из недоиспользуемого сырья с полным отсутствием повреждений кожного покрова рыб. В работе обоснована температура и длительность этапа подсушки полуфабриката на основании изучения влияния температуры и длительности термической обработки рыбы на относительную влажность ее кожи, влияния горячего копчения рыбы на содержание коллагена в коже полуфабриката в зависимости от влажности кожи и влияния содержания коллагена в коже копченого полуфабриката на наличие у него повреждений, проведена апробация результатов исследований.

В работе использовались теоретические, физико-химические, спектрометрические и математические методы исследования.

Ключевые слова: рыбы дальневосточного бассейна, глубокая переработка, малоротая корюшка, японский анчоус, тихоокеанская мойва, консервы, шпроты в масле, шпроты тихоокеанские, подсушка, копчение, коллаген

Для цитирования: Ким Э.Н., Заяц Е.А. Обоснование способа производства консервов типа «Шпроты в масле» // Рыбное хозяйство. 2024. № 2. С. 123-129. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-123-129

SUBSTANTIATION OF THE METHOD OF PRODUCTION OF CANNED FOOD SUCH AS «SPRATS IN OIL»

Edward N. Kim – Doctor of Technical Sciences, Professor;
Evgeny A. Zayats – postgraduate student of the Department of Food technology of the Far Eastern State Technical Fisheries University (FGBOU VO «Dalrybvtuz»), Vladivostok, Russia
Far Eastern State Technical Fisheries University (FGBOU VO «Dalrybvtuz»)
Address: Russia, 690087, Primorsky Krai, Vladivostok, Lugovaya str., 52 B

Annotation. The aim of the work is a method for the production of canned food of the «Sprats in oil» type from fish of the Far Eastern basin, which ensures the production of high-quality smoked product from underused raw materials with complete absence of damage to the skin of fish. The paper substantiates the temperature and duration of the drying stage of the semi-finished product based on the study of the effect of temperature and duration of heat treatment of fish on the relative humidity of its skin, the effect of hot smoked fish on the collagen content in the skin of the semi-finished product depending on the moisture content of the skin and the effect of the collagen content in the skin of the smoked semi-finished product on the presence of damage, and the approbation of research results.

Theoretical, physico-chemical, spectrometric and mathematical research methods were used in the work.

Keywords: fish of the Far Eastern basin, deep processing, small-mouthed smelt, Japanese anchovy, Pacific capelin, canned food, sprats in oil, Pacific sprats, drying, smoking, collagen

For citation: Kim E.N., Zayats E.A. Substantiation of the method of production of canned food such as «Sprats in oil» // Fisheries. 2024. № 2. Pp. 123-129. DOI: 10.36038/0131-6184-2024-2-123-129

Таблицы, рисунки и фотографии предоставлены автором / Tables, figures and photographs provided by the author

ОБОСНОВАНИЕ АКТУАЛЬНОСТИ ТЕМЫ

Стратегия развития рыбохозяйственного комплекса Российской Федерации на период до 2030 года предусматривает рациональное использование сырья водного происхождения за счет вовлечения его в глубокую переработку, с целью получения дополнительной добавленной стоимости.

Одной из проблем, препятствующей решению указанной задачи, является отсутствие эффективных технологий по переработке недоиспользуемого сырья водного происхождения, к которому относятся рыбы, реализуемые в основном в охлажденном и мороженом виде.

Перспективным направлением решения указанной проблемы в области использования мелких видов рыб, к которым относится корюшка малоротая, тихоокеанская мойва, японский анчоус, является разработка технологии консервов типа «Шпроты в масле».

Вопросам теории и практики производства консервов из копченой рыбы посвящены многочисленные работы отечественных и зарубежных ученых, таких как: Ю.В. Аллоярова, В.П. Гроховский, А.М. Ершов, И.Н. Ким, Э.Н. Ким, Г.С. Конокотин, И.И. Лапшин, О.Я. Мезенова, О.А. Николаенко, З.В. Слапогузова, М. Ciecierska, M. Obiedziński, Z. Domiszewski и S. Mierzejewska и другие ученые. Однако в известных работах отсутствует информация о возможности использования для производства консервов «Шпроты в масле» рыбы Дальневосточного бассейна.

Исходя из этого, целью настоящей работы является способ производства консервов типа «Шпроты в масле» из рыб Дальневосточного бассейна, обеспечивающий получение высококачественного копченого продукта из недоиспользуемого сырья с полным отсутствием повреждений кожного покрова рыб.

Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи:

- изучить влияние температуры и длительности термической обработки рыбы на относительную влажность ее кожи;
- изучить влияние горячего копчения рыбы на содержание коллагена в коже полуфабриката, в зависимости от влажности кожи;
- определить влияние содержания коллагена в коже копченого полуфабриката на наличие у него повреждений;
- апробировать результаты исследований.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Влажность кожи рыбы определялась методом, основанным на выделении (испарении) воды из продукта при тепловой обработке и определении изменения массы его взвешиванием по ГОСТ 7636-85 «Рыба, морские млекопитающие, морские беспозвоночные и продукты их переработки. Методы анализа».

Для определения содержания коллагена применялся, разработанный ранее, способ определения коллагена, исключаящий влияние продуктов денатурации коллагена на результат [1; 2].

Наличие повреждений кожного покрова рыбы горячего копчения оценивалось по разработанной балльной шкале (табл. 1).

Полученные результаты обрабатывались методами математического и графического моделирования.

АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОПРОСА

При производстве консервов «Шпроты в масле» традиционно используются преимущественно балтийская килька (*Sprattus sprattus balticus*, она же – европейский шпрот), килька североморская (шпрот североморский, *Sprattus sprattus sprattus*), килька черноморская (шпрот черноморский, *Sprattus sprattus phalericus*), салака (сельдь балтийская, *Clupea harengus membras*) и хамса (европейский анчоус, *Engraulis encrasicolus*). В Дальневосточном бассейне в больших количествах вылавливают

схожие по технотехимическим характеристикам с упомянутыми видами рыб тихоокеанские виды – морская малоротая корюшка (*Hypomesus japonicus*), тихоокеанская мойва (*Mallotus villosus catervarius Pennatt*) и японский анчоус (*Engraulis japonicus*) [3], реализуемые, в основном, в охлажденном или мороженом виде.

Консервы «Шпроты в масле» отличаются от большого ассортимента рыбных консервов своими органолептическими характеристиками. Рыба в консервах имеет кожный покров без повреждений, золотистую окраску, привлекательный блеск, приятный аромат и вкус копченого продукта. Связано это с принципиальной особенностью технологического процесса производства консервов «Шпроты в масле» – копчением рыбы целиком. Разделка на тушку (удаление голов и хвостовых плавников) производится уже после копчения.

Окраска поверхности рыбы в консервах типа «Шпроты в масле» формируется при обработке полуфабриката копильным дымом [4]. Образование характерного золотистого цвета обусловлено осаждением реакцеспособных карбонильных соединений на поверхность обрабатываемой рыбы и взаимодействием их с её белками с образованием меланоидинов [4]. Интенсивность окраски зависит от концентрации карбонильных соединений в копильном дыме, скорости их осаждения, температуры и pH среды, концентрации воды в поверхностных слоях обрабатываемой рыбы [5].

Существующий технологический процесс производства консервов «Шпроты в масле» потенциально допускает возникновение дефектов и брака. В большей степени вероятность появления дефектов и брака появляется на этапе копчения.

В соответствии с технологической инструкцией [6], этап копчения подразумевает нанизывание мелкой рыбы на пруты через глаза или жаберные щели на заостренные с двух концов прутки из стальной проволоки, ополаскивание водой, горячее копчение и охлаждение.

Таблица. Балльная шкала органолептической оценки целостности кожного покрова мелких рыб горячего копчения / **Table.** Point scale of organoleptic assessment of the integrity of the skin of small hot-smoked fish

Балльная оценка	Словесная характеристика
5	Кожа без трещин, локального вздутия, просветов
4	Кожа без трещин и локального вздутия. Наблюдаются незначительные локальные просветы
3	Кожа без трещин и локального вздутия. Имеются явно выраженные просветы
2	На коже наблюдаются трещины / локальные вздутия
1	Кожный покров подвергся разрыву

Одним из возможных видов брака на данном этапе является «паданец». Риск обоснован изменением нативной конформации молекул коллагена в сочленениях головы и позвоночника, приводящем к образованию глютена, обладающего пониженными прочностными характеристиками [7; 8]. Низкая прочность сочленений, в совокупности с тем, что скопление внутренних жидкостей происходит в брюшной полости, приводит к отрыву головы и браку полуфабриката.

Вторым возможным дефектом является «лопанец». Его возникновение обосновано рядом факторов. Тонкий кожный покров мелкой рыбы подвергается денатурационным изменениям, сопровождающимся образованием глютена. Помимо этого, кожа рыбы подсушивается, размер пор уменьшается, что сни-

те денатурации коллагена [9], из чего и следует нарушение кожного покрова и образование «лопанца».

Таким образом, задачей предлагаемого способа является получение высококачественного копченого продукта из недоиспользуемого сырья с полным отсутствием повреждений кожного покрова рыб.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Основной вклад в структурообразующие свойства и прочностные характеристики кожного покрова рыб вносят нерастворимый коллаген и его формы – тропоколлаген, растворимый в слабощелочных растворах и растворах нейтральных солей, и проколлаген, растворимый в слабых кислотах [10]. При температуре около 60 °С происходит разрыв водородных связей, удерживающих в структуре коллагена полипептидные цепи, и отщепление большей части полисахаридов [7].

При первоначальном нагреве коллагена, вследствие разрыва водородных связей, происходит процесс, называемый пептизацией, в результате чего образуется глютин – белок, обладающий более слабыми прочностными характеристиками, чем коллаген, хорошо набухающий в воде и растворимый в ней уже при температуре 40 °С [10].

При подсушивании полуфабриката при температуре 40-45 °С не происходит описанных выше процессов – трансформация коллагена минимизируется [7; 8], что обеспечивает прочность кожного покрова и уменьшает его разрушения при последующей высокотемпературной обработке [10].

Первым этапом был проведен эксперимент по определению влияния температуры и длительности сушки морской малоротой корюшки на влажность ее кожного покрова. Температуру сушки варьировали в диапазоне 20-50 °С. Длительность сушки составляла 5-30 минут. На основании анализа литературы, сушка производилась при относительной влажности воздуха равной 40%, так как данная влажность воздуха является рациональной с точки зрения скорости влагопереноса и энергетических затрат [11].

По результатам эксперимента была построена модель процесса удаления воды в зависимости от температуры и длительности сушки (формула, рис.1).

Путем математической обработки результатов ряда экспериментов, получена зависимость, при достоверности аппроксимации 0,97, описываемая следующим уравнением:

$$W = 114,008 - 2,352\tau - 0,672t + 0,3\tau^2 + 0,2t^2 - 0,1\tau t, \quad (1)$$

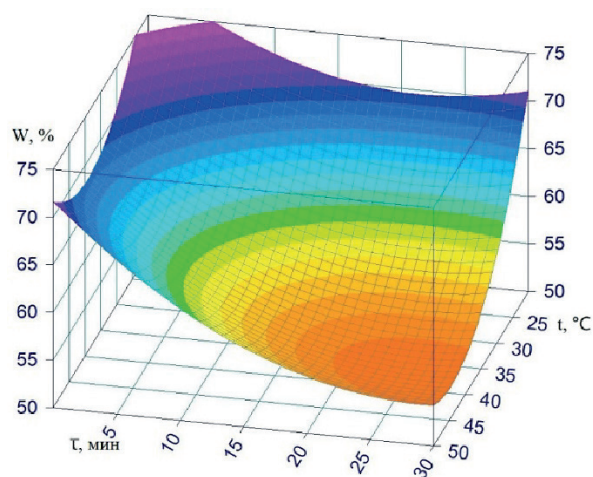


Рисунок 1. Зависимость влажности кожного покрова (W) от температуры (t) и длительности (τ) сушки

Figure 1. Dependence of skin moisture (W) on temperature (t) and duration (τ) of drying

жает ее водопроницаемую способность и скорость удаления воды с поверхности. В это время происходит денатурация мышечных тканей рыбы, сопровождающаяся снижением их водоудерживающей способности. Вода из мышечной ткани диффундирует к кожному покрову, переходя в паровое агрегатное состояние. Таким образом, скорость удаления воды из мышечной ткани значительно превышает скорость удаления воды с поверхности рыбы [5]. Это приводит к образованию зоны повышенного давления под кожей, прочностные характеристики которой снижены в результа-

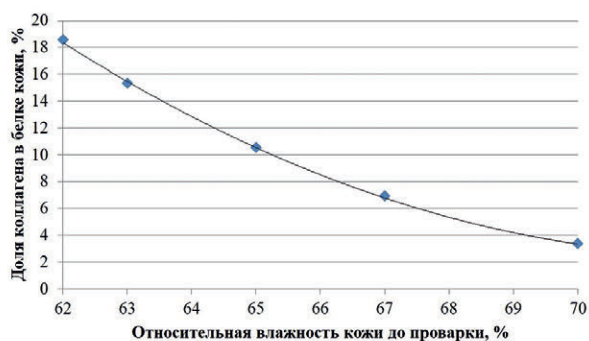


Рисунок 2. Влияние горячего копчения рыбы на содержание коллагена в коже полуфабриката в зависимости от влажности кожи

Figure 2. The effect of hot smoked fish on the collagen content in the skin of the semi-finished product, depending on the moisture content of the skin

где τ – длительность сушки, мин.;
 t – температура сушки, °C.

Полученная модель позволяла рассчитывать время, необходимое для достижения требуемой влажности кожи при заданной температуре сушки.

Следующим этапом был проведен эксперимент по определению влияния горячего копчения рыбы на содержание коллагена в коже полуфабриката, в зависимости от влажности кожи. Для достижения требуемой влажности кожи было решено выбрать температуру сушки 40-45 °C. Температурный диапазон этапа подсушки обоснован тем, что, согласно литературным данным, температура начала пептизации коллагена составляет 50-60 °C, в зависимости от вида коллагена [7; 8].

Термическая обработка выполнялась в 2 этапа. Исходная относительная влажность кожи рыбы составляла 70%. Первым этапом рыба сушилась 5, 10, 15, 20 и 25 минут при температуре 40-45 °C до различного уровня влажности кожи, после чего температура в копильной камере повышалась до 120 °C и производилось копчение рыбы в течение 30 минут. Далее определялось содержание коллагена в образцах кожи. Результаты представлены на рисунке 2.

Полученная зависимость, при достоверности аппроксимации равной 0,9995, описывается следующей математической моделью:

$$\omega_k = 0,1464W^2 - 21,199W + 770,09 \quad (2)$$

где ω_k – массовая доля коллагена, %;
 W – относительная влажность кожи, %.

Исходя из полученных данных, наблюдается зависимость содержания коллагена в коже полуфабриката в связи с исходной влажностью кожного покрова. При этом содержание коллагена в коже полуфабриката, изготовленного из рыбы с исходной влажностью кожи 70%, в 5,3 раза ниже, чем в коже полуфабриката, изготовленного из рыбы с исходной влажностью кожи 62%. Предположительно, это можно объяснить тем, что для пептизации коллагена им должна быть достигнута степень полного гидратирования, то есть он должен иметь 30 и более молекул воды на 1 трипептид, что эквивалентно 70% воды и выше к массе коллагена [12].

Следующим этапом определялось влияние содержания коллагена на целостность кожного покрова полуфабриката. Целостность кожного покрова оценивалась по разработанной органолептической шкале (табл. 1). Результаты анализа представлены на рисунке 3.

Исходя из полученных результатов, отсутствие повреждений кожи полуфабриката достигается при содержании коллагена в ее белке 15%.

Связано это с тем, что термическая обработка сырья сопровождается нагревом мышечных тканей рыб, что приводит к высвобождению воды, содержащейся в них. В результате чего кожный покров участвует в трех процессах: диффузии воды из брюшной полости и мышечных тканей к кожному покрову; диффузии воды из подкожного пространства в кожный покров и испарении воды с поверхности кожного покрова в воздушное пространство копильной камеры. Можно предположить, что в случае, когда скорость диффузии воды из брюшной полости и мышечных тканей рыбы выше, чем скорость диффузии воды из подкожного пространства в кожу и испарения ее с поверхности кожи в воздушное пространство термической камеры, происходит

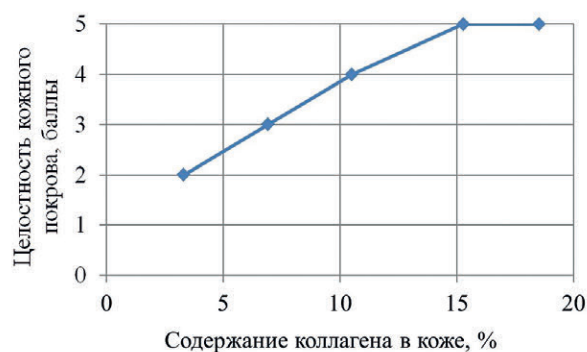


Рисунок 3. Влияние содержания коллагена в коже на целостность кожного покрова

Figure 3. The effect of collagen content in the skin on the integrity of the skin

возникновение областей повышенного давления в подкожном пространстве. Совокупность таких факторов, как ослабление прочностных характеристик соединительных тканей кожного покрова и повышенное давление на них со стороны объема мышечных тканей и брюшной полости, потенциально приводит к появлению повреждений кожного покрова.

Таким образом, с целью обеспечения целостности кожного покрова полуфабриката для консервов «Шпроты в масле», необходимо производить подсушку морской малоротой корюшки, тихоокеанской мойвы или японского анчоуса при температуре 40–45 °С в течение 20 мин. до достижения влажности кожи 63%, после чего технологический процесс продолжается в соответствии с известной ранее технологической инструкцией [6]. По результатам исследований была подана заявка на изобретение «Способ производства консервов типа «Шпроты в масле» (заявка № 2023125633 от 05.10.2023).

В качестве апробации результатов исследований был разработан СТО 88059952-001-2023 «Консервы «Шпроты тихоокеанские», содержащий технологию производства консервов ассортимента: «Шпроты тихоокеанские из японского анчоуса в масле», «Шпроты тихоокеанские из морской малоротой корюшки в масле», «Шпроты тихоокеанские из тихоокеанской мойвы» в стеклянных банках Ш-2-82-350 вместимостью 350 см² с массой нетто консервов равной 330 граммам.

Для разработанных консервов, Тихоокеанским филиалом ВНИРО был разработан режим стерилизации консервов, обеспечивающий фактический стерилизующий эффект равный 7,9; 7,6; 7,4 условных мин. для консервов из японского анчоуса, морской малоротой корюшки и тихоокеанской мойвы, соответственно.

Разработанная технология была апробирована 15-16 сентября 2023 г. в условиях ООО РПК «Большекаменский» путем выпуска опытной партии продукции. В соответствии с протоколом дегустационного совещания от 20 октября 2023 года, полученный продукт имел вкус и запах, свойственные консервам из копченой рыбы в масле, без горечи и постороннего запаха. Консистенция рыбы – сочная, консистенция костей и плавников – мягкая. Экземпляры рыбы в консервах – целые, с целым кожным покровом. Масло в банке было жидким, прозрачным. Цвет кожных покровов – однородный, от светло-золотистого до золотистого или от золотистого до темно-золотистого в одной банке.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Построена модель процесса удаления воды, в зависимости от температуры и длительности сушки, позволяющая рассчитывать время, не-

обходимое для достижения требуемой влажности кожи при заданной температуре сушки.

- Изучение влияния горячего копчения рыбы на содержание коллагена в коже полуфабриката, в зависимости от влажности кожи, показало, что содержание коллагена в коже полуфабриката, изготовленного из рыбы с исходной влажностью кожи 70% в 5,3 раза ниже, чем в коже полуфабриката, изготовленного из рыбы с исходной влажности кожи 62%. Предположительно это можно объяснить тем, что для пептизации коллагена им должна быть достигнута степень полного гидратирования, то есть он должен иметь 30 и более молекул воды на 1 трипептид, что эквивалентно 70% воды и выше к массе коллагена.
- Определение влияния содержания коллагена в коже копченого полуфабриката на наличие у него повреждений показало, что полное отсутствие повреждений кожного покрова копченого полуфабриката достигается при массовой доле коллагена в белке кожи полуфабриката более 15%.
- На основе разработанного способа производства консервов был разработан СТО 88059952-001-2023 «Консервы «Шпроты тихоокеанские», содержащий технологию производства консервов, разработан режим стерилизации, выпущена опытная партия продукции в условиях ООО РПК «Большекаменский». Полученный продукт имел вкус и запах, свойственные консервам из копченой рыбы в масле, без горечи и постороннего запаха. Консистенция рыбы – сочная, консистенция костей и плавников – мягкая. Экземпляры рыбы в консервах – целые, с целым кожным покровом. Масло в банке было жидким, прозрачным. Цвет кожных покровов однородный, от светло-золотистого до золотистого или от золотистого до темно-золотистого в одной банке.

Светлая память моему научному руководителю, доктору технических наук, профессору, Заслуженному работнику рыбного хозяйства Российской Федерации Эдуарду Николаевичу Киму, который разжег во мне интерес к научной деятельности, на протяжении почти пяти лет делился со мной своими знаниями, опытом и жизненной мудростью. Я благодарен стечению обстоятельств за то, что стал учеником Эдуарда Николаевича, и испытываю тоску, осознавая, что стал его последним учеником.

Статья подготовлена по материалам работ на тему «Технология консервов «Шпроты в масле» из рыб дальневосточного бассейна», выполненных по итогам конкурса в рамках программы «Студенческий стартап», учрежденной Фондом

содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере.

Вклад в работу авторов: **Э.Н. Ким** – формулирование идеи, исследовательских целей и задач, анализ данных, анализ результатов экспериментов, проведение апробации результатов исследований; **Е.А. Заяц** – сбор и анализ данных, подготовка экспериментальных образцов, систематизация и обработка результатов экспериментов, проведение апробации исследований, подготовка статьи.

Contribution to the work of the authors: **E.N. Kim** – formulation of ideas, research goals and objectives, data analysis, analyses of experimental results, testing of research results

E.A. Zayats – data collection and analysis, preparation of experimental samples, systematization and processing of experimental results, testing of research, preparation of article.

ЛИТЕРАТУРА И ИСТОЧНИКИ

1. Патент № 2797915 C1 Российская Федерация, МПК G01N 33/02, G01N 21/79. Способ определения коллагена: № 2022133440: заявл. 19.12.2022: опубл. 13.06.2023 / Э. Н. Ким, Е. А. Заяц; заявитель – Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»
2. Заяц Е.А., Ким Э.Н. Обоснование способа определения коллагена в сырье и пищевой продукции // Рыбное хозяйство. 2023. № 1. С. 91-95. DOI 10.37663/0131-6184-2023-1-91-95
3. Заяц Е.А., Ким Э.Н. Технохимическая характеристика мелких рыб Дальневосточного бассейна и пути их рационального использования. // Краснодар. Известия высших учебных заведений. Пищевая технология. 2023. № 2-3(392). С. 6-9. DOI:10.26297/0579-3009.2023.2-3.1
4. Курко В.И. Химия копчения. – М: Пищевая промышленность. 1969. 344 с.
5. Никитин Б.Н. Основы теории копчения рыбы – М.: Легкая и пищевая промышленность. 1982. 248 с.
6. Шереверя В.Г., Пинская Л.А., Тихомиров А.М. и др. Сборник технологических инструкций по производству рыбных консервов и пресервов. – Ленинград: ГИПРОРЫБФЛОТ. 1989. Часть 1. 150 с.
7. Мурашев С. В. Влияние разрушения структуры коллагена на гидрофильные свойства продуктов этого процесса. // Научный журнал НИУ ИТМО, серия «Процессы и аппараты пищевых производств». 2013. № 3. с. 23
8. Исмаилова Д.Ю., Зиновьев С.В., Ерохина О.Н., Волик В.Г. Рациональные способы переработки коллаген-содержащего сырья в птицеперерабатывающей отрасли. // Журнал «Птица и птицепродукты». КМЦ ВНИИПП. 2015. № 6. с. 55
9. Фадеев А.С., Ямпольская Г.П., Левачев С.М., Зайцев С.Ю. Денатурация монослоев коллагена на границе раздела вода-воздух: моделирование процесса. // М: Биологические мембраны. 2008. Том 25. № 2. С. 142-154
10. Плиева Р.А., Арчакова Р.Д., Ужахова Л.Я., Султыгова З.Х., Темирханов Б.А., Ялхорова М.А., Дидигова Л.А.,

Китиева Л.И. Изучение химического состава рыбных шкур. // Colloquium-journal. 2019. №2-2 (26)

11. Воскресенский Н.А. Посол, копчение и сушка рыбы (3-е издание, дополненное и переработанное). – М: Пищевая промышленность. 1966. 563 с.
12. Игнатъева Н.Ю., Аверкиев С.В., Соболев Э.Н., Луни В.В. Денатурация коллагена II в хрящевой ткани при термическом и лазерном нагреве // Журнал физической химии. 2005. Т. 79. № 8. С. 1505-1513

LITERATURE AND SOURCES

1. Patent No. 2797915 C1 Russian Federation, IPC G01N 33/02, G01N 21/79. Method of collagen determination: No. 2022133440: application 19.12.2022: publ. 13.06.2023 / E.N. Kim, E.A. Zayats; applicant – Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Far Eastern State Technical University of Forestry”. (In Russ.)
2. Zayats E.A., Kim E.N. (2023). Substantiation of the method for determining collagen in raw materials and food products // Fisheries. No. 1. Pp. 91-95. DOI 10.37663/0131-6184-2023-1-91-95. (In Russ., abstract in Eng.)
3. Zayats E.A., Kim E.N. (2023). Technochemical characteristics of small fishes of the Far Eastern basin and ways of their rational use. // Krasnodar. News of higher educational institutions. Food technology. No. 2-3(392). Pp. 6-9. DOI:10.26297/0579-3009.2023.2-3.1. (In Russ.)
4. Kurko V.I. (1969). Chemistry of smoking. – M: Food industry. 344 p. (In Russ.)
5. Nikitin B.N. (1982). Fundamentals of the theory of smoked fish – M.: Light and food industry. 248 p. (In Russ.)
6. Sherevera V.G., Pinskaya L.A., Tikhomirov A.M. et al. (1989). Collection of technological structures for the production of canned fish and preserves. – Leningrad: GIPRORYB-FLOT. Part 1. 150 p. (In Russ.)
7. Murashev S.V. (2013). The effect of the destruction of the collagen structure on the hydrophilic properties of the products of this process. // Scientific journal of the National Research University of ITMO, series “Processes and products of food production”. No. 3. p. 23. (In Russ.)
8. Ismailova D.Yu., Zinoviev S.V., Erokhina O.N., Volik V.G. (2015). Rational methods of processing collagen-containing raw materials in the poultry processing industry. // The magazine “Poultry and poultry products”. CMC VNIIPP. No. 6. p. 55. (In Russ.)
9. Fadeev A.S., Yampolskaya G.P., Levachev S.M., Zaitsev S.Yu. (2008). Denaturation of collagen monolayers at the water-air interface: process modeling. // M: Biological membranes. Volume 25. No. 2. Pp. 142-154. (In Russ.)
10. Plieva R.A., Archakova R.D., Uzhakhova L.Ya., Sultygova Z.H., Temirkhanov B.A., yalhoroeva M.A., Didi-gova L.A., Kitieva L.I. (2019). Studying the chemical composition of fish skins. // Colloquium-journal. №2-2 (26). (In Russ.)
11. Voskresensky N.A. (1966). Ambassador, smoking and drying fish (3rd edition, expanded and revised). – M: Food industry. 563 p. (In Russ.)
12. Ignatieva N.Yu., Averkiev S.V., Sobol E.N., Lunin V.V. (2005). Denaturation of collagen II in cartilage tissue under thermal and laser heating // Journal of Physical Chemistry. Vol. 79. No. 8. Pp. 1505-1513. (In Russ.)

Материал поступил в редакцию/ Received 17.01.2024
Принят к публикации / Accepted for publication 07.02.2024

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 18.04.2024 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(499)369-92-86 доб. 3323

e-mail: filippovasg@vniro.ru; markova@vniro.ru

Отпечатано в типографии Book Jet

Россия, 390005, г. Рязань, ул. Пушкина, д. 18

Сайт: <http://bookjet.ru>

E-mail: info@bookjet.ru

Тел.: +7(4912)466-151